



Um dos pilares do Nutecca é a pesquisa ambiental. Nesta segunda edição de 2018, o dossiê organizado apresenta importantes artigos sobre importante essa área de estudo.

Além das Dossiê com doze (12) artigos sobre pesquisas ambientais, publicamos, nesta segunda edição de 2018, artigos de submissão espontânea e de qualidade atestada pelo conselho editorial, na seção Tema Livre, e outras formas de produzir conhecimento aparecem na seção Palavra Aberta e Inspirações.

Ivan Fortunato, editor.

SUMÁRIO

DOSSIÊ: PESQUISAS AMBIENTAIS

Construção de uma molécula única que represente o Resíduo Sólido Orgânico (RSO) e estimativa do poder calorífico inferior	03
Produção de butanol e etanol a partir da Manipueira	14
Estabilidade térmica de carvões de sabugo de milho produzidos via micro-ondas	23
Estudo da biomassa termotratada de bagaço de cana-de-açúcar para fins energéticos	34
Briquetes produzidos com granulometrias diversas para mistura de bagaço de cana-de-açúcar e palhica	44
Caracterização ambiental da paisagem do município de Itirapina/SP	56
Avaliação da utilização de girassol (<i>helianthus annuus</i>) na fitorremediação de Pb, Cu e Zn de solos	77
Análise do perfil da cadeia de produção da Indústria de Cerâmica Vermelha quanto às mudanças climáticas na região metropolitana do Cariri, Ceará	105
Caracterização ambiental do município de Ibaté, SP – Brasil	128
Análise técnico-financeiro de um sistema fotovoltaico conectado à rede na região Amazônica	153
Modelagem de célula a combustível comercial (PEM) utilizando modelo elétrico equivalente	163
Gerenciamento pelo lado da demanda via geração fotovoltaica com armazenamento no contexto do modelo tarifário brasileiro	172

TEMA LIVRE

Análise numérica utilizando o método dos elementos finitos para radier em concreto armado	190
Tecnologias nos processos de recrutamento e seleção de pessoas: mapeamento da produção acadêmica	213
Mídia e representações sociais: impactos socioculturais e ambientais da ponte da integração Brasil/Argentina ..	242

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES

Entrevista com Marta Catunda: perspectivas da educação ambiental contemporânea	264
Jóias do Sertão	267
O (des)umanizado	272
Resenha: A câmara clara: nota sobre a fotografia	278
Resenha: Ponto de mutação	289

DOSSIÊ

CONSTRUÇÃO DE UMA MOLÉCULA ÚNICA QUE REPRESENTA O RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO (RSO) E ESTIMATIVA DO PODER CALORÍFICO INFERIOR

CONSTRUCTION OF A SINGLE MOLECULE THAT REPRESENTS THE ORGANIC SOLID WASTE (OSW) AND ESTIMATION OF LOWER CALORIFIC POWER

Isadora Guilherme Branco¹
Maria Theresa Bettin Boldarini²
Admilson Lopes Vieira³
Lisandra Ferreira de Lima⁴

Submissão: 05/08/2017

Aceite: 11/12/2017

Resumo: Com o desenvolvimento das cidades, o gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos (RSO) tornou-se um desafio pois locais para a disposição do material estão saturados. Objetiva-se a formação de uma molécula única que represente os macronutrientes do RSO. O poder calorífico inferior do material foi calculado a partir da equação de Mendeliev com a finalidade de avaliar seu potencial energético. Concluiu-se que a molécula é válida e o PCI calculado encontra-se dentro da faixa de valores da literatura.

Palavras-chave: Poder Calorífico Inferior. Bioenergia. Biomassa.

Abstract: With the development of cities, organic solid waste management (RSO) has become a challenge because sites for the disposal of the material are saturated. It is intended to form a single molecule that represents the macronutrients of RSO. The lower calorific value of the material was calculated from Mendeliev's equation in order to evaluate its energy potential. It was concluded that the molecule is valid and the calculated LCV is within the range of values in the literature.

Keywords: Lower Calorific Value. Bioenergy. Biomass.

¹ Mestranda pela Universidade Estadual de Londrina, branco.isadora@hotmail.com

² Mestre pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, mtbboldarini@gmail.com

³ Professor doutor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, lopesvieira30@yahoo.com.br

⁴ Professora doutora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, lisandralima2000@yahoo.com.br

A sociedade contemporânea encontra-se em uma situação limite, onde o crescimento populacional, o consumismo, mudanças climáticas, degradação ambiental e desigualdades sociais são agravados pelo fato de vivermos em um planeta limitado em termos de espaço físico e recursos.

Com a consolidação do capitalismo e revolução industrial, os avanços tecnológicos, o acentuado crescimento populacional, o padrão de vida consumista da sociedade moderna e o estímulo ao consumo de bens cada vez menos duráveis, tornaram os resíduos sólidos (RS) um grande problema no âmbito mundial (Salsa, 2013).

A geração em excesso desses resíduos tornou-se preocupações constantes nos centros urbanos já que aproximadamente 70% do resíduo sólido gerado é composto por resíduo orgânico, material este que pode ser transformado em matéria prima para a produção de energia (Salsa, 2013).

Diariamente são coletados 125.281 toneladas de resíduos domiciliares e apenas 47,1% desse montante são destinados para aterros sanitários. Do restante, 22,3% vão para aterros que são ditos controlados, 30,5% para lixões e uma parcela insignificante é destinada para a reciclagem (Grimberg, 2004).

A disposição inadequada desses rejeitos gerados pela população aliado a falta de tratamento dos mesmos resulta na contaminação ambiental, fator esse que favorece não só a proliferação de vetores de doenças, mas também o desperdício material e energético que esses resíduos podem gerar, já que uma parte considerável material pode voltar para a sociedade na forma de lucro financeiro.

Diante desse contexto, o presente trabalho busca desenvolver uma molécula única e fictícia que represente o resíduo sólido orgânico, estimar o poder calorífico inferior (PCI) da amostra e analisar o resultado com base nas referências encontradas, para que em estudos posteriores consiga-se entender o potencial energético do resíduo sólido orgânico a fim de transforma-lo em uma

nova matriz energética mundial, podendo solucionar o problema da disposição final do mesmo e implementar um novo conceito de energia limpa.

Materiais e Métodos

Formação da Molécula de Resíduo Sólido Orgânico

Tendo em vista que os resíduos sólidos orgânicos são constituídos por resíduos orgânicos originados do preparo da alimentação humana e não existe uma padronização de sua composição química (Viana *et al*, 2006), adotou-se como composição química do resíduo os carboidratos, lipídeos e proteínas presentes nos alimentos. Os macronutrientes foram de fundamental importância para realizarmos o estudo energético da biomassa e para a formação da molécula única (fictícia) de resíduo sólido orgânico.

Segundo Fausto *et al* (2001), as refeições apresentam, em média, a seguinte composição proximal (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química centesimal da alimentação humana

Composição Química	Porcentagem (%)
Proteínas	4,74
Lipídeos	10,84
Carboidratos	24,32
Fibras	3,3
Cinzas	1,0
Umidade	55,8

Fonte: Fausto *et al*, 2001.

No entanto, cada um dos macronutrientes representa uma classe de compostos e não possui estrutura ou mesmo uma massa molar única. Para especificar a análise optou-se pelas moléculas nas proporções relacionadas na Tabela 2 para representar cada um desses grupos. Vale ressaltar que as proporções utilizadas para cada subgrupo foram estimadas e para o estudo das proteínas foram utilizados os principais aminoácidos que as compõe, já que não foi possível identificar as estruturas moleculares básicas das proteínas em função da grande variedade que as mesmas podem apresentar.

Tabela 2 - Subdivisões dos grupos utilizados no estudo e suas proporções.

Proteína	Lípídeos	Carboidratos
Valina – 20%	16:0 – 20%	Glicose – 90 %
Leucina – 20%	18:1 – 30%	Lactose – 10%
Treonina – 20%	18:2 – 50%	
Lisina – 20%		
Metionina – 20%		

Grupos funcionais encontrados nas moléculas dos subgrupos apresentados

1) *Ácido graxo palmítico (16:0)*: É um dos ácidos graxos saturados mais comuns e pode ser encontrado em animais ou plantas em pequenas quantidades (Biomedicina, 2013).

Grupos	Quantidades
C	16
H	32
O	2
Massa Molecular (MM)	256

2) *Ácido graxo oleico (18:1)*: É o principal ácido graxo das gorduras, sendo encontrado no amendoim, azeite de oliva, óleo de girassol, milho e algodão (Biomedicina, 2013).

Grupos	Quantidades
C	18
H	34
O	2
Massa Molecular (MM)	282

3) *Ácido graxo linoleico (18:2)*: Muito importante para a dieta humana, já que o nosso organismo não é capaz de produzi-lo e é o precursor de outros ácidos graxos. Presente nos frutos do mar, óleos de canola/milho/girassol e sementes oleaginosas (RGNutri, 2015).

Grupos	Quantidades
C	18
H	34
O	2
Massa Molecular (MM)	280

4) *Glicose*: Alimentos como pão, batata e feijão são fontes de carboidrato e podem ser consideradas fontes de açúcar (Zanin, 2015).

Grupos	Quantidades
C	6
H	12
O	6
Massa Molecular (MM)	180

5) *Lactose*: É o açúcar presente no leite e seus derivados. (Zanin, 2015).

Grupos	Quantidades
C	12
H	22
O	11
Massa Molecular (MM)	342

6) *Valina*: Alimentos ricos em valina: carne, peixe, leite, iogurte, queijo e ovo (Zanin, 2014).

Grupos	Quantidades
C	5
H	11
O	2
N	1
Massa Molecular (MM)	117

7) *Leucina*: Pode ser obtida pela ingestão de feijão, ervilhas, castanhas e grãos (Zanin, 2015).

Grupos	Quantidades
C	6
H	13
O	2
N	1
Massa Molecular (MM)	131

8) *Treonina*: Aminoácido essencial, presente nos alimentos: grãos/cereais, cogumelos, legumes/verduras (ex: berinjela, beterraba, quiabo, brócolis, tomate e couve) (Zanin, 2014).

Grupos	Quantidades
C	4
H	9
O	3
N	1
Massa Molecular (MM)	119

9) *Lisina*: É um aminoácido essencial e altamente hidrofílico. Alimentos com lisina são carne de peru, leite desnatado, tremoço, gema de ovo, soja, carne de frango e galinha (Zanin, 2015).

Grupos	Quantidades
C	6
H	14
O	2
N	2
Massa Molecular (MM)	146

10) *Metionina*: É um aminoácido que compõe a proteína e pode ser encontrado em ovo desidratado, castanha do Pará, leite de vaca desnatado, queijos e oleaginosas (Zanin, 2014).

Grupos	Quantidades
C	5
H	11
O	2
N	1
S	1
Massa Molar (MM)	149

Estimativa do PCI

O poder calorífico inferior (PCI) da molécula fictícia de RSO foi calculado a partir da metodologia de Mendeliev (Zanatta, 2011) – Equação 1 - e, posteriormente, o valor foi comparado com os encontrados em trabalhos científicos e artigos acadêmicos.

$$\text{PCI} = 339 * C + 1030 * H - 109 * (O - S) - 24 * W \quad (1)$$

Resultados e discussão

Formação da molécula de resíduo orgânico

Considerando a composição elementar de lipídeos, proteínas e carboidratos apresentadas anteriormente, temos que as mesmas são compostas basicamente pelos seguintes elementos químicos: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e ainda, algumas moléculas apresentam nitrogênio (N) e enxofre (S) em sua composição molecular.

Para a realização desse estudo foi levado em consideração as porcentagens estabelecidas previamente para cada grupo

(proteína/lipídeos/carboidratos) e subgrupos, suas respectivas massas (kg), o número de mols (n) e a composição elementar.

A composição centesimal do RSO pode apresentar três bases distintas, sendo elas: 1) base seca - não leva em conta a umidade do material, 2) base úmida - considera a umidade ou 3) base combustível - faz uma análise elementar do composto estudado desconsiderando umidade, fibras e cinzas (Bizzo, 2012). No trabalho, foi utilizada como referência a base combustível, já que posteriormente verificou-se o poder energético da molécula.

Figura 1 - Bases energéticas e base de cálculo.

	Umida	Combustível	Seca		Base de cálculo	0,136326 kg per capita/dia
Carboidrato	24,32%	60,95%	55,02%			
Proteína	4,74%	11,88%	10,72%		Base Combustível	
Lipídios	10,84%	27,17%	24,52%			
Umidade	55,80%				Carboidratos	0,083094 kg
Fibras	3,30%		7,47%		Lipídeos	0,037037 kg
Cinzas	1,00%		2,26%		Proteína	0,016195 kg
	100,00%	100,00%	100,00%			0,136326 kg per capita/dia

A base de cálculo utilizada no estudo levou em consideração a geração *per capita* de resíduo sólido orgânico de 0,34167 kg (Salsa, 2013) subtraindo os valores de umidade, fibras e cinzas.

Figura 2 - Bases energéticas e base de cálculo.

		Porcentagem de cada composto	Massa (kg)	n (MOL)	C	H	O	N	S
Glicose	180,16	0,9	0,07478473	0,415	6	12	6		
Lactose	342,3	0,1	0,008309414	0,024	12	22	11		
Linoleico	282,46	0,3	0,011111108	0,039	18	34	2		
Oleico	280,44	0,5	0,018518514	0,066	18	32	2		
Palmitico	256,42	0,2	0,003239032	0,013	16	32	2		
Valina	117,51	0,2	0,003239032	0,028	5	11	2	1	
Leucina	131,17	0,2	0,003239032	0,025	6	13	2	1	
Treonina	119,12	0,2	0,003239032	0,027	4	9	3	1	
Lisina	146,19	0,2	0,003239032	0,022	6	14	2	2	
Metionina	149,21	0,2	0,003239032	0,022	5	11	2	1	1
					6	11	3	0	0

Como as quantidades de nitrogênio e enxofre são muito inferiores quando comparadas aos outros elementos químicos, as mesmas foram desconsideradas. Vale salientar que o nitrogênio e enxofre foram desconsiderados pautados na resolução do CONAMA 316/2002 que prevê até uma emissão de até 280 mg/Nm³ de SO_x e 560 mg/Nm³ de NO_x em usinas de processamento térmico de resíduos sólidos orgânicos.

A partir das informações contidas na Figura (2) foi possível determinar a composição elementar da fórmula molecular mínima do resíduo sólido orgânico. Por fim a molécula de RSO ficou definida como: C₆H₁₁O₃.

Estimativa do PCI do composto formado

As literaturas listadas na Tabela 3 foram utilizadas para realizar a comparação entre o PCI encontrado pela metodologia de Mendeliev para a molécula de RSO e o poder calorífico inferior do resíduo sólido orgânico já publicado nas referências bibliográficas.

Tabela 3 – Referências sobre o valor do poder calorífico inferior (PCI) do resíduo sólido orgânico (RSO).

Referência	PCI (KJ/kg)
Norma Técnica (DEN 06/08, 2008)	5481,04
Elena Casian (Casian, 2013)	4650,00
Alexandre Maranhão (Maranhão, 2008)	3079,42

PCI Mendeliev (Zanatta, 2011)

Considerando a molécula de resíduo orgânico formada anteriormente que possui a fórmula molecular mínima C₆H₁₁O₃ e sabendo que sua massa molar é de 131 g/mol, temos as seguintes proporções de base úmida e base seca para o resíduo sólido orgânico (Tabela 4).

Tabela 4 – Fórmula percentual em base seca e úmida para o resíduo sólido orgânico.

Elemento Químico	Fórmula percentual em base seca (%)	Fórmula percentual em base úmida (%)
C	55	24,3
H	8,4	3,7
O	36,6	16,2
Umidade	0	55,8

Através dos dados apresentados na Tabela 4 e da Equação 1, foi calculado o PCI da molécula de resíduo orgânico conforme os cálculos a seguir:

$$\text{PCI} = 339 * (24,3) + 1030 * (3,7) - 109 * (16,2 - 0) - 24 * 55,8 \quad (2)$$

$$\text{PCI} = 8.943,7 \text{ KJ/kg} = 8,94 \text{ MJ/kg} \quad (3)$$

Objetivando verificar a dispersão estatística entre os dados encontrados na literatura e o valor de PCI calculado a partir da metodologia de Mendeliev, foi realizado o cálculo de desvio padrão tendo como base os valores de PCI para os resíduos sólidos orgânicos descritos na literatura e o PCI calculado para a molécula formada. Assim, encontrou-se que o valor médio do PCI é de 5,54 MJ/kg e o desvio padrão 2,61 MJ/kg quando comparado a média encontrada.

Conclusão

Diante dos resultados podemos afirmar que o valor de PCI calculado para a molécula a partir da metodologia de Mendeliev, juntamente com o desvio padrão determinado para o resíduo sólido orgânico, são aceitáveis quando comparados com os dados encontrados na literatura e também se confrontados com a faixa de variação do PCI de outras biomassas (como por exemplo a cana de açúcar, que apresenta uma variação do PCI entre 7,2 MJ/kg e 13 MJ/kg (Romão Júnior, 2009)).

Vale lembrar que a composição química elementar do resíduo sólido orgânico e suas proporções são variáveis dependendo da amostra analisada, sendo este resíduo um material heterogêneo, o que justifica a variação do PCI em função da amostra analisada.

Com o presente estudo verificou-se o potencial energético dos resíduos sólidos orgânicos, sendo possível utilizá-los em sistemas de cogeração de energia, agregando valor ao resíduo, além de solucionar o problema de destinação final do material, uma vez que quando destinados aos aterros sanitários, ocupam grandes volumes e geram diversos impactos socioambientais.

Para posteriores estudos, propõe-se a utilização da molécula fictícia gerada para o resíduo sólido orgânico ($C_6H_{11}O_3$) em software de modelagem buscando otimizar os sistemas térmicos de combustão em função da biomassa residual utilizada.

Referências

BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Norma Técnica DEN 06/08:** Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS. 2008. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Série Estudos de Energia/20081208_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Série_Estudos_de_Energia/20081208_1.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2016.

BIOMedicina. **Biomedicina Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://www.biomedicinabrasil.com>>. Acesso em 01 de novembro de 2016.

BIZZO, W. A. **Geração, Distribuição e Utilização de Vapor. Capítulo 2 – Combustíveis**, Unicamp, 2012. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em672/GERVAP2.pdf>>. Acesso em 04 de novembro de 2016.

CASIAN, E. **Recuperação de energia em processos de incineração de resíduos**. Dissertação (Mestrado) – Sistemas Energéticos. Universidade de Aveiro, 2013.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 316/02**. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistema de tratamento térmico de resíduos. Brasília, 2002.

FAUSTO, M. A.; ANSALONI, J. A.; SILVA, M. E.; JÚNIOR, J. G.; DEHN, A. A.; CÉSAR, T. B. Determinação do perfil do usuário e da composição química nutricional da alimentação oferecida no restaurante universitário da Universidade Estadual Paulista, Araraquara, Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 3, 2001.

GRIMBERG, E. A. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: A responsabilidade das empresas e a inclusão social**, 2004.

MARANHO, A. S. **Potencial de geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos para Bauru e região**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

RGNutri. **RG Nutri: Identidade em nutrição**, 2015. Disponível em: <www.rgnutri.com.br>. Acesso em 01 de novembro de 2016.

ROMÃO JÚNIOR, R. A. **Análise da viabilidade do aproveitamento da palha da cana de açúcar para a cogeração de energia numa usina sucroalcooleira**. 2009. Dissertação (Mestrado)- Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2009.

SALSA, N. S. **Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares em diferentes formas de habitação**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

VIANA E.; SCHULZ, H. E.; ALBUQUERQUE, R.; NORONHA, A. B. Resíduos alimentares do lixo domiciliar: estudo do uso na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 203 – 211, 2006.

ZANATTA, F. L. **Desenvolvimento e avaliação de um gaseificador de biomassa e estudo do potencial de produção de biogás com resíduos agrícolas e da avicultura**. Dissertação (Doutorado) – Curso de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

ZANIN, T. (2014). Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/tatiana-zanin/>>. Acesso em 01 de novembro de 2016.

ZANIN, T. (2015). Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/tatiana-zanin/>>. Acesso em 01 de novembro de 2016.

DOSSIÊ

PRODUÇÃO DE BUTANOL E ETANOL A PARTIR DA MANIPUEIRA

BUTANOL AND ETHANOL PRODUCING FROM CASSAVA WASTEWATER

Marianne Akemi Neroni Chogi¹

Ana Carolina Vieira Araújo²

Ariovaldo José da Silva³

Iolanda Cristina Silveira Duarte⁴

Submissão: 03/08/2017

Aceite: 17/09/2017

Resumo: O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de diferentes inóculos na produção de butanol e etanol a partir de manipueira. Os inóculos utilizados foram *Clostridium beijerinckii* e esterco bovino. Somente a cultura de *C. beijerinckii* produziu butanol com rendimento de 0,014 g.g⁻¹ e taxa de produtividade igual a 0,002 g/L.h⁻¹. Etanol foi produzido pelo esterco bovino com rendimento 0,51 g.g⁻¹ e taxa de produtividade igual a 0,002 g/L.h⁻¹.

Palavras-chave: Butanol. Etanol. Esterco Bovino. Manipueira.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the influence of different inocula on the production of butanol and ethanol from cassava wastewater. The inoculums used were *Clostridium beijerinckii* and cattle manure. Only the culture of *C. beijerinckii* produced butanol in yield of 0.014 g.g⁻¹ and yield rate equal to 0.002 g/L.h⁻¹. Ethanol was produced by cattle manure in yield of 0.51 g.g⁻¹ and yield rate equal to 0.002 g/L.h⁻¹.

Keywords: Butanol. Ethanol. Cattle Manure. Cassava Wastewater

¹ Mestrado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), marianneakemi@hotmail.com

² Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), acvaraujo@gmail.com

³ Doutorado. Universidade de Campinas (Unicamp), ariovaldo.silva@feagri.unicamp.br

⁴ Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), iolanda@ufscar.br

Introdução

O butanol e etanol produzidos pela fermentação Alcool/Butanol/Acetona (ABE) são importantes alternativas de combustíveis em relação ao cenário atual de consumo e poluição por combustíveis fósseis (Sirisantimethakom et al., 2016).

A problemática dessa fermentação está relacionada a seu custo de produção, já que grande parte dos substratos utilizados competem diretamente com a base alimentar humana (Kennes et al., 2016). Geralmente são utilizados na fermentação substratos ricos em carboidratos, farinha e amido de milho, arroz, mandioca ou trigo, produtos que podem ser hidrolisados em açúcares fermentáveis. Outra fonte do processo fermentativo são os açúcares como glicose, sacarose, xilose, celobiose, entre outros (Chen et al., 2013).

Recentes pesquisas têm utilizado como substrato diferentes fontes ricas em carboidratos, mas que necessitam de um pré-tratamento (Harde et al., 2016) com a finalidade de disponibilizar esses carboidratos em substratos fermentáveis por esses micro-organismos. Fontes como palha de arroz, palha de milho, resíduos de madeira, resíduos da indústria de mandioca, resíduos da indústria de leite, resíduos da indústria sucroalcooleira, e diversas outras indústrias (Ibrahim et al., 2015; Kumar & Gayen, 2011), têm sido utilizadas como substratos para a produção ABE.

É importante ressaltar que essas fontes alternativas se tratam de resíduos que na sua grande maioria não tem alternativa de uso e são descartados em solos ou em rios seguindo os padrões de descarte descritos na legislação, é uma matéria prima com alto valor agregado e, portanto, passível de reutilização.

Um resíduo muito produzido é a água residuária do processamento da mandioca em farinha e amido. Esse resíduo apresenta um alto teor de carboidratos (O-Thong et al., 2011), e de cianeto, o qual é tóxico para os humanos e animais (Kaewkannetra, 2009). A maioria do resíduo gerado

geralmente é descartada no solo em forma de irrigação das plantações de mandioca ou é oferecido aos animais (Ribas & Barana, 2003).

O presente estudo teve por objetivo utilizar a manipueira (resíduo do processamento de mandioca) para a produção de butanol e etanol.

Material e Métodos

O experimento foi realizado com dois inóculos, *C. beijerinckii* ATCC 10132 (CB) e esterco bovino (EB), a produção de ambos foi avaliada quando alimentados com manipueira com demanda química de oxigênio (DQO) de 5g. L⁻¹. O inóculo EB foi submetido a dois diferentes ensaios um no qual foi oferecido como substrato apenas a manipueira (EBS) e outro que o substrato foi enriquecido com o meio solvetogênico (EBE).

C. beijerinckii foi ativado em meio RCM (Reinforced Clostridial Media) a 37 °C. Após 48 h de crescimento foram repicadas em 800 mL do mesmo meio e incubadas nas mesmas condições, quando a leitura de OD 600nm da cultura alcançou 0,5-0,6 nm foi incubada nos reatores.

O inóculo de esterco bovino (EB) (10 g) foi inoculado em 150 mL de meio PYG (Peptone-Yeast extract-Glucose), incubado a 37 °C por 24 h. Após esse período a cultura foi submetida a um choque-térmico a 90 °C em banho-maria por 10 min (Maintinguer et al., 2008) para selecionar as bactérias produtoras de endósporos. Com auxílio de uma seringa, 10 mL da cultura pré-tratada foram inoculados em 150 mL de meio RCM previamente fluxionado com gás N₂, incubados a 37 °C por 24 h e após esse período, 10 mL dessa cultura foram injetados em meio RCM seguindo as mesmas condições de preparo e incubação.

Essa cultura pré-tratada foi submetida a análise de PCR específico para o gênero *Clostridium* utilizando os *primers* SJ-F e SJ-R, para a confirmação da presença desse grupo (HU et al., 2014). A extração do DNA foi realizada

seguindo o protocolo de extração do kit para bactérias gram-positivas DNA GeneJET Genomic DNA Purification (Thermo Scientific).

O substrato escolhido para os ensaios de produção de butanol e etanol foi a manipueira de uma fábrica de farinha localizada no município de Araras - SP. Esse efluente apresentou as seguintes características: pH 5,25, sólidos totais 64,75 g. L⁻¹, sólidos totais voláteis 49,67 g. L⁻¹, total de açúcar redutor 20 g. L⁻¹, DQO 95,33 g. L⁻¹. A manipueira foi armazenada sob refrigeração (-20 °C).

Para tornar o amido mais disponível realizou-se a hidrólise da manipueira (Rosa et al., 2014), o pH foi ajustado para 6,0 com solução NaOH 10 M e amostras de 40 mL foram centrifugadas por 5 minutos em rotação igual 7500 rpm. Uma alíquota dessa manipueira foi filtrada em filtro de acetato de celulose 0,2 µm com a finalidade de medir a DQO do resíduo. A DQO foi determinada utilizando o kit de DQO HACH 3-150 mg.L⁻¹.

Com a cultura de *C. beijerinckii* foram montados dois reatores com volume reacional de 1,5 L cada e um total de 3 L, sob anaerobiose com N₂, o pH foi ajustado para 6 com solução NaOH 10 M. Com o intuito de manter o meio estéril, a manipueira foi adicionada ao frasco com auxílio de uma seringa, um filtro de acetato de celulose 0,2 µm foi acoplado entre a seringa e a agulha a manipueira foi injetada nos frascos passando pelo filtro. Com os reatores montados, 20% (v/v) do inóculo CB com OD_{600nm} de 0,5-06 foi inoculado nos reatores.

Para o inóculo EBE foi testado um meio de produção com a seguinte composição (g.L⁻¹): MnSO₄. H₂O (0,01), NaCl (0,01), FeSO₄. 7H₂O (0,01), acetato de amônio (1,5), ácido para-aminobenzóico (0,001), biotina (0,00001), KH₂PO₄ (1,0), K₂HPO₄.3H₂O (0,75), extrato de levedura (2,0). Para o inóculo EBS somente água destilada e manipueira.

Com uma seringa, amostras de 2 mL foram retiradas para as seguintes análises: pH, OD_{600nm}, açúcares redutores com o método 3,5 ácido

dinitrosalicílico (DNS) (Miller et al., 1959) e biomassa seca (g.L^{-1}) (APHA, 2005). As medidas de DQO em g.L^{-1} foram realizadas nos tempos 0 h e 106 h.

Os álcoois e ácidos orgânicos foram determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (Penteado et al., 2012). A detecção dos ácidos foi realizada pelo detector ultravioleta e arranjo de diodos (UV-DAD) e a dos álcoois pelo detector de índice de refração (RID-10A). Para separação dos metabólitos utilizou-se a coluna Aminex HPX-87H a 43°C e ácido sulfúrico 0,01 N como eluente com fluxo de $0,5 \text{ mL.min}^{-1}$, cada corrida tinha duração de 65 minutos, para a análise dos dados foi utilizado o software 42 Class-VP (SHIMADZU modelo Prominence).

Resultados e Discussão

A cultura de *C. beijerinckii* produziu $0,02 \text{ g.L}^{-1}$ de butanol em 12 h, com rendimento igual a $0,014 \text{ g.g}^{-1}$ e produção de $0,002 \text{ g/L.h}^{-1}$ (Tabela 1), outro fator que corrobora a produção de butanol nesse período é a diminuição do pH de 5,2 no início da operação para 4,9 após 12h. Porém, a partir das 12h de experimento a produção de butanol diminuiu. Desta forma, sob as condições utilizadas no período de 12 h é possível obter produção de butanol.

Para o inóculo EBE e EBS não ocorreu produção de butanol, o consumo de açúcar redutor e o crescimento do inóculo foram muito baixos. A diferença no crescimento, OD medido ao longo do ensaio, entre EBE e EBS deve-se ao fato do enriquecimento realizado com o inóculo EBE, mas quando comparado ao inóculo CB o EBE não apresenta valores de OD significativos.

Os inóculos EBE e EBS produziram apenas etanol sendo que o inóculo EBE apresentou rendimento mais elevado ($0,51 \text{ g.g}^{-1}$) (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de produção de etanol e butanol obtidos na fermentação ABE com manipueira.

	Inóculos		
	<i>C. beijerinckii</i>	EBE	EBS
Tempo de fermentação (h)	12	106	12
Butanol (g.L ⁻¹)	0,02	0	0
Etanol (g.L ⁻¹)	0,69	0,17	0,026
Rendimento butanol (g.g ⁻¹)	0,015	0	0
Rendimento etanol (g.g ⁻¹)	0,51	0,51	0,21
Produção butanol (g/L.h ⁻¹)	0,002	0	0
Produção etanol (g/L.h ⁻¹)	0,06	0,002	0,002

A diferença de produção entre os inóculos EBE e EBS foi decorrência do meio suplementado que foi utilizado na fermentação de EBE.

A concentração inicial do substrato poderia ser mais elevada e provavelmente a produção de solventes pelo inóculo EBE poderia alcançar valores mais significativos de rendimento do que os encontrados.

É importante ressaltar que houve produção de ácido butírico (0,91 g.L⁻¹) em 12 horas de fermentação e etanol para cepa. Esse resultado mostra que existe a possibilidade de adequar as condições para que haja maior conversão de ácido butírico em butanol.

Um estudo realizado por Fathima et al. (2016) a produção de etanol foi de 4,6 g.L⁻¹ de etanol com rendimento 0,26 g.g⁻¹ utilizando *C. phytofermentans* na fermentação de biomassa de alga. Outro estudo (Lehamann & Eversloh, 2011) utilizando um mutante de *C. acetobutylicum* alcançou rendimento igual a 0,29 g.g⁻¹ de etanol e uma produção de 16,2 g.L⁻¹ de etanol, modificando a espécie de *C. thermocellum*. Thompson et al. (2015) conseguiram uma produção de etanol igual a 1,27 g.L⁻¹ com de rendimento 0,32 g.g⁻¹ com a melhor cepa modificada.

Segundo Fond et al. (1986), em taxas de alimentação baixas a concentração do meio se torna limitante, o que resulta em um crescimento mais

lento, uma transição metabólica mais lenta, e assim há maior acúmulo de ácidos, já que para que ocorra a assimilação dos ácidos produzidos é necessário que ainda haja algum tipo de açúcar no meio. Linggang et al. (2013) relatam que ao utilizar uma concentração de açúcar igual a 30 g.L^{-1} obtiveram maior concentração de ácidos residuais do que com uma concentração 50 g.L^{-1} , e devido a essa baixa concentração muitas vezes após a fermentação uma concentração de açúcar ainda pode ser encontrada no meio, porém não supre a quantidade necessária para a assimilação dos ácidos orgânicos.

A baixa produção de butanol pode estar relacionada à quantidade de substrato inicial pois, aumentando a concentração de substrato de 25 g.L^{-1} para 75 g.L^{-1} Abd-lla et al. (2012) obtiveram como resultado $3,10 \text{ g.L}^{-1}$ e $12,3 \text{ g.L}^{-1}$ de butanol. Ao isolarem uma cepa nativa, Al-Shorgani et al. (2016) ofereceram 20 g.L^{-1} de substrato e a produção de butanol foi de $3,71 \text{ g.L}^{-1}$ para $6,2 \text{ g.L}^{-1}$ ao usarem uma concentração de 30 g.L^{-1} de substrato.

Meios suplementados apresentaram maiores produção de solventes e melhor crescimento microbiano. Alguns estudos mostram que o enriquecimento com concentrações baixas de elementos, como zinco (Wu et al., 2013), extrato de levedura, nitrogênio (Abd-Alla et al., 2012), ou ácido butírico melhoram a produção de solventes na fermentação ABE. É importante ressaltar que mesmo sem suplementação é possível produzir os solventes mesmo que em baixas concentrações.

Conclusões

A produção de butanol e etanol a partir de manipueira pode ser obtida por *C. beijerinckii*.

A manipueira se mostrou como um substrato em potencial para a fermentação ABE, contudo é necessário adequar as condições do processo fermentativo a fim de aumentar as concentrações finais de solventes.

Esterco bovino pré-tratado pode ser usado para produção de etanol a partir de manipueira e, quando suplementado com meio enriquecido para micro-organismos solvetogênicos, apresentou rendimento mais elevado.

A pesquisa mostra o potencial de dois resíduos, manipueira e esterco bovino, na obtenção de butanol e etanol, gerando novas alternativas de uso e agregando valor aos resíduos em função dos produtos produzidos.

Referências

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.

ABD-ALLA, M. H.; EL-ENANY, A. W. E. Production of acetone-butanol-ethanol from spoilage date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits by mixed culture of *Clostridium acetobutylicum* and *Bacillus subtilis*. **Biomass and Bioenergy**, v. 42, p. 172-178, 2012.

AL-SHORGANI, N. K. N.; ISA, M. H. M.; YUSOFF, W. M. W.; KALIL, M. K.; HAMID, A. A. Isolation of a *Clostridium acetobutylicum* strain and characterization of its fermentation performance on agricultural wastes. **Renewable Energy**, v. 86, p. 459-465, 2016.

CHEN, Y.; ZHOU, T.; LIU, D.; LI, A.; XU, S.; LIU, Q.; LI, B.; YING, H. Production of Butanol from Glucose and Xylose with Immobilized Cells of *Clostridium acetobutylicum*. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 18, p. 234-241, 2013.

FATHIMA, A. A.; SANITHA, M.; KUMAR, T.; IYAPPAN, S.; RAMYA, M. Direct utilization of wastewater algal biomass for ethanol production by cellulolytic *Clostridium phytofermentans* DSM1183. **Bioresource Technology**, v. 202, p. 253-256, 2016.

FOND, O.; ENGASSER, J.M.; MATTA-EL-AMOURI, G.; PETITDEMANGE, H. The acetone butanol fermentation on glucose and xylose. II. Regulation and kinetics in batch cultures. **Biotechnology Bioengineering**, v. 28, n. 2 p. 167-175, 1986.

HARDE, S. M.; JADHAV, S. B.; BANKAR, S. B.; OJAMO, H.; GRANSTROM, T.; SINGHAL, R. S.; SURVASE, S. A. Acetone-butanol-ethanol (ABE) fermentation using the root hydrolysate after extraction of forskolin from *Coleus forskohlii*. **Renewable Energy**, v. 86 p. 594-601, 2016.

HU, X.-L.; WANG, H.-Y.; WU, Q.; XU, Y. Development, validation and application of specific primers for analyzing the clostridial diversity in dark fermentation pit mud by PCR-DGGE. **Bioresource Technology**, v. 163, p. 40-47, 2014.

KENNES, D.; ABUBACKAR, H. N.; DIAZ, M.; VEIGA, M C.; KENNES, C. Bioethanol production from biomass: carbohydrate vs syngas fermentation. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**. v. 91, n. 4, p. 304-317, 2016.

KAEWKANNETRA, P.; IMAI, T.; GARCIA-GARCIA, F. J.; CHIU, T. Y. Cyanide removal from cassava mill wastewater using *Azotobacter vinelandii* TISTR 1094 with mixed

microorganisms in activated sludge treatment system. **Journal of Hazardous Materials**, v. 172, p.224–228, 2009.

KUMAR, M.; GAYEN, K. Developments in biobutanol production: New insights. **Applied Energy**, v.88, p. 1999–2012, 2011.

IBRAHIM, M. F.; ABD-AZIZ, S.; EZREEZA, M.; YUSOFF, M.; PHANG, L. Y.; HASSAN, M. A. Simultaneous enzymatic saccharification and ABE fermentation using pretreated oil palm empty fruit bunch as substrate to produce butanol and hydrogen as biofuel. **Renewable Energy**, v. 77, p. 447-455, 2015.

LEHMANN, D.; EVERSLOH, T. Switching *Clostridium acetobutylicum* to an ethanol producer by disruption of the butyrate/butanol fermentative pathway. **Metabolic Engineering**, v. 13, p. 464–473, 2011.

LINGGANG, S.; PHANG, L.-Y.; WASOH, H.; ABD-AZIZ, S. Acetone–Butanol–Ethanol Production by *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 Using Sago Pith Residues Hydrolysate. **Bioenergy Research**, v.6, p. 321-328, 2013.

MAINTINGUER, S.I.; FERNANDES, B.S.; DUARTE, I.C.S.; SAAVEDRA, N.K.; ADORNO, M.A.T.; VARESCHE, M.B. Fermentative hydrogen production by microbial consortium. **International Journal of Hydrogen Energy**, 33 (16), p. 4309-4317, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, p. 426-429, 1959.

O-THONG, S.; HNIMAN, A.; PRASERTSAN, P. IMAI, T. Biohydrogen production from cassava starch processing wastewater by thermophilic mixed cultures. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 36, p. 3409-3411, 2011.

PENTEADO, E. D.; ADORNO, M. A. T.; ZAIAT, M. Simple and accurated method for determination of fatty acids, alchools and carbohydrates by HPLC with UV/DAD and RID Detectors. **38th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques**. Anais.California, USA: 2012.

RIBAS, M. M. F.; BARANA, A.C. Start-up adjustment of a plug-flow digester for cassava wastewater (Manipueira) treatment. **Scientia Agricola**, v. 60 n.2, 2003.

SIRISANTIMETHAKOM, S.; LAOPAIBOON, L.; SANCHANDA, P; CHATLEUDMONGKOL, J.; LAOPAIBOON, P. Improvement of butanol production from sweet sorghum juice by *Clostridium beijerinckii* using an orthogonal array design. **Industrial Crops and Products**, v.79, p. 287–294, 2016.

THOMPSON, R. A.; LAYTON, D. S.; GUSS, M. A.; OLSON, D. G.; LYND, L.R.; TRINH, C. T. Elucidating central metabolic redox obstacles hindering ethanol production in *Clostridium thermocellum*. **Metabolic Engineering**, v.32, p. 207–219, 2015.

WU, Y. D.; XUE, C. CHEN, L. J.; BAI, J. W. Effect of zinc supplementation on acetone–butanol–ethanol fermentation by *Clostridium acetobutylicum*. **Journal of Biotechnology**, v. 165, p. 18– 21, 2013.

DOSSIÊ

ESTABILIDADE TÉRMICA DE CARVÕES DE SABUGO DE MILHO PRODUZIDOS VIA MICRO- ONDAS

THERMAL STABILITY OF CORNCOB CHARCOAL PRODUCED BY MICROWAVES

Carolina M. Santos³
Leandro S. de Oliveira⁴
Adriana S. França⁵

Submissão: 04/08/2017

Aceite: 01/10/2017

Resumo: Este estudo teve como objetivo a caracterização da degradação térmica de carvões produzidos via micro-ondas a partir de sabugo de milho. Por análise termogravimétrica foi possível identificar três fases de decomposição do material, sendo essa característica observada também para os carvões. Notou-se que houve diferença significativa no tempo de preparo entre as diferentes granulometrias, porém, quando comparado ao tempo despendido em forno mufla (Marconi, Modelo 385/3), as diferenças entre tempo de preparo são desprezíveis. A estabilidade térmica dos carvões para as diferentes granulometrias estudadas não apresentou grandes diferenças, tendo os carvões apresentado rendimento final entre 20-25%.

Palavras-chave: Sabugo de milho. Carvão. micro-ondas.

Abstract: The aim of this work was to characterize the thermal degradation of charcoals produced by microwave treatment of corncobs. Thermogravimetric analysis allowed the identification of three phases of material decomposition, with this characteristic being also observed for the charcoals. It was observed that there was a significant difference in the preparation time between the different granulometries; however, when compared to the time necessary for carbonization in a muffle oven, such differences were negligible. The thermal stability of the charcoals of different granulometries did not show significant differences, with the produced charcoals presenting final yields in the range of 20 to 25%.

Keywords: Corncob. Coal. Microwave.

³ M.^a. Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: carolmonteiro@ufmg.br

⁴ Dr. Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: leandro@demec.ufmg.br

⁵ Dr.^a. Universidade Federal de Minas Gerais E-mail: drisfranca@gmail.com

Introdução

Os combustíveis fósseis são responsáveis por cerca de 80% do consumo energético mundial, sendo o carvão mineral o mais utilizado nos tempos modernos, porém, caracteriza-se também como o mais poluente. Não é renovável e as reservas podem extinguir-se no futuro (Franco e Diaz, 2009; Abas *et al.*, 2015; Mohr *et al.*, 2015).

Nos últimos anos a utilização de energias renováveis vem recebendo maior atenção devido à vasta gama de biocombustíveis disponíveis, seu alto desempenho e baixas emissões de gases poluentes. Nesse aspecto, a biomassa enquadra-se como potencial fonte de energia renovável (Tabakaev *et al.*; Guo *et al.*, 2015). Sua principal aplicação é em caldeiras, podendo ser utilizada de forma direta ou conjunta com carvão mineral (Jayaraman *et al.*, 2017).

Para o desenvolvimento e a instalação de plantas termoquímicas de conversão há a necessidade de se conhecer profundamente a composição, os parâmetros de combustão e a cinética do processo dos materiais a serem utilizados, nesse aspecto, a utilização de técnicas como a termogravimetria é de extrema importância (Jayaraman *et al.*, 2017).

Um dos principais processos de conversão é a pirólise, que pode ser realizada em fornos mufla ou reatores, porém, a utilização da técnica de micro-ondas tem ganhado grande visibilidade no decorrer dos anos (Holland, 1994). Essa técnica permite um melhor controle do processo e da produção seletiva dos compostos devido à uniformidade de temperatura atingida na mistura dos reagentes utilizados, além disso, os materiais orgânicos possuem a capacidade de absorver as micro-ondas e convertê-las em energia calorífica, podendo assim elevar o seu potencial energético (Mushtaq *et al.*, 2014).

Utilizar biomassa como recurso energético ainda é um grande desafio devido a suas particularidades, porém, o volume exorbitante de material disponível é um dos principais fatores a seu favor. Terceiro no ranking mundial de produção de milho, o Brasil gerou cerca de 15 milhões de toneladas de

sabugo, decorrentes do processamento industrial, na safra de 2015/2016 (Conab, 2016). Sem aplicação aparente sua disposição final inadequada, além de gerar danos ambientais, torna-se um problema econômico para o empreendimento.

A aplicação da técnica de micro-ondas em sabugo de milho tem como principal objetivo a separação de compostos de interesse como, por exemplo, furfural (Ren *et al.*, 2016) e açúcares (Deng *et al.*, 2016; Yan *et al.*, 2017), não tendo sido encontrado na literatura sua utilização para a produção de carvões com finalidade energética.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo o estudo da degradação térmica de sabugo de milho e de carvões dessa biomassa produzidos em forno micro-ondas, com o intuito de gerar dados para a discussão da potencial aplicabilidade desse material como possível fonte alternativa de energia.

Materiais e métodos

Preparação da biomassa

Foram utilizados sabugos de milho, plantados e colhidos em um sítio em Belo Horizonte, Minas Gerais. Os sabugos foram lavados com água destilada e detergente, reduzidos a fragmentos e dispostos em estufa de secagem e esterilização a 105 °C até secagem. Após essa etapa, os pedaços secos de sabugo foram triturados em moinho de rotor seguido de peneiramento, passante em peneira ABNT nº 20, 35, 60 e 100 mesh. Após estes tratamentos, o extrato remanescente foi levado ao Forno micro-ondas (Sharp carousel, modelo r 3a87, 2.450 MHz) em potência máxima até o início da combustão.

Análises Térmicas

Foi utilizado o analisador térmico TGA-51 da Shimadzu. As amostras foram dispostas em cadinhos de alumínio, utilizando nitrogênio como gás de

arraste, com vazão de 100 ml.min⁻¹ e taxa de aquecimento de 10 °C.min⁻¹ até 600 °C. A massa das alíquotas analisadas variou entre 20 a 20,05 mg.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Espectroscopia de raios-x por dispersão de energia (EDS)

Utilizou-se o microscópio eletrônico de varredura com espectroscopia de raios-x por dispersão de energia acoplado da marca Hitachi TM3000. As amostras foram colocadas em fitas de carbono e analisadas nos aumentos de 2000 e 2500 vezes. Quatro regiões, escolhidas de forma aleatória, foram utilizadas para análise qualitativa dos elementos presentes nas amostras.

Resultados e discussões

Tempo de produção dos carvões

A conversão térmica por meio de forno micro-ondas, diferentemente do forno mufla convencional onde o calor transfere-se das camadas mais superficiais para as mais internas do material, dá-se por aquecimento dielétrico por micro-ondas, sendo realizado por polarização dipolar e condução iônica (Kappe *et al.*, 2009). Confere o aquecimento seletivo dos constituintes da matéria-prima que absorvem as micro-ondas mais intensamente como, por exemplo, a água. Assim, de forma geral, a biomassa necessita de menos pré-tratamentos como trituração e secagem, elevando assim o seu potencial energético (Luque *et al.*, 2012). Apresentam-se na Tabela 1 os tempos de produção dos carvões de sabugo de milho em forno-micro ondas para as diferentes granulometrias estudadas.

Tabela 1. Tempo despendido para a produção dos carvões de sabugo de milho em diferentes granulometrias em forno micro-ondas.

Granulometria (mesh)	Tempo
20	7 minutos 45 segundos
35	5 minutos
60	3 minutos 45 segundos
100	3 minutos 26 segundos

Nota-se que o tempo de produção reduziu com a diminuição do tamanho da partícula do material. Devido ao aumento da área superficial de contato, a amostra torna-se mais homogênea, e, assim, mais representativa (Novák, 1999).

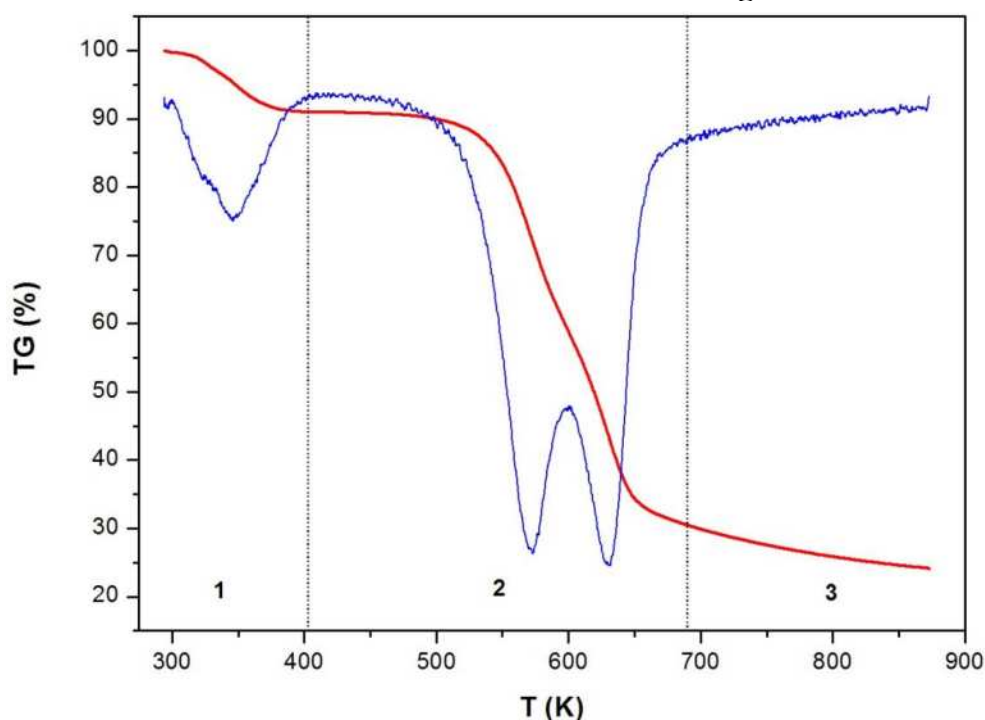
Observa-se que a diferença entre os tempos finais de produção dos carvões variou de forma considerável entre as granulometrias estudadas, onde o tempo de produção para a menor granulometria foi de cerca de metade do tempo utilizado para a de maior granulometria. Em forno mufla convencional, com taxa de aquecimento de $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, depende-se no mínimo 30-40 minutos para a produção de carvões, nesse aspecto, a utilização da tecnologia de micro-ondas possui grande vantagem, pois, diminuiu consideravelmente o tempo de produção, para uma média de ± 5 minutos.

Estabilidade térmica das amostras

Conforme o tipo de cultura, modo e condições edafoclimáticas de cultivo, dentre outros fatores, varia a composição química dos materiais orgânicos (Wang *et al.*, 2012). Essas particularidades, além da grande heterogeneidade de sua estrutura, fazem com que o processo de conversão térmica seja extremamente complexo devido ao grande número e diversidade das reações que transcorrem (Damartzis *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2015). As proporções de celulose, hemicelulose, lignina, e a presença de sais inorgânicos, podem interferir diretamente no comportamento térmico da biomassa (Conesa *et al.*, 2014), pois esses constituintes apresentam comportamentos térmicos distintos devido às diferenças inerentes de suas estruturas químicas.

Apresenta-se na Figura 1 a análise termogravimétrica e sua derivada da amostra seca de sabugo de milho, em atmosfera inerte, podendo ser observada a grande complexidade da amostra. Nota-se que durante o processo de degradação térmica até $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ houve três eventos de decomposição térmica, onde cerca de 75% da biomassa foi degradada, havendo ao final um percentual de cerca de 25% de resíduo.

Figura 1. Curvas TG e DTG da amostra seca de sabugo de milho, na taxa de aquecimento de 10 °C/min até 600 °C, em atmosfera de nitrogênio.



O primeiro evento de degradação observado, até aproximadamente 110 °C está relacionado à desidratação do material, onde a amostra apresentou cerca de 10% de umidade.

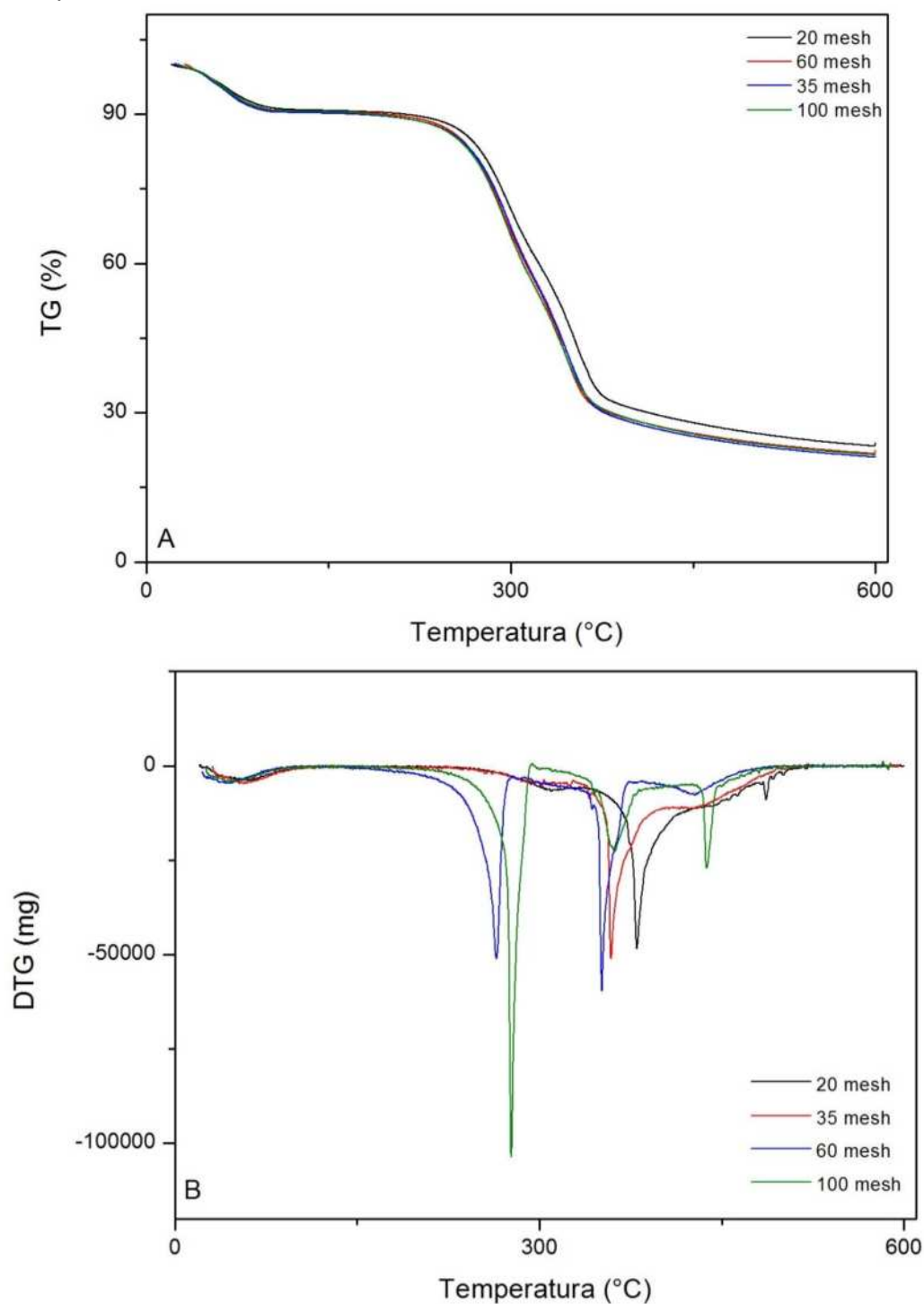
No segundo evento, de 220 °C a 380 °C observa-se a mais intensa degradação do material, na região característica da degradação da celulose e da hemicelulose presentes (Gašparovič *et al.*, 2010), correspondente a uma perda de massa de cerca de 70%. Observam-se dois picos da DTG, o primeiro a 295 °C e o segundo a 350 °C, sendo que no segundo pico nota-se sobreposição, indicando compostos distintos com reatividades diferentes (Vamvuka *et al.*, 2003; Kok e Özgür, 2013).

O terceiro evento, a partir de 385 °C se refere à continuação da decomposição da lignina, que se iniciou no estágio anterior (Bartkowiak e Zakrzewski, 2004), caracterizando eventos com baixas taxas de decomposição. Nessa região, obteve-se 5 % de perda de massa, com 25% de produto final.

As curvas TG e DTG dos carvões produzidos (Figura 2) quando comparadas a amostra seca (Figura 1), são semelhantes, podendo serem

observadas as três diferentes etapas de degradação em todas as amostras, indicando que, mesmo após tratamento térmico via micro-ondas, ainda se fazem presente na constituição dos carvões os componentes lignocelulósicos da biomassa.

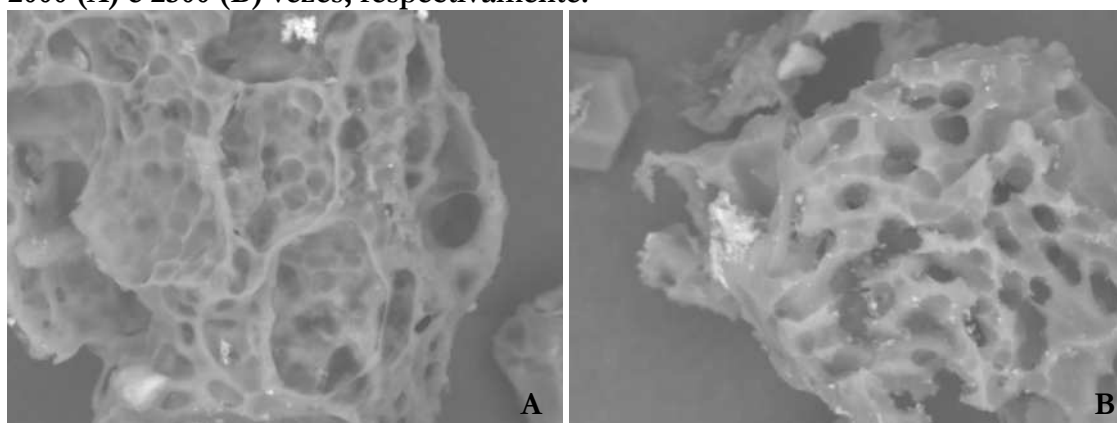
Figura 2. Curvas TG (A) e DTG (B) dos carvões de sabugo de milho produzidos em forno micro-ondas, em atmosfera inerte, com taxa de aquecimento de 10 °C/min até 600 °C.



Analisando-se as curvas DTG observa-se que os biocarvões não apresentaram diferenças no perfil das curvas. As dessemelhanças de intensidade e deslocamento observadas podem ser atribuídas a maior homogeneidade das amostras de menor granulometria, estas que possuem maior contato com os gases do processo e, fornecem curvas mais refinadas e precisas. Pelas curvas TG percebe-se que o biocarvão de 20 mesh apresentou a maior estabilidade térmica, com produto residual de aproximadamente 25%. Os demais biocarvões apresentaram produto residual na faixa dos 20%.

As análises de microscopia eletrônica (Figura 3) revelaram um material extremamente poroso, com superfície de poros esféricos, estruturados e heterogêneos. De acordo com Salema e Ani (2012) e Miura *et al.* (2004) na pirólise de biomassa em micro-ondas há a formação de gás dentro das partículas do material, e, estes formam canais conforme vão saindo do material, conferindo esse aspecto à amostra. Além disso, é possível observar o acúmulo de grânulos de coloração clara na superfície do material que, de acordo com a análise de EDS, pode ser associado à presença de potássio. Além do potássio, as análises de EDS indicaram a presença de carbono, oxigênio, cálcio e fósforo.

Figura 3. Microscopia eletrônica de varredura da amostra de 60 mesh dos carvões de sabugo de milho produzidos em forno micro-ondas sob o aumento de 2000 (A) e 2500 (B) vezes, respectivamente.



Conclusões

O presente estudo demonstrou que o sabugo de milho possui características intrínsecas de grande interesse para aplicação como

biocombustível sólido comercial como, por exemplo, baixa umidade e estabilidade térmica. A tecnologia de micro-ondas mostrou-se de grande interesse ao diminuir drasticamente o tempo de produção de carvões, além de não requerer pré-tratamento minucioso da biomassa, tendo sido observado que o biocarvão de maior granulometria apresentou maior estabilidade térmica.

Outros fatores devem ainda ser estudados e integrados a esse conhecimento, como a modelagem cinética da combustão desses carvões e a determinação de seus parâmetros termodinâmicos, para determinar a viabilidade ou não da utilização da técnica para a produção de biocombustível sólido comercial, porém, esse estudo aponta sua potencialidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Institucional da Escola de Engenharia da UFMG e a Laura Rodrigues Alves Soares pela doação das amostras utilizadas.

Referências

ABAS, N.; KALAIR, A.; KHAN, N. Review of fossil fuels and future energy technologies. **Futures**, v. 69, p. 31-49, 5// 2015. ISSN 0016-3287. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328715000397> >.

BARTKOWIAK, M.; ZAKRZEWSKI, R. Thermal degradation of lignins isolated from wood. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 77, n. 1, p. 295-304, 2004// 2004. ISSN 1572-8943. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/B:JTAN.0000033214.95457.fe> >.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2015/2016**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento 2016.

CONESA, J. A.; URUEÑA, A.; DÍEZ, D. Corn stover thermal decomposition in pyrolytic and oxidant atmosphere. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 106, p. 132-137, 2014. ISSN 0165-2370.

DAMARTZIS, T. et al. Thermal degradation studies and kinetic modeling of cardoon (*Cynara cardunculus*) pyrolysis using thermogravimetric analysis (TGA). **Bioresource**

Technology, v. 102, n. 10, p. 6230-6238, 5// 2011. ISSN 0960-8524. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852411002458> >.

DENG, A. et al. Production of xylo-sugars from corncob by oxalic acid-assisted ball milling and microwave-induced hydrothermal treatments. **Industrial Crops & Products**, v. 79, p. 137-145, 2016. ISSN 0926-6690.

FRANCO, A.; DIAZ, A. R. The future challenges for “clean coal technologies”: Joining efficiency increase and pollutant emission control. **Energy**, v. 34, n. 3, p. 348-354, 3// 2009. ISSN 0360-5442. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544208002508> >.

GAŠPAROVIČ, L.; KOREŇOVÁ, Z.; JELEMENSKÝ, P. Kinetic study of wood chips decomposition by TGA. **Chem. Pap.**, Heidelberg, v. 64, n. 2, p. 174-181, 2010. ISSN 0366-6352.

GUO, M.; SONG, W.; BUHAIN, J. Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 712-725, 2// 2015. ISSN 1364-0321. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114008302> >.

HOLLAND, K. M. **Process of destructive distillation of organic material**: Google Patents 1994.

JAYARAMAN, K.; KOK, M. V.; GOKALP, I. Thermogravimetric and mass spectrometric (TG-MS) analysis and kinetics of coal-biomass blends. **Renewable Energy**, v. 101, p. 293-300, 2// 2017. ISSN 0960-1481. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148116307820> >.

KAPPE, C., O.; DALLINGER, D.; MURPHEE, S. **Practical Microwave Synthesis for Organic Chemists: Strategies, Instruments, and Protocols**: Wiley 2009.

KOK, M. V.; ÖZGÜR, E. Thermal analysis and kinetics of biomass samples. **Fuel Processing Technology**, v. 106, p. 739-743, 2013. ISSN 03783820.

LIU, W.-J.; JIANG, H.; YU, H.-Q. Thermochemical conversion of lignin to functional materials: a review and future directions. **Green Chemistry**, v. 17, n. 11, p. 4888-4907, 2015. ISSN 1463-9262. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1039/C5GC01054C> >.

LUQUE, R. et al. Microwave-assisted pyrolysis of biomass feedstocks: the way forward? **Energy & Environmental Science**, v. 5, n. 2, p. 5481-5488, 2012. ISSN 1754-5692. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1039/C1EE02450G> >.

MIURA, M. et al. Rapid pyrolysis of wood block by microwave heating. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 71, n. 1, p. 187-199, 2004. Disponível em: < [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-1842419454&doi=10.1016/S0165-2370\(03\)00087-1&partnerID=40&md5=99d3782803d37f6363c3278a980ead1a](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-1842419454&doi=10.1016/S0165-2370(03)00087-1&partnerID=40&md5=99d3782803d37f6363c3278a980ead1a) >.

MOHR, S. H. et al. Projection of world fossil fuels by country. **Fuel**, v. 141, p. 120-135, 2/1/ 2015. ISSN 0016-2361. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236114010254> >.

MUSHTAQ, F.; MAT, R.; ANI, F. N. A review on microwave assisted pyrolysis of coal and biomass for fuel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 555-574, 11// 2014. ISSN 1364-0321. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114005255> >.

NOVÁK, C. Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, Series Editor: Patrcik K. Gallagher, Volume 1, Principles and Practice, Editor: Michael E. Brown, Elsevier 1998, ISBN 0 444 82085 X. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 57, n. 2, p. 623-624, 1999// 1999. ISSN 1572-8943. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010161318030> >.

REN, J. et al. Microwave-assisted hydrothermal treatment of corncob using tin(IV) chloride as catalyst for furfural production. **Cellulose**, Dordrecht, v. 23, n. 3, p. 1649-1661, 2016. ISSN 0969-0239.

SALEMA, A. A.; ANI, F. N. Microwave-assisted pyrolysis of oil palm shell biomass using an overhead stirrer. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 96, p. 162-172, 2012. Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84861713110&doi=10.1016/j.jaap.2012.03.018&partnerID=40&md5=e7e5a10527b357db477232c7ac9a8173> >.

TABAKAEV, R. et al. Thermal processing of biomass into high-calorific solid composite fuel. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, ISSN 0165-2370. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165237016306751> >.

VAMVUKA, D. et al. Pyrolysis characteristics and kinetics of biomass residuals mixtures with lignite. **Fuel**, v. 82, n. 15-17, p. 1949-1960, 10// 2003. ISSN 0016-2361. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236103001534> >. Acesso em: 2003/12//.

WANG, L. et al. **Sintering characteristics and mineral transformation** Energy & Fuels. 26: 5905-5916 p. 2012.

YAN, Y.-H. et al. Xylo-sugars production by microwave-induced hydrothermal treatment of corncob: Trace sodium hydroxide addition for suppression of side effects. **Industrial Crops & Products**, 2017. ISSN 0926-6690.

DOSSIÊ

**ESTUDO DA BIOMASSA TERMOTRATADA DE
BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA FINS
ENERGÉTICOS****STUDY OF SUGAR CANE BAGASSE TERMOTREATED
BIOMASS FOR ENERGY PURPOSES****Juliana Rodrigues Siviero dos Santos⁶****José Otávio Brito⁷**

Submissão: 05/08/2017

Aceite: 30/08/2017

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento térmico em bagaço de cana-de-açúcar como proposta para a homogeneização de suas características visando o uso como combustível. O bagaço foi submetido a torrefação laboratorial compreendendo temperaturas de 250 e 280°C, além dos tempos de residência na temperatura de tratamento de 0,5 e 2,0 horas. Em seguida, a biomassa original e a termotratada foram submetidas às seguintes avaliações laboratoriais: composição química (teor de lignina e extrativos), composição imediata através da determinação dos teores de materiais voláteis, carbono fixo, cinzas e poder calorífico. Os resultados mostraram que existe influência da temperatura no rendimento da biomassa analisada. De modo geral, quanto maior a temperatura do tratamento térmico, menor o rendimento obtido e, consequentemente, maior a perda de massa. Houve incremento no teor de carbono fixo, redução do teor de materiais voláteis e aumento no teor de cinzas. Foi observado que o aumento da intensidade do tratamento térmico ocasionou tendência de aumento no teor de lignina do material.

Palavras-chave: Tratamento térmico. Energia Renovável. Bagaço.

Abstract: The objective of this study was to analyze the effect of the heat treatment application in sugar cane bagasse in order to improve its features to use as fuel. The biomasses were subjected to laboratory heat treatments comprising temperatures of 250 and 280°C during 0,5 and 2,0 hours. After that, the original and treated biomasses were subjected to laboratory tests including: chemical composition (lignin and extractives), immediate composition by determining the levels of volatiles, fixed carbon and ash and calorific value. The results show that there is an influence of temperature on the yields of biomass analyzed. In general, the higher the temperature of the heat treatment, the lower the yield obtained and, consequently, the greater the loss of mass. There was an increase in fixed carbon content, reduction of volatile matter content and increase in ash content. It was observed that the increase in the heat treatment intensity caused a tendency to increase the lignin content of the material.

Keywords: Termotreatment. Renewable Energy. Bagasse.

⁶ Aluna de Doutorado. ESALQ- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. E-mail: julianasiviero@yahoo.com.br

⁷ Doutor. ESALQ- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. E-mail: jobrito@usp.br

Introdução

É cada vez maior a necessidade de investimento em energias renováveis para estas aumentarem suas participações na matriz energética mundial. Além disso, a atual sociedade mundial apresenta-se muito dependente dos combustíveis derivados do petróleo, e na iminência de um colapso desses combustíveis fósseis, as fontes alternativas de energia mostram-se como uma alternativa cada vez mais promissora principalmente por possuir caráter renovável.

É nesse contexto desafiador de buscar soluções para o uso racional e eficiente dos recursos naturais que a biomassa vegetal ganha papel de destaque por apresentar-se como a fonte de energia renovável mais abundante e explorada do planeta. O Brasil destaca-se nesse cenário, pois possui grandes fontes de biomassa vegetal, com destaque para a cana-de-açúcar proveniente da produção de etanol (Santos, 2005).

O bagaço é o resíduo fibroso obtido da moagem da cana, quando esta é usada para obtenção de álcool e açúcar. O bagaço obtido deste processo representa, aproximadamente, 30% da massa do vegetal, com umidade em torno de 50% (Machado, 2000). Ele é, sem dúvida, o resíduo agroindustrial obtido em maior quantidade no Brasil (Santos, 2005). Em 2015 a produção de cana-de-açúcar alcançou 436 milhões de toneladas, estima-se que a produção de bagaço seja de 130 milhões de toneladas (Iea, 2016).

Essa biomassa pode ser utilizada de forma direta, através da combustão, ou de forma indireta, por meio de processos de conversão para a produção de combustíveis com maior concentração de energia. Tais combustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, dependendo do uso final que se pretende fazer (Aneel, 2005). Para que o uso energético da biomassa seja otimizado, é importante que suas características sejam melhoradas e homogeneizadas a partir de alterações em suas propriedades comumente consideradas para uso energético (como poder calorífico) e para isso, o tratamento térmico é uma alternativa.

O tratamento térmico causa alterações químicas e físicas na biomassa como o aumento da sua concentração energética, em geral, pelo aumento na concentração de carbono. Pode-se dizer, portanto, que o tratamento térmico é uma alternativa potencial de valorização energética da biomassa.

O trabalho teve como objetivo estudar o efeito do tratamento térmico do bagaço de cana-de-açúcar através de análises de características usualmente utilizadas para avaliação da biomassa como combustível.

Materiais e métodos

Foi utilizado bagaço de cana de açúcar proveniente da Usina Costa do Grupo Raízen Energia S/A (município de Piracicaba, SP). O bagaço de cana foi coletado em pilha de armazenamento do processo industrial da empresa.

O bagaço de cana foi seco em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de $103 \pm 2^\circ \text{C}$ até peso constante, visando minimizar a eventual influência da umidade dos materiais no processo de termorreificação.

Termorreificações

As termorreificações foram realizadas em estufa digital, dotada de sistema de aquecimento por resistência elétrica e circulação forçada de ar interno. Para a realização dos tratamentos em atmosfera inerte o fluxo de nitrogênio injetado foi de 30 mL/min, de acordo com práticas já adotadas no laboratório. Foi utilizada taxa de aquecimento de $0,033^\circ \text{C} / \text{min}$ e temperaturas finais de tratamento térmico de 250°C e 280°C e tempos de tratamento de 0,5h e 2,0h. Foram realizadas duas torrefações por temperatura e tempo de tratamento, totalizando 8 torrefações.

As biomassas foram colocadas na estufa com a temperatura pré-regulada a 100°C , após, iniciou-se o processo de termorreificação de acordo com a temperatura e tempo de tratamento. Após as termorreificações, a estufa era desligada e ocorria resfriamento natural até atingirem a temperatura de 30°C .

Para o estudo foram utilizados os tratamentos que podem ser observados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Diferentes tratamentos utilizados no estudo. O tratamento T é a testemunha, onde o bagaço de cana-de-açúcar não recebeu tratamento térmico e foi seco em estufa.

Tratamentos	Temperatura (°C)	Tempo de residência (h)
T1	250	0,5
T2	250	2,0
T3	280	0,5
T4	280	2,0

Análises e Determinações

Após o tratamento térmico do material, foram analisadas as seguintes características do material tratado e do original:

- Teor de lignina: segundo a norma Tappi T222 (1983);
- Teor de extrativos: de acordo com a norma Tappi T204 (1983);
- Análise Imediata: segundo a norma ABNT NBR 8112 (1986);
- Poder calorífico: determinação direta do poder calorífico a volume constante, em bomba calorimétrica IKA KV 600 digital, conforme a norma ABNT NBR 8633 (1984).

Para cada tratamento foram selecionadas aleatoriamente 3 amostras para as análises dos produtos sólidos citadas acima. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando encontradas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

O resultado de rendimento da termorreificação para os tratamentos utilizados são apresentados na Tabela 2. Existiu influência da temperatura de tratamento no rendimento obtido, o maior rendimento encontrado, de 87,8% foi no T1 (250°C-0,5h), já o menor rendimento foi o T4 (280°C-2,0h), observou-se que quanto maior a temperatura, menor o rendimento. Os tratamentos mostraram-se estatisticamente diferentes para o resultado médio de rendimento em materiais sólidos da torrefação (Tabela 2). Além do efeito da temperatura, observou-se também o efeito do tempo de residência na temperatura final de termorreificação. Constatou-se queda do rendimento à medida que o tempo de residência no patamar aumentou.

Esses resultados de rendimento de material sólido da torrefação são similares aos encontrados por Arias et al. (2008), que estudou o efeito da torrefação com temperaturas de 240, 260 e 280°C e tempos de residência de até 3 horas para o *Eucalyptus sp.* O autor encontrou o valor de rendimento na faixa de 83% para eucalipto tratado a 260°C por 2 horas e 72% para o material tratado a 280°C por 2 horas. A perda de massa do material devido à torrefação ocorre de acordo com o tipo de biomassa, temperatura e tempo de residência. Essa perda de massa é um indicador efetivo da severidade do tratamento térmico. Ela é causada pela degradação dos componentes químicos da madeira, especialmente hemiceluloses, que são mais sensíveis a degradação térmica, e componentes voláteis. A baixa estabilidade térmica das hemiceluloses, quando comparadas a celulose, geralmente é explicada pela falta de cristalinidade da mesma (Yildiz et al., 2006).

Tabela 2 - Resultados do teste de Tukey para os rendimentos em produtos sólidos das torrefações, com $\alpha=0,05$ de significância.

Tratamentos	Rendimento Médio (%)
T1	87,8 a
T2	81,8 b
T3	76,4 c
T4	70,6 d

Os resultados das análises químicas e imediatas dos materiais sólidos são apresentados na Tabela 3. O aumento de lignina de acordo com o aumento da temperatura é função da degradação ocorrida nos carboidratos, sobretudo, as hemiceluloses, que são compostos mais susceptíveis à ação do calor. Como a lignina é mais estável à degradação térmica, esta teria aumentada sua participação no produto final.

O aquecimento fez com que ocorresse uma elevação no teor de extrativos, sobretudo, considerando-se a menor temperatura de tratamento. Provavelmente ocorreu liberação de componentes com solubilidades compatíveis com os solventes usados em suas determinações. Nas temperaturas mais elevadas e maiores patamares de residência na temperatura final de tratamento, a ação do calor seria mais efetiva, tornando-os mais voláteis e, conseqüentemente, fazendo com que os mesmos fossem eliminados nos gases da torrefação. Isso poderia explicar a redução dos seus teores na maior temperatura de tratamento e nos patamares de 2 h. Esta mesma situação poderia explicar a influência do tempo de permanência na temperatura final.

Como esperado, foi observado um aumento no teor de carbono fixo em todos os tratamentos, e conseqüente diminuição no teor de materiais voláteis, de acordo com o aumento da temperatura e tempo no patamar final. Tal alteração possivelmente deve-se ao fato de que com o aumento da temperatura e do tempo de residência, os constituintes sofreram degradação e perda de massa, concentrando o carbono, aumentando assim o teor de carbono fixo. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Almeida et al. (2010)

que estudou as alterações nas propriedades energéticas de três espécies de eucaliptos submetidos à torrefação em diferentes temperaturas, a autora encontrou valores de carbono fixo de 28,3% e 27,2% para eucaliptos tratados a 250°C por 1 hora e 32,3% e 32,8% para o material tratado a 280°C por 1 hora.

Os teores de materiais voláteis sofreram redução com o aumento da temperatura e tempo de torrefação. Os resultados encontrados estão de acordo com Mendes et al. (1982), que realizou estudos com diferentes temperaturas e observou que a temperatura final de tratamento é o parâmetro que mais influencia os teores de carbono fixo e materiais voláteis.

Observou-se ainda uma tendência de aumento no teor de cinzas à medida em que ocorreu aumento da temperatura e tempo de residência da torrefação, tendência também encontrada por Almeida (2010). Tendo em vista que as cinzas são compostas, em sua maior parte, por substâncias minerais resistentes à degradação térmica, com o aumento da temperatura ocorreu uma maior concentração proporcional desses materiais devido à degradação e volatilização dos compostos orgânicos do material original. O teor de cinzas de uma biomassa afeta tanto a manipulação e os custos de processamento na conversão global de energia da biomassa.

Tabela 3 - Resultados do teste de Tukey para os teores de lignina, extrativos totais, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo dos diferentes tratamentos e biomassas, com $\alpha=0,05$ de significância.

Tratamentos	Lignina (%)	Extrativos Totais (%)	Cinzas (%)	Materiais Voláteis (%)	Carbono Fixo (%)
T	24,5 a	5,7 a	5,8 a	81,8 a	12,4 a
T1	36,5 b	7,6 b	7,0 a	73,6 b	19,4 b
T2	44,2 c	5,5 a	7,7 a	71,8 b	20,4 b
T3	48,8 d	6,2 a	9,4 ab	66,5 c	24,0 c
T4	74,9 e	4,2 c	11,8 b	58,8 d	29,4 d

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o Teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

O resultado referente ao poder calorífico superior é apresentado na Tabela 4. De modo geral, houve tendência de aumento nos resultados conforme a elevação da temperatura e tempo de residência da torrefação em relação à testemunha. Os resultados estatísticos mostraram que existe diferença entre os tratamentos.

Observou-se a menor média de poder calorífico para o tratamento de 250°C por 0,5 horas. Já a maior média de poder calorífico superior foi obtida para o tratamento de 280°C por 2 horas.

Tabela 4 - Resultados do teste de Tukey para o poder calorífico superior dos diferentes tratamentos e biomassas, com $\alpha=0,05$ de significância.

Tratamentos	Poder Calorífico (kcal/kg)
T	4444 a
T1	4464 ab
T2	4535 ab
T3	4705 bc
T4	4899 c

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o Teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Tabela 5 - Perda de massa e ganho energético para os diferentes tratamentos analisados.

Tratamentos	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Perda de massa (%)	Ganho energético (%)
T1	250	0,5	12,2	0,4
T2	250	2	18,2	2
T3	280	0,5	23,6	5,9
T4	280	2	29,4	10,2

Pode-se perceber pela Tabela 5 que o T1 apresentou um ganho energético menor, de 0,4%, quando comparado ao material original. Já o maior ganho energético, de 10,2% foi para o T4. Pode-se dizer que quanto maior a temperatura e o patamar de residência na temperatura final, maior foi o ganho energético da biomassa quanto comparada ao material original.

Conclusões

Os resultados apresentados no presente trabalho permitem concluir que houve influência da temperatura e do tempo de residência sobre o rendimento de material sólido obtido do bagaço de cana submetidas ao tratamento térmico. De uma forma geral, quanto maiores as temperaturas e os tempos, menores os rendimentos. A lignina, devido à sua termoresistência, apresentou aumento da sua participação na biomassa com o aumento da temperatura e tempo de residência. Em relação ao teor de extrativos, os resultados obtidos indicaram que inicialmente a torrefação contribuiu para uma elevação nesse teor, porém, a partir de um certo ponto ocorreu uma diminuição nos valores. De modo geral, com o aumento da temperatura de tratamento e tempo no patamar final de torrefação houve incremento no teor de carbono fixo, redução do teor de materiais voláteis e aumento no teor de cinzas. Houve tendência de aumento

nos valores de poder calorífico do material, conforme a elevação da temperatura e tempo de torrefação.

Agradecimentos

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa concedida e Grupo Raízen Energia S/A pelo fornecimento do material de estudo.

Referências

ALMEIDA, G.; BRITO, J.O.; PERRE, P. Alterations in energy properties of eucalyptus wood and bark subjected to torrefaction: The potential of mass loss as a synthetic indicator. **Bioresource Technology**, 2010.

Agência Nacional De Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica no Brasil**. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf). Acesso em: 16 jun. 2017.

ARIAS B.; PEVIDA C.; FERMOSO, J.; PLAZA M.G.; RUBIERA, F.; PIS J.J. Influence of torrefaction on the grindability and reactivity of woody biomass. **Fuel Processing Technology** 89, 169 – 175. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633/84: carvão vegetal – determinação do poder calorífico**. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

_____. **NBR 8112: carvão vegetal – análise imediata**. Rio de Janeiro, 1986. 6 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados**. São Paulo: IEA. Disponível em: <https://goo.gl/tVkujX>. Acesso em: 06 jun. 2017.

MACHADO, G.O. **Preparação e caracterização de CMC e CMC grafetizada**. 2000. 101 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

Mendes, M. G.; Gomes, P.A.; Oliveira, J.B. Propriedades e controle de qualidade do carvão vegetal. IN: **Produção e utilização de carvão vegetal**. Belo Horizonte: CETEC, 1982. P. 74-89.

SANTOS, E.G. **Estudo da adsorção de contaminantes orgânicos provenientes da água de extração do petróleo, em coluna de leito fixo, utilizando biomassas como adsorventes**. 2005. 229 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Test methods**. Atlanta: Tappi Press, 2007. 2v.

YILDIZ, S., GEZER, E.D., YILDIZ, U.C., 2006. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. **Building and Environment** 41, 1762–1766.

DOSSIÊ

BRIQUETES PRODUZIDOS COM GRANULOMETRIAS DIVERSAS PARA MISTURA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E PALHIÇA

BRIQUETTES PRODUCED WITH DIFFERENTS GRANULOMETRIES FOR SUGARCANE BAGASSE AND STRAW MIXTURES

Bruna Monise Delfino⁸
Plínio Magalhães Corrêa⁹
Rafael Yassuo Sinohara¹⁰
Fábio Minoru Yamaji⁴
Andrea Cressoni De Conti⁵

Submissão: 22/03/2017

Revisão: 07/06/2017

Aceite: 08/07/2017

Resumo: Este artigo propõe o estudo e utilização da biomassa canavieira para confecção e análise de briquetes. Realizou-se a análise química imediata, estudo da densidade aparente e do poder calorífico para a mistura de bagaço e palha. Analisou-se a expansão volumétrica de 12 briquetes com granulometria de 20 mesh e 12 com 40 mesh. A biomassa mostrou-se propensa para a geração de energia. Notou-se maior união com partículas menores, tornando a expansão volumétrica do briquete de 40 mesh mais estável.

Palavras-chave: Energia. Biomassa. Densificação

Abstract: This paper proposes the study and use of sugarcane biomass for the preparation and analysis of briquettes. The immediate chemical analysis, apparent density and calorific value analysis for the bagasse and straw mixture were performed. The volumetric expansion of 12 briquettes with 20 mesh and 12 with 40 mesh granulometry was analyzed. Biomass was prone to energy generation. Greater union with smaller particles was observed, making the volumetric expansion of the 40 mesh briquette more stable.

Keywords: Energy. Biomass. Densification

⁸ Graduanda em Engenharia de Energia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rosana. brunamonisedelfino@hotmail.com

⁹ Graduando em Engenharia de Energia. Universidade Estadual Paulista(UNESP), Campus de Rosana. plinio.mcorrea@gmail.com

¹⁰ Graduando em Engenharia de Energia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rosana. rafaelyassuo@hotmail.com

⁴ Professor Doutor. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

⁵ Professor Doutor. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rosana, andrea@rosana.unesp.br

Introdução

Como consequência do crescimento da população nacional (FAO, 2015), ocorreu um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2015) e agroindustriais (FAO, 2014), que podem ser usados como matéria prima para geração de energia renovável, e são chamados de biomassa. A biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica sendo ela de origem animal, vegetal ou rejeitos urbanos e industriais que podem ser utilizados para produção de energia limpa (ANEEL, 2015). A produtividade vegetal está diretamente relacionada com a atividade fotossintética, onde ocorre o sequestro do carbono durante o crescimento da planta o qual é emitido na queima dessa biomassa, colaborando no balanço das emissões, dessa forma, seu aproveitamento energético é menos nocivo para o ambiente em relação às fontes fósseis.

A utilização da biomassa para fins energéticos tem se tornado interessante por conta da quantidade ofertada para uso imediato da sua matéria prima e baixo custo de operação, havendo um grande potencial no setor de geração de energia.

Uma das biomassas mais utilizadas é proveniente da cana-de-açúcar, sendo assim o Brasil toma vantagem por possuir a maior produção mundial (cerca de 736 Milhões de Toneladas por ano), contribuindo para a inserção da biomassa na matriz energética brasileira. Dentre os subprodutos gerados a partir da cana-de-açúcar, o bagaço, por exemplo, tem sido usado como combustível nas usinas para cogeração de energia. Já a palha tem diversas utilidades como insumo energético.

“Tanto o bagaço quanto a palha da cana-de-açúcar possuem elevados teores de materiais lignocelulósicos fazendo com que se tornem matérias-primas capazes de produzir energia” (Júnior, et al., 2015). O palhiço e o bagaço podem ser usados como insumos energéticos, mostrando-se interessante a utilização do processo de densificação energética (briquetagem) para a posterior queima. (Furtado, et al., 2010).

A densificação energética é uma ótima alternativa para o aproveitamento da biomassa, visto que o espaço ocupado pelos briquetes é cerca de 80% menor que o ocupado pelo material antes do processo de densificação (Corrêa, 2017). Esta variação no volume facilita o transporte e o armazenamento, além de gerar um combustível padronizado. Antes de serem densificados, os resíduos devem ser secos e moídos, a granulometria na qual forem dimensionados exerce grande influência na aglomeração de partículas atuando na densidade e poder calorífico volumétrico do material produzido, enquanto a redução da umidade evita a combustão espontânea e a proliferação de fungos (Sun et al., 2004).

A necessidade de ampliar a matriz energética brasileira coloca a indústria de cana-de-açúcar em evidência buscando a utilização dos resíduos de biomassa para geração de energia. De acordo com a (FAO, 2014) o Brasil é líder na produção canavieira no mundo, respondendo por 37% da produção e por 36% da área colhida de cana. Com base nessa elevada produção e desenvolvimento do país, busca-se o aprimoramento e novas tecnologias que sejam adequadas para o aproveitamento dessa biomassa de forma sustentável.

Tendo em vista esse cenário, a pesquisa desenvolvida tem como objetivo a utilização do bagaço e da palha de cana de açúcar para produção de briquetes com granulometrias diferentes, para que suas características físicas e químicas sejam avaliadas, promovendo o aproveitamento do grande potencial para fins energéticos desses resíduos, com o qual almeja-se ampliar a participação das fontes alternativas na matriz energética brasileira.

Materiais e métodos

Preparo do material

O material in natura foi coletado em uma empresa na região de Teodoro/SP, este foi seco em estufa a fim de reduzir o teor de umidade inicial (de 50%) para 12%, conforme a norma brasileira ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de estruturas de madeira, o que demandou um período de

aproximadamente 4 horas. Em seguida foi realizada a moagem da palha e do bagaço, utilizando um moinho faca da marca Marconi.

Para a determinação de granulometria utilizou-se peneira de batida intermitente da marca Marconi, localizada no Laboratório de Biomassa na UFSCAR – Campus de Sorocaba. A classificação da granulometria do material foi determinada utilizando peneiras com aberturas de 0,841mm (20 mesh) e 0,420mm (40 mesh). Na Figura 1 encontra-se para efeito de comparação as diversas granulometrias utilizadas neste trabalho.

Figura 1 - Bagaço de cana-de-açúcar em diversas granulometrias. (a) in natura; (b) 20 mesh; (c) 40 mesh.



1(a)



1(b)



1(c)

Fonte: Autores

Após esse processo foi feita a mistura de 50% de bagaço de cana-de-açúcar e 50% de palha de cana-de-açúcar com granulometria de 20mesh, como também 50% de palha e 50% de bagaço com granulometria de 40 mesh, (Figura 2a e Figura 2b).

Figura 2 – (a) Mistura de palha e bagaço 40 mesh. (b) Mistura de palha e bagaço 20 mesh.



2(a)

2(b)

Fonte: Autor

Para confecção dos briquetes, realizou-se a análise da densidade aparente. Em seguida utilizou-se uma prensa de pistão hidráulica de 30 toneladas da marca Marconi, Figura 3a, com auxílio de moldes cilíndricos de aço inox, Figura 3c, para densificação energética realizada através da confecção de briquetes. Foram confeccionados 12 briquetes de 20mesh e 12 briquetes de 40 mesh. Para cada briquete produzido, foi usado 20g da mistura feita de 50% palha e 50% bagaço, que foi colocado no molde e em seguida em prensa de 15 toneladas, gerando um briquete, como poder ser visto na figura 3b. Durante a prensagem não foram utilizados agentes aglutinantes e nem aquecimento.

Figura 3 - (a): Prensa utilizada para confecção dos briquetes. (b): visualiza-se o briquete produzido. (c): Molde cilíndrico. Fonte: Marcos Paulo Granado



3(a)

3(b)

3(c)

Fonte: Autor

Depois de confeccionados, os briquetes passaram por uma análise de expansão volumétrica, que foi calculada a partir da equação 1:

$$Exp = \left(\frac{Vol2 - Vol1}{Vol1} \right) * 100 \quad (1)$$

onde:

Exp - Expansão Volumétrica dos briquetes (%);

Vol1 - Volume do briquete imediatamente após a compactação (cm³);

Vol2 - Volume dos briquetes 48 horas após a compactação (cm³);

Realizou-se também a análise de composição química imediata, onde foram calculados experimentalmente o percentual de carbono fixo (F), materiais voláteis (V), cinzas (A) e a umidade conforme a norma brasileira ABNT NBR 8112:1996 - Carvão Vegetal – Análise imediata, e o teor de umidade foi obtido automaticamente com a balança determinadora de umidade. O Poder Calorífico Superior (PCS) foi determinado com o auxílio de uma bomba calorimétrica.

Resultados e discussão

Densidade aparente

A princípio foram realizadas 3 medidas de densidade do material, os resultados obtidos encontram-se nas Tabela 1. Segundo Ribeiro (2005) a densidade do bagaço da cana está aproximadamente 150 kg/m³, o valor médio encontrado foi de 105,6 kg/m³ para granulometria de 20 mesh. Acredita-se que isso se deve pela baixa densidade da palha da cana de açúcar adicionada ao bagaço, porém, os valores médios obtidos pela mistura com granulometria de 40 mesh foi de 163,3 kg/m³, podendo ser resultado da aglomeração de partículas, uma vez que o material com granulometria de 40 mesh possui diâmetros menores ocupando assim menores espaços. Conforme análise dos

dados levantados, os briquetes com maiores densidades são produzidos com granulometria maior.

Tabela 1 – Densidade Aparente

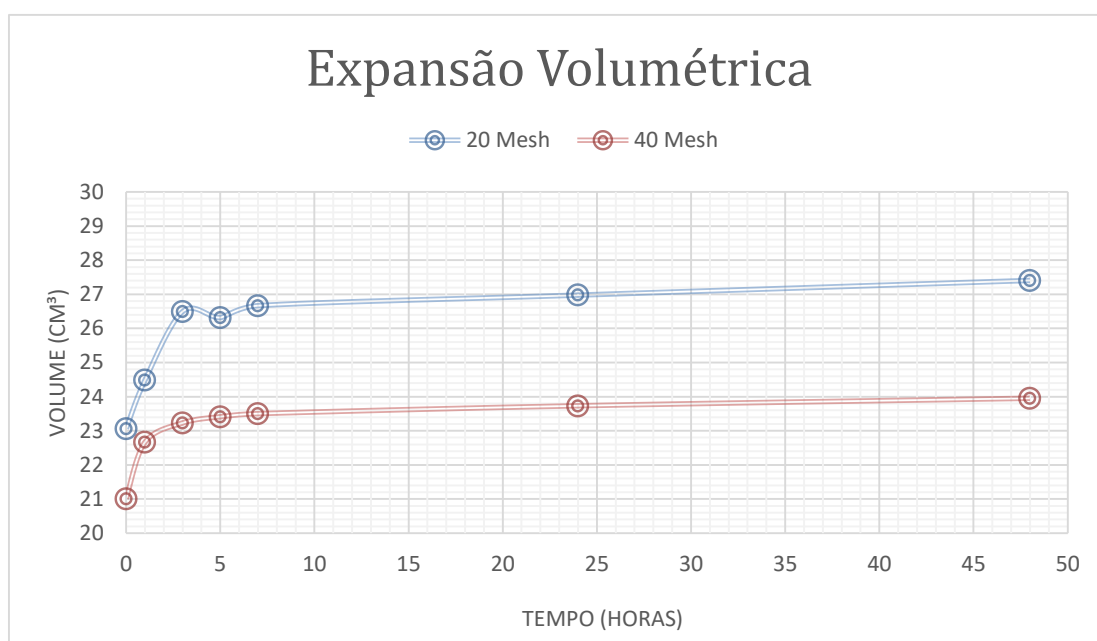
20 Mesh	40 Mesh
Densidade (Kg/m³)	105,6 ± 5,1 163,3 ± 5,6

Fonte: Elaborado pelos autores

Análise de expansão volumétrica

Foram confeccionadas 24 unidades de briquete, com 20g cada um, no qual 12 são mistura de 50 % de palha e 50% bagaço com granulometria de 20 mesh, e outros 12 com mistura de 50% palha e 50% bagaço com granulometrias de 40 mesh.

Após a confecção dos briquetes, foram realizadas 7 medidas de largura, altura e volume, para análise de expansão volumétrica no espaço de tempo de 0h, 1h, 3h, 5h, 7h, 24h e 48h, sendo que tais intervalos foram definidos facultativamente. Depois de 48 horas, considera-se estável a expansão, pois esta torna-se lenta comparada às primeiras horas. Para realização das análises as medidas foram realizadas com um paquímetro digital. Os resultados se encontram no gráfico apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Expansão Volumétrica dos Briquetes

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se na Figura 3 que houve uma expansão volumétrica. A taxa de variação da expansão volumétrica acontece entre 0 horas a 7 horas, tendendo a uma estabilização após 7 horas de confecção, como verificado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Expansão Volumétrica (%) dos Briquetes de 20 mesh. Expansão Volumétrica 20 mesh.

Volume Inicial (cm3)	Volume Final (cm3)	Expansão Volumétrica (%)
23,06	27,41	18,88

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Expansão Volumétrica (%) dos Briquetes de 40 mesh Expansão Volumétrica 40 mesh.

Volume Inicial (cm3)	Volume Final (cm3)	Expansão Volumétrica (%)
21,01	23,95	14,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se nas Tabelas 2 e 3 que a expansão volumétrica dos briquetes produzidos com 20 mesh (0,841mm) e com 40 mesh (0,420mm), após 48 horas de compactação foram respectivamente de 18,88% e 14%. Acredita-se que a diferença de tamanho entre as partículas influenciou na união destas, de forma que a lignina presente no material agiu como aglutinante natural, promovendo a ligações entre as partículas. Quando o material passa pelo processo de moagem, as partículas são quebradas, bem como a lignina presente, sendo assim quanto maior for a granulometria (menor o tamanho da partícula), maior será a área de contato, favorecendo assim melhor união entre as partículas (Melo, 2000).

Análise de composição química imediata e poder calorífico

A análise química imediata foi realizada a partir dos testes de teor de cinzas, teor de voláteis, teor de umidade e carbono fixo, também foi realizado a análise do poder calorífico.

Tabela 4 - Valores dos teores de materiais voláteis (TV), de cinza (TC), de carbono fixo (TCF) e do teor de umidade (TU).

	TV (%)	TC (%)	TCF (%)	TU (%)
Autor	85,4 ± 2,7	8,8 ± 2,6	5,7 ± 0,5	11,2 ± 0,1
Queralt; 2014 (Bagaço in natura)	81,1 ± 0,8	2,5 ± 0,1	8,8 ± 0,9	7,6 ± 0,1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 4 são apresentados os valores para os teores de matérias voláteis (TV), de cinza (TC), carbono fixo (TCF) e do teor de umidade (TU),

constituídas a partir de três amostras. A análise realizada confirmou a existência de altos teores de voláteis e menores teores de cinzas e carbono fixo, contendo valores significativamente elevados de poder calorífico, apresentando então potencial energético para diversas aplicações.

Tabela 5 – Poder Calorífico Superior.

	PCS (kcal/kg)
Autor	4224
Brand; 2010 (Bagaço in natura)	3700-4100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se observar na Tabela 5 que, o poder calorífico encontrado para a mistura do bagaço e da palha da cana-de-açúcar foi maior que o do bagaço puro. Nota-se que a adição da palha ao bagaço aumenta o poder calorífico da mistura.

Conclusão

O presente trabalho apresenta resultados da produção de briquetes utilizando bagaço e palha de cana-de-açúcar com granulometrias de 20mesh e 40 mesh a partir de análise de composição imediata, poder calorífico e expansão volumétrica. Foi observado que, tanto os briquetes de 20 mesh quanto os de 40 mesh são viáveis para o processo de densificação energética. Porém a granulometria do material interfere nesse processo, onde a maior expansão volumétrica se deu nos briquetes produzidos com granulometria de 20 mesh. Isso acontece devido ao maior tamanho das partículas, o que provoca dificuldade em se unirem, visto que a lignina presente no material age como aglutinante natural, sendo assim, quanto maior for a granulometria, menos espaço haverá entre as partículas, promovendo melhor união entre elas. Notou-se também a partir da análise composicional imediata que a biomassa escolhida possui poder calorífico significativo, contendo altos teores de voláteis e baixos teores de cinzas. Quanto maior for o teor de voláteis maior será sua capacidade

de gerar chamas, sendo assim o uso dessa biomassa é favorecida em fins energéticos que exijam a presença de chamas.

Referências

ANNUAL POPULATION, FAO. Disponível em:

<www.fao.org/faostat/en/#data/OA>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Carvão Vegetal - Análise Imediata**. NBR8112 (MB1857), Outubro 1986

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7190: **Projetos de estruturas de madeiras**. Rio de Janeiro: 2011

BIOMASSA – ANEEL 2015. Disponível em:

<[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

BRAND, M. A.; MUNIZ, G. I. B.; AMORIN, M.; COSTA, J. V.; BITTENCOURT, E. **Influencia do Tempo de armazenamento sobre a perda de umidade de resíduos madeiráveis**. IN: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais de III Ectec – Encontro de Ciências e Tecnologia. Lages: Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

BRAND, M. A.; OLIVEIRA, J.; MARTINS, S. A.; OLIVEIRA, L. C.; NEVES, M. D. – **Parâmetros de Controle da Qualidade e Preço da Biomassa Florestal para a Geração de Energia**. – Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/revistap&d3.pdf> - 2009.

BRAND, M.A.; **Energia de biomassa Florestal**, Rio de Janeiro/RJ, Interciência, 131p, 2010.

BRUTTI, R. C.; BRAND, M. A.; SIMIONI, F. J.; NEVES, A. M. D. – **Estudo da Viabilidade Técnica do Aproveitamento dos Gases da Combustão de Biomassa na Secagem de Serragem para a Geração de Energia**. – UNIPLAC - Relatório de Pesquisa ANEEL.

CORRÊA, P. M. **Briquetes produzidos com granulometrias diversas de cepa de mandioca**. Rosana, 2017.

CROP RESIDUOS, FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/GA>>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

CROPS, FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015, SNIS. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2015>>. Acesso em 16 de Junho de 2016.

GERAÇÃO DE LIXO AUMENTOU CINCO VEZES MAIS DO QUE A POPULAÇÃO. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/geracao-de-lixo-no-brasil-aumentou-cinco-vezes-mais-do-que-populacao-16926042#ixzz4jjjyTO00>>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

JÚNIOR, A. B. D. S., SANTOS, D. R. D., & COLOMBO, F. D. L. (2008). **A cogeração de energia através da queima do bagaço de cana-de-açúcar.**

JÚNIOR, C. D. A. M., DOMINGOS, J. V. M., DE PAIVA COSTA, T. P., DE PAIVA MOREIRA, V., DO VALE, M. B., & DA SILVA, A. C. C. **Uso sustentável da palha da cana-de-açúcar no rio grande do norte: uma alternativa ao desperdício.**

LAMONICA, G. M. – **Geração de Eletricidade a partir da Biomassa da Cana-de-açúcar.** CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. RJ, 2005.

RESÍDUOS SÓLIDOS: MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO - ABRELPE. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>>. Acesso em 16 de Junho de 2017.

RIBEIRO, E. J. **Geração de energia elétrica excedente em Usinas de açúcar e álcool. Projeto Típico e Potencial Nacional.** Considerações Econômicas e Financeiras. Rio de Janeiro, 24 de Novembro de 2005.

SILVA, S.; MENEZES, I.; BELTRAME, L. T. C.; SOUZA, L. L. M.; **Briquetes: Alternativa energética e ecológica no combate ao apagão da Caatinga.** Revista Brasileira de Energia, Vol. 18, Nº.2, 2º Sem. 2012, pp.51-61.

SOARES, T. S.; CARNEIRO, A. C. O.; GONÇALVES, E. O.; LELLES, J. G. – **Uso da Biomassa Florestal na Geração de Energia.** Revista Científica Eletronica de Engenharia Florestal. 2006.

SUN, J. X.; SUN, R.; SUN, X-F.; SU, Y., 2004. **Fractional and physico-chemical characterization of hemicelluloses from ultrasonic irradiated sugarcane bagasse.** Carbohydrate Research, v. 39, p. 291-300.

DOSSIÊ

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA/SP

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE LANDSCAPE OF THE MUNICIPALITY OF ITIRAPINA/SP

Bruna Felix dos Santos, brunafelixsantos_@hotmail.com

Diego Peruchi Trevisan, diego.peruchi@gmail.com

Luiz Eduardo Moschini, lemoschini@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo

Submetido em 21/03/2017 Revisado em 02/06/2017 Aprovado em 11/10/2017

Resumo: Nos últimos anos a preocupação com a preservação dos recursos naturais, do solo e das águas tem aumentado significativamente. O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização ambiental da paisagem em Itirapina-SP. Foram elaboradas as informações de hidrografia, hipsometria, declividade, geologia, pedologia, malha viária e uso e cobertura da terra. Observou-se a presença de características rurais, tendo seu setor econômico baseado principalmente no cultivo de cana-de-açúcar.

Palavras chave: Ações Antrópicas, Preservação dos recursos naturais, Caracterização ambiental da paisagem.

Abstract: In recent years, the concern for the preservation of natural resources, soil and water has increased significantly. The present study had as objective to carry out the environmental characterization of the landscape in Itirapina-SP. The information of hydrography, hypsometry, slope, geology, pedology, road mesh and use and land cover were elaborated. The presence of rural characteristics was observed, having its economic sector based mainly on the cultivation of sugarcane

Keywords: Anthropogenic Actions, Preservation of natural resources, Environmental characterization of the landscape.

Introdução

O espaço natural está em constante transformação, tendo as atividades antrópicas como uma das principais responsáveis por esse processo que se iniciou principalmente com a ocupação do território e da utilização dos recursos naturais.

Com isso, as modificações do território foram intensificando-se, sendo um dos principais fatores da urbanização, que em decorrência de seu processo acelerado e sem planejamento ambiental levaram ao surgimento de vários impactos aos ecossistemas naturais.

À medida que a sociedade foi evoluindo, a modernização dos processos produtivos tornou-se necessária. O crescente aumento populacional concomitante com a urbanização e a aglomeração das pessoas nas cidades resultou na apropriação e manipulação do espaço geográfico. Como consequência, essa manipulação produz alterações bastante significativas que comprometem de forma contundente os recursos naturais, colocando em risco a sobrevivência da humanidade (SANTOS, 2014).

De acordo com Bursztyn (2001), as ações humanas com intuito de desenvolvimento econômico resultam em “impactos que são nefastos tanto para o funcionamento da natureza em si quanto para os seres humanos”.

É habitual ver áreas naturais serem substituídas por áreas urbanas assim, sofrendo intensos desmatamentos para que sejam construídas rodovias, dutos ou linhas de transmissão (CORRÊA, 2003).

Torna-se fundamental a análise das paisagens em seu contexto geográfico local e regional, tanto quanto o estudo das estruturas tipicamente urbanas e ecológicas, visando o estabelecimento de formas de crescimento e de adensamento compatíveis com as metas de desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA et al., 2004).

Essa realidade revela a importância de um planejamento adequado do território, visando a melhoria da qualidade ambiental e urbana, onde as

funcionalidades ambientais sejam valorizadas de forma significativa (PICKETT et al., 2001).

Nessa perspectiva, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), têm facilitado estas análises e as atividades relacionadas à caracterização, ao diagnóstico e ao planejamento ambiental e urbano, auxiliando em tarefas como a simulação do espaço geográfico e de seus processos naturais, na integração de informações espaciais (RIBEIRO, 1999).

Considerando que os processos culturais transformadores das paisagens constituem a manifestação integrada dos elementos naturais e culturais, ocasionando mudanças físicas ou culturais na mesma e que o ambiente natural proporciona benefícios para a sociedade de diversos modos ao preservarem a estrutura e função dos ecossistemas (BALMFORD et al., 2002).

Diante a esses fatos, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização ambiental da paisagem do município de Itirapina-SP nos anos de 2006 e 2016, no intuito de subsidiar com informações as ações de planejamento.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Itirapina-SP (**Figura 1**) está localizado a 218km da capital paulista, entre as coordenadas 22°15'10" de latitude sul e 47°49'22" de longitude oeste, com uma população de 15.524 habitantes, tendo Brotas, São Carlos, Rio Claro, São Pedro, Corumbataí, Ípeuna, Charqueada e Analândia como municípios circunvizinhos (IBGE,2013).

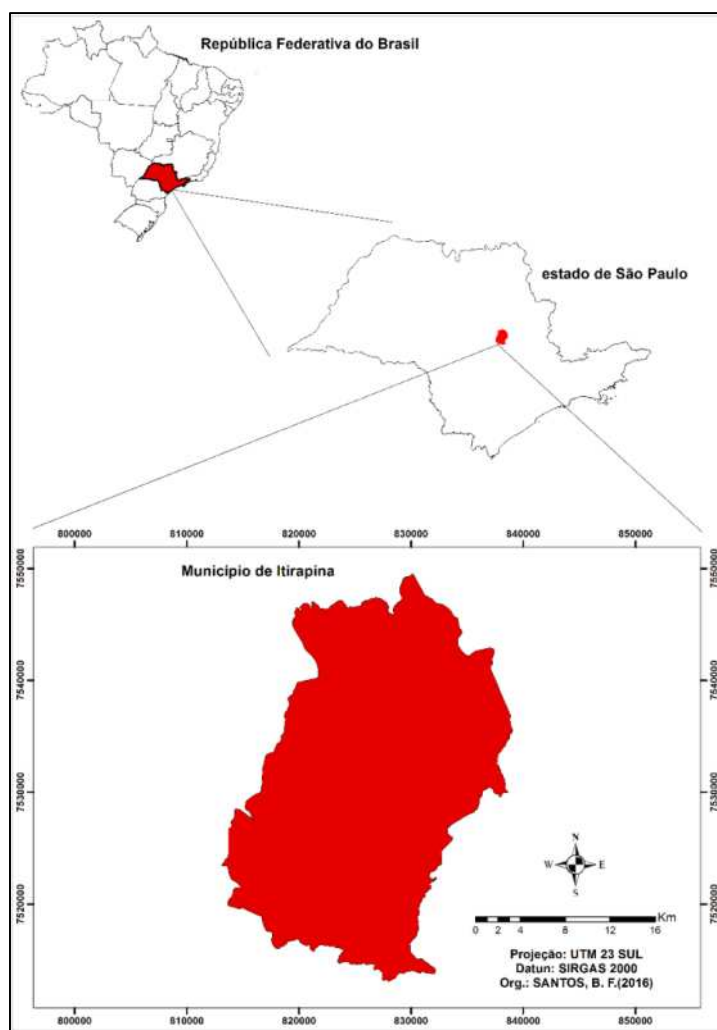


Figura 1: Localização geográfica do município de Itirapina-SP

O município possui duas unidades de Conservação administradas pelo Instituto Florestal: a Estação Experimental e a Estação Ecológica totalizando 5.512 hectares. Ambas destinadas à pesquisa, preservação e educação ambiental, sendo assim Itirapina está protegida pela Área de Preservação Ambiental de Corumbataí, contando com as regiões de Cerrado, oriundos da Mata Atlântica (SILVA et al., 2006).

Metodologia

A abordagem metodológica envolveu o uso de técnicas para o planejamento ambiental voltado ao gerenciamento do município de Itirapina-SP, tendo como enfoque a caracterização ambiental do município. As

informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), utilizando-se o software ArcGis 10.3.

As informações foram estruturadas nos Planos de Informação (PI) para cada categoria de carta temática, sendo elaboradas as informações da hidrografia (rede de drenagem), hipsometria, declividade, geologia, pedologia, malha viária e uso e cobertura da terra para 2006 e 2016.

Malha viária

A carta temática da malha viária foi obtida pela digitalização em tela “on-screen digitizing” baseando-se nas cartas planialtimétricas do IBGE em escala 1:50.000 de 1971 e atualizada a partir da imagens LandSat 8, datada de abril de 2016.

Hipsometria

A carta temática de classes hipsométricas foi obtida a partir das curvas de nível das cartas planialtimétricas do IBGE de 1971, referentes a área de estudo, por meio da digitalização em tela “on-screen digitizing” no software ArcGis 10.03, em curvas equidistantes de 20 em 20 metros.

Declividade

A carta temática de declividade foi elaborada a partir da carta de hipsometria por meio de cálculos estatísticos usando a opção “FACE SLOPE WITH GRADUATED COLOR RAMP –ADD – DISMISS” do SIG ArcGis 10.3, por meio da fórmula de declividade: $Tg \alpha = \text{Encaminhamento vertical (Ev)} / \text{Encaminhamento horizontal (Eh)}$

Pedologia

A carta temática de pedologia foi obtida pela digitalização em tela “on-screen digitizing” baseando-se na Carta de Pedológica de São Carlos, folha SF-

23-Y-A-I elaborada pelo Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:100. 000.

Geologia

A carta temática de geologia foi obtida pela digitalização em tela “on-screen digitizing” baseando-se no Mapa Geológico do estado de São Paulo folha SF-23-Y-A-I elaborada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na escala 1:1.000.000.

Rede de drenagem

A carta temática de hidrografia foi obtida, com base nas cartas planialtimétricas 1:50.000 do IBGE de 1971. Por meio da digitalização em tela “on-screen digitizing” no software ArcGis 10.3 foi realizada a obtenção das linhas de drenagem, adquiridas através da digitalização dos limites territoriais.

Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra

A classificação dos usos e cobertura da terra para os anos de 2006 e 2016 foi baseada no sistema multinível de classificação proposto pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) (**Tabela 1**).

A dinâmica do uso e cobertura da terra foi efetuada com base na classificação visual das imagens LandSat para abril de 2006 e abril de 2016, através da digitalização em tela (on screen digitizing), no software 10.3.

Tabela 1: Descrição das classes de uso e cobertura da terra

Classe (I)	Tipo (II)	Descrição (III)
Área Antrópica não Agrícola	Áreas urbanizadas	Área de adensamento urbano e áreas com instalações rurais (industriais e domiciliares)
Área Antrópica Agrícola	Cana de açúcar	Área de cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
	Citricultura	Área de cultivo de <i>Citros sinensis</i> .
	Pastagens	Área com predomínio de vegetação herbácea (nativa ou exótica), utilizada para pecuária extensiva.
	Silvicultura	Área de cultivo homogêneo de <i>Eucalyptus spp</i> ou <i>Pinus spp</i> .
	Solo exposto	Área de pousio do solo para cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> .
Vegetação Natural	Vegetação Nativa	Área com predomínio de vegetação arbustiva/arbórea, com as formações vegetais de Florestas Estacionais Semidecidual e Cerradão.
Água	Corpos Hídricos	Rios de grande porte, lagos, lagoas e represas.

Resultados

Malha Viária

A Malha Viária do município está apresentada na **Figura 2**. A área de estudo é cortada pelas rodovias Washington Luiz - SP 310 e a Rodovia Engenheiro Paulo Nilo Romano, a qual interliga os municípios vizinhos e a

capital.

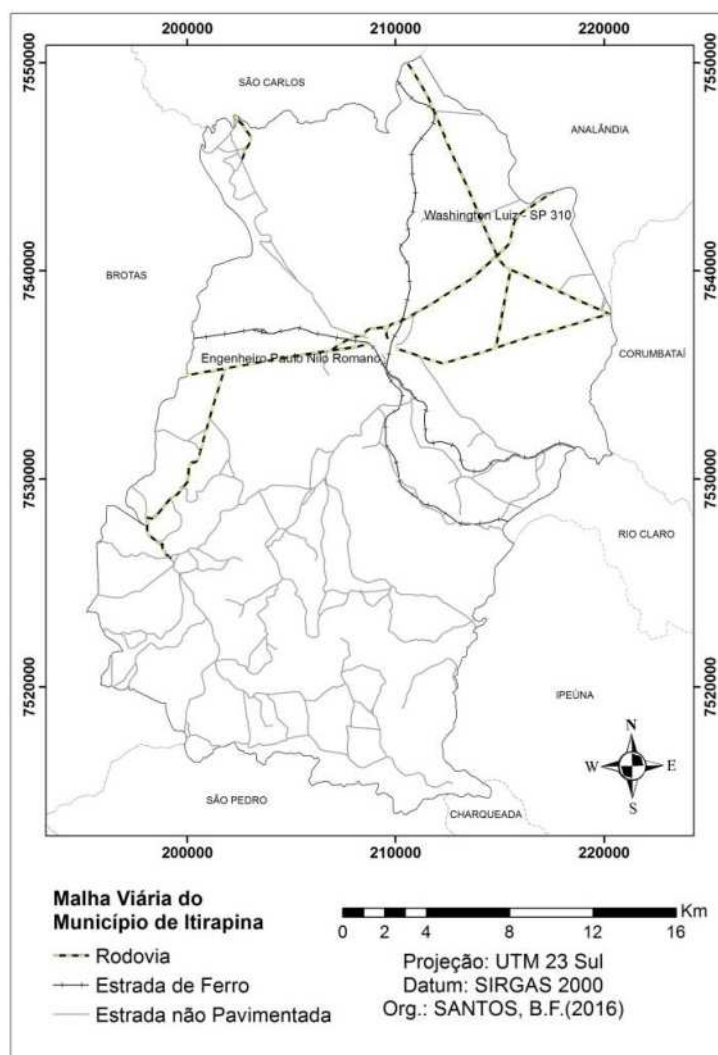


Figura 2: Carta temática da Malha Viária do município de Itirapina - SP

Hipsometria

As classes altimétricas da área de estudo apresentam valores de no mínimo 570 metros e no máximo 1.050 metros, com uma amplitude de 480 metros (**Figura 3**). As variações entre as cotas de 700 a 750 ocupam a maior parte do terreno no município com 14.065,60ha e os intervalos de 600 a 650 encontram-se com 1.212,66ha.

As cotas mais baixas estão localizadas a leste do município e correspondem de 600 a 700 metros. As cotas mais altas estão localizadas a sul e correspondem de 810 a 1050 metros. A ocupação urbana está instalada

sentido norte do município e suas cotas variam de 720 a 780 metros.

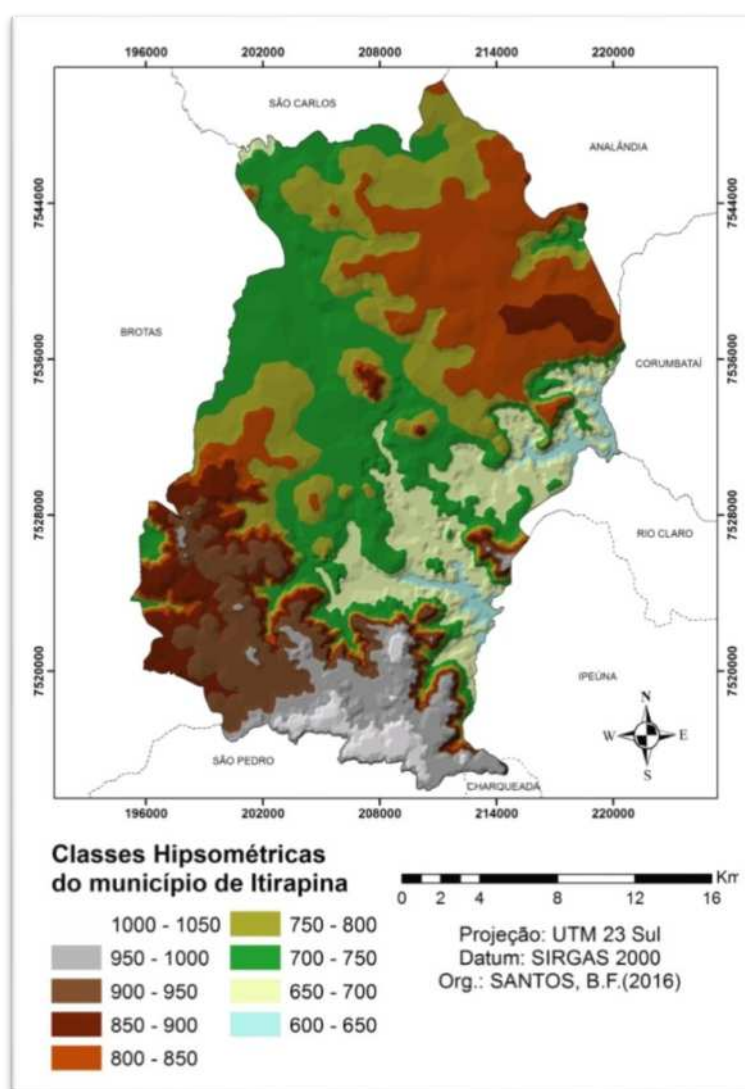


Figura 3: Carta temática das Classes Altimétricas do município de Itirapina – SP

Declividade

As classes clinográficas estão entre intervalos de 0 a 20% e se apresentam com mais intensidade, o que caracteriza uma extensa planura na região norte do município. As classes que vão de 20 a 44% se apresentam na região central e sua maior parte no Sul, portando caracteriza-se a região com a maior declividade do município.

A declividade da área de estudo está representada na **Figura 4**. Em muitos casos é a topografia do terreno, o principal condicionador para a capacidade de uso.

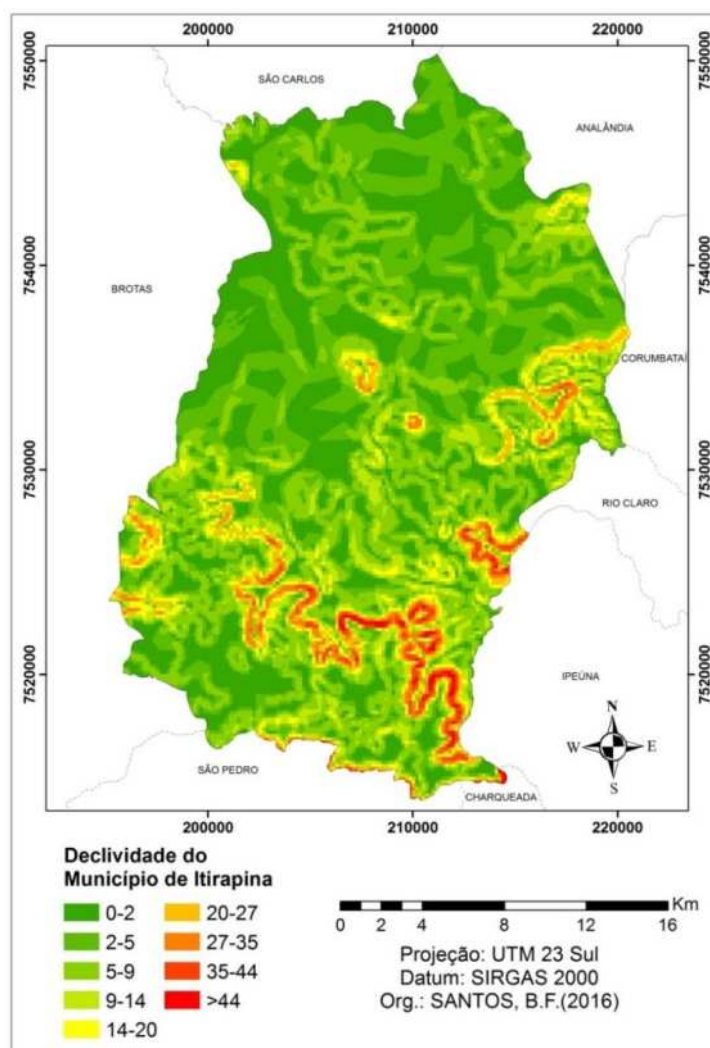


Figura 4: Carta temática da Declividade do município de Itirapina - SP

Pedologia

A caracterização pedológica da área de estudo está representada na **Figura 5**. Os solos encontrados foram: Areias Quartzosas Profundas (AQ), Latossolo Vermelho-amarelo (LV-2), Latossolo Roxo (LRd), Latossolo Vermelho Escuro (LE-2), Podzólico Vermelho Amarelo (PV-4), Solos Hidromórficos (Or), Solos Litólicos (Li-3+TE-1+LRe) e Terra Roxa Estruturada (TE-1+TE-2).

A maior parte do município é coberta por Latossolo Vermelho-Amarelo com 25.788,61ha, são caracterizados por apresentarem elevada permeabilidade e baixa retenção de água, o que os torna sensíveis a degradação sob manejo agrícola.

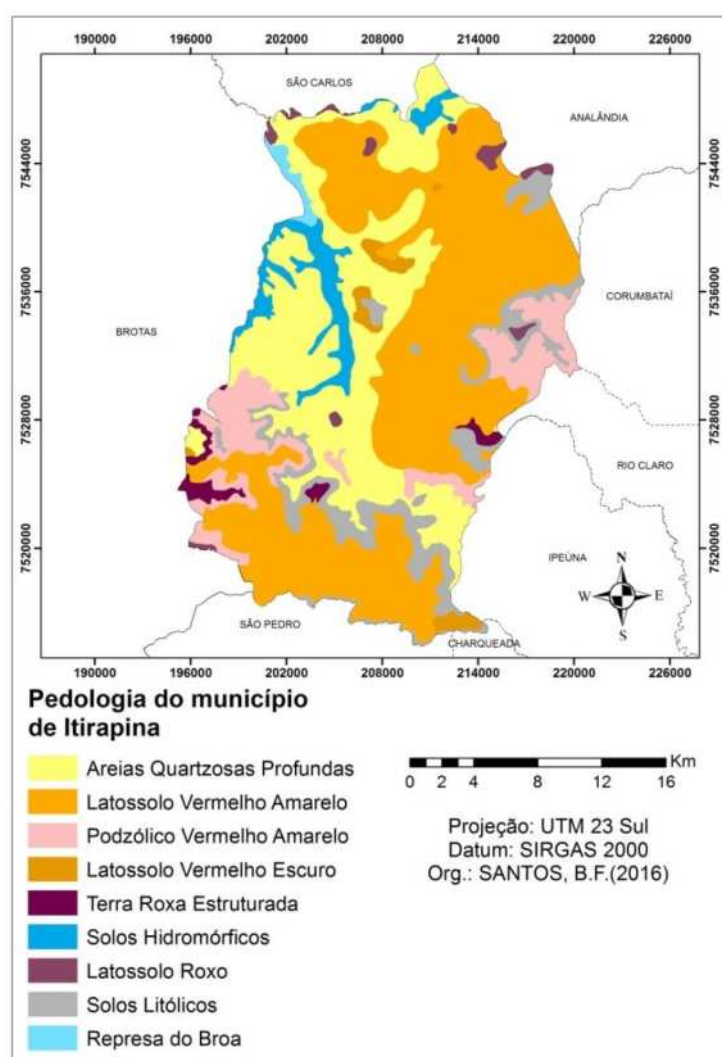


Figura 5: Carta temática da Pedologia do município de Itirapina - SP

Normalmente, estão situados em relevo suavizados com declividades de 0% a 20% (pela análise da declividade, aproximadamente 60% do local onde está situado no Latossolo Vermelho-Amarelo, que apresenta um grau de declividade até 20%), o que indica uma preocupação maior com as práticas agrícolas da região, pois são solos limitados a esse tipo de manejo devido à baixa quantidade de água disponíveis a plantas e a necessidade de fertilização corretiva frequente, pois também são solos ácidos. Porém, esse tipo de solo pode favorecer o desenvolvimento de outras atividades, como agropecuária por serem encontrados em relevo mais planos.

Geologia

A área de estudo possui cinco formações Geológicas; Cenozóico, Formação - Botucatu Piramboia, Formação Bauru, Formação - Serra Geral e Intrusiva Básica (**Figura 6**).

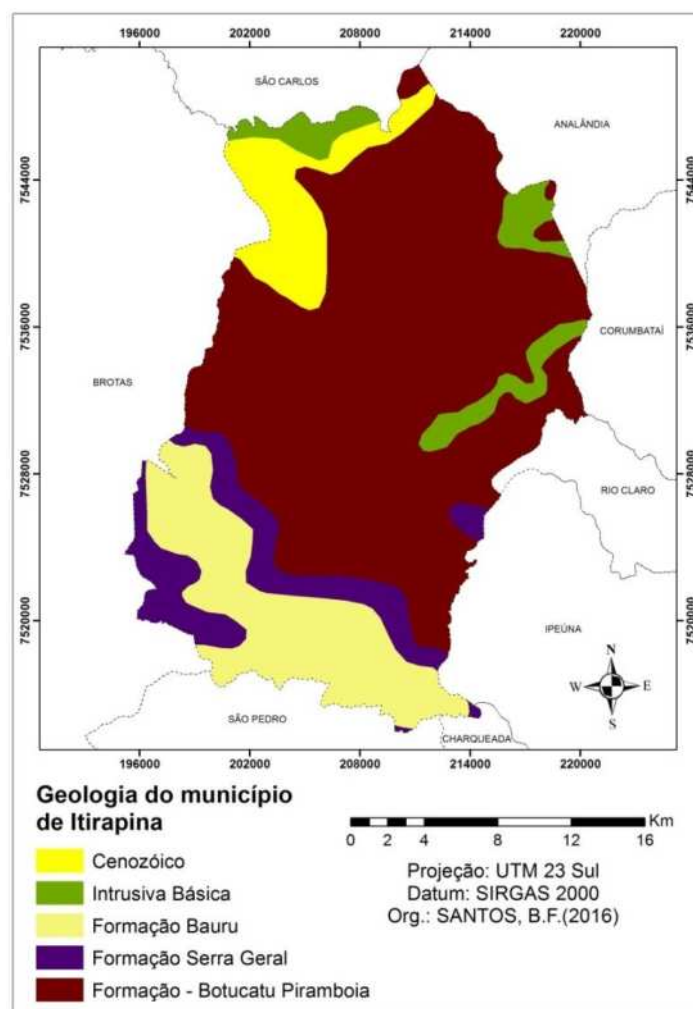


Figura 6: Carta temática da Geologia do município de Itirapina – SP

A maior parte do município predomina a Formação - Botucatu Piramboia com 37.220,70ha, que são constituídas basicamente por argilitos, siltitos e folhelhos, representam a mais importante reserva de água doce do Estado de São Paulo, sendo responsável pela totalidade do abastecimento de água de cidades como Ribeirão Preto, Pradópolis, Matão e Boa Esperança do Sul contribuindo também, decisivamente para o abastecimento de cidades como Araraquara, Bauru, São José do Rio Preto e Presidente Prudente, entre outras.

Rede de Drenagem

A hidrografia da área de estudo (**Figura 7**) possui uma extensão total de 355,3 km de comprimento. Caracteriza-se pela formação Botucatu, área de maior recarga do Aquífero Guarani sendo considerado o maior manancial de água doce subterrânea.

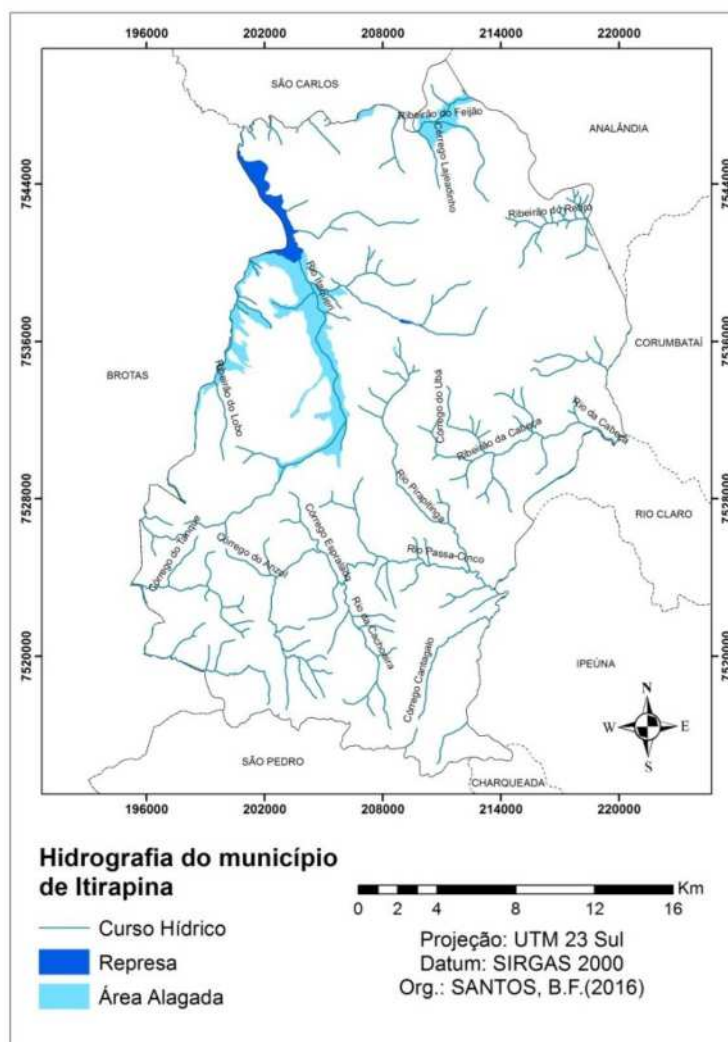


Figura 7: Carta temática da Hidrografia do município de Itirapina – SP

O município de Itirapina está inserido em duas Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo sendo que 50.63% de área do município encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica Tiete-Jacaré e 49.36% encontra-se na Bacia Hidrográfica Piracicaba/Capivari/Jundiaí.

O município de Itirapina contempla 26 corpos hídricos denominados: Córrego do Barreiro, Quebra-Canela, da Água Branca, da serra, do Geraldo, do Limoeiro, do Aleijadinho, do Tanque, Cantagalo, do Anzol, do Ubá, Espralado, da Lapa e da Fazenda Santa Rita, contando também com Ribeirão Tamanduá, do Pinheirinho, da Cachoeira, da Cabeça, do Lobo, do Retiro, do Feijão e Rio da Cachoeira, Passa-Cinco, Itaqueri, Pirapitinga, da Cabeça.

Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra

Foram identificados oito tipos de uso e cobertura da terra na área de estudo para os anos de 2006 e 2016, perfazendo um período de dez anos (**Figura 8 e 9**) sendo encontrados e classificados os usos: cana de açúcar, corpos hídricos, citricultura, pastagens, silvicultura, áreas urbanizadas e vegetação nativa.

Para o ano de 2006, aproximadamente 69,19% da área de estudo apresentou o predomínio das atividades agrícolas sendo 6.302,72ha por silvicultura, 2.818,31ha por citricultura, 7.533,20ha ocupadas pela cana de açúcar, 14.316,00ha ocupadas por solo exposto e as áreas de pastagem com 8.061,67ha (**Tabela 2**). A vegetação nativa abrangeu 16.184,67ha correspondendo a 28,69%.

No período de 2016 a ocupação por vegetação nativa passou a ter 17.306,30ha correspondendo a 30,68% da área de estudo, os cultivos agrícolas como cana de açúcar, silvicultura, citricultura, solo exposto e pastagem, apresentaram 11.866,71ha com 21,03%; 10.361,30ha com 18,37%; 873,04ha com 1,55%, 6.755,80ha com 11,97%; 8.209,40 com 14,55% respectivamente.

Neste período as atividades agrícolas no município relacionadas aos cultivos de cana de açúcar, silvicultura e citricultura tiveram um aumento de 11,43% passando a ter 40,9% do território total do município. Apesar do decréscimo da citricultura, o que é compensado pela expansão do cultivo de cana de açúcar, já as regiões de solo exposto tiveram um decréscimo ao longo

dos anos correspondendo a 6.755,80ha com 11,97% do total do município sendo áreas utilizadas para o cultivo de cana de açúcar.

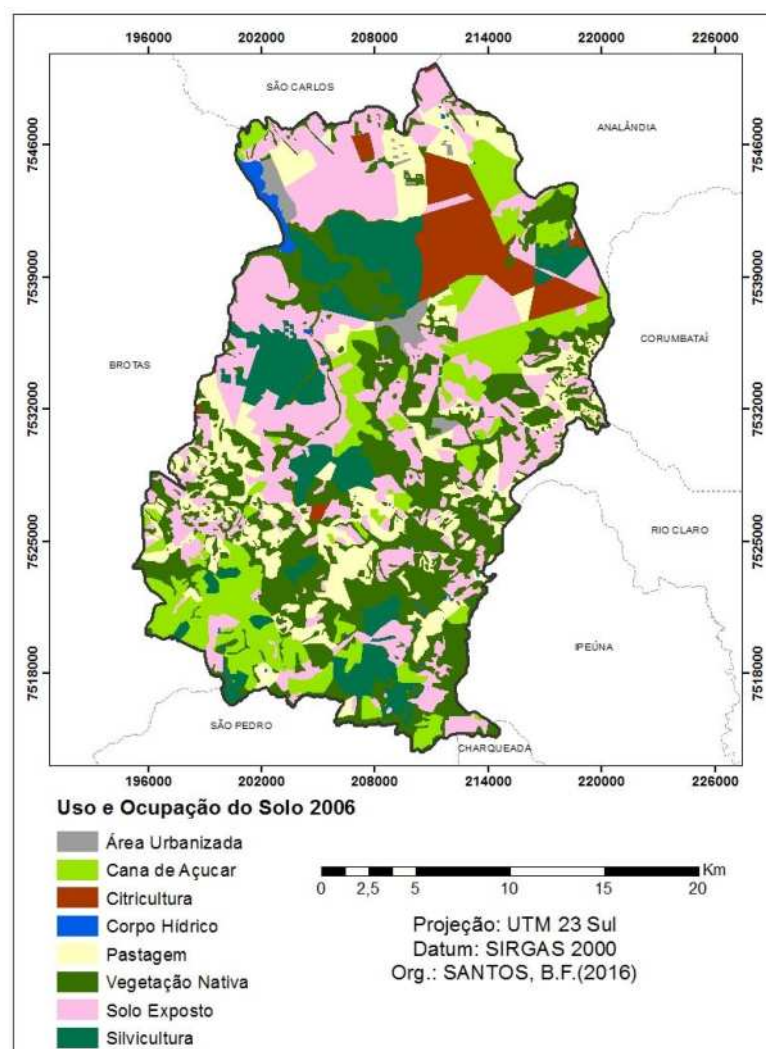


Figura 8: Análise da dinâmica temporal do uso e cobertura da terra para o ano de 2006 do município de Itirapina – SP

Tabela 2: Valores do uso e cobertura da terra do município de Itirapina - SP para os anos de 2006 e 2016.

Uso e cobertura da terra	2006		2016	
	Área (ha)	Porcentagem	Área (ha)	Porcentagem
Cana de Açúcar	7.533,20	13,35	11.866,71	21,03
Citricultura	2.818,31	5,00	873,04	1,55
Corpos Hídricos	472,32	0,84	428,76	0,76
Pastagem	8.061,67	14,29	8.209,40	14,55
Vegetação Nativa	16.184,70	28,69	17.306,30	30,68
Área Urbanizada	727,47	1,29	615,09	1,09
Solo Exposto	14.316,00	25,38	6.755,80	11,97
Silvicultura	6.302,72	11,17	10.361,30	18,37
Total	56.416,40	100	56.416,40	100

As áreas de pastagem apresentaram um aumento de 0,26% correspondendo a 147,73 ha, o qual aparecem em pequenas quantidades, tornando-se uma atividade voltada para subsistência ou pequena escala de produção. As áreas de vegetação nativa apresentam-se fragmentos ao longo do município, sendo os remanescentes localizados próximos aos corpos hídricos, ou seja, Áreas de Preservação Permanente (APP) que apresentou um pequeno aumento de aproximadamente de 2% o que se refere a 1.121,60ha do total do município.

Considerando o intervalo de 10 anos observou-se uma expansão de 11,43 % no setor agrícola, o que representa 2.841,32 ha. Esse fato coincide com o cenário paulista, sendo o estado de São Paulo, mais precisamente o interior, que é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, devido ao crescimento do mercado interno e de algumas condições favoráveis ao seu cultivo, como por exemplo, ser o estado com mais terras férteis que permite a produtividade média

maior do que em outras regiões e pelo fato de possuir desenvolvido setor de bens de produção para a cultura canavieira (NATALE NETTO, 2007).

Este pequeno aumento da vegetação nativa, foi diferente a estudos realizados em outras regiões (Cintra (2004); Moschini (2005); Moraes (2013); Mello (2014) os quais analisaram as fitofisionomias de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, tipos vegetacionais presente na área de estudo. A Mata Atlântica e o Cerrado são dois hotspots de biodiversidade, sendo necessário uma intervenção imediata no processo de fragmentação da paisagem, em sua maioria decorrentes do avanço da fronteira agrícola, mais especificamente pelo cultivo da cana-de-açúcar, que implica em severas mudanças nos padrões biológicos da paisagem e na conservação de fauna e flora presentes nesses habitats (MORAES et al., 2013).

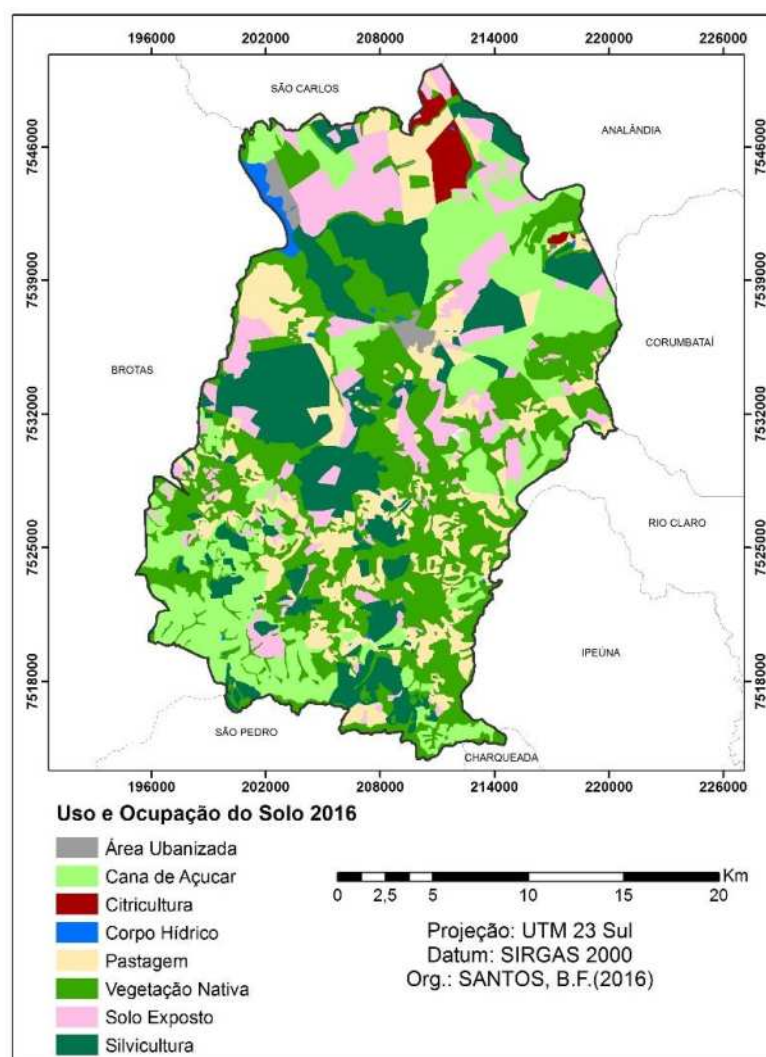


Figura 9: Análise da dinâmica temporal do uso e cobertura da terra para o ano de 2016 do município de Itirapina – SP

Considerações Finais

Os processos transformadores da natureza se tornam evidentes com o aumento das atividades antrópicas que se iniciou com a ocupação urbana e da utilização dos recursos naturais, sendo que no começo visava principalmente à sua subsistência, e posteriormente passou a explorar economicamente tais recursos.

Há necessidade de análise das alterações sofridas pela paisagem ao longo do tempo, provocadas principalmente pelas diversas atividades humanas, verificando assim os principais impactos dentro de cada paisagem, para que possa ocorrer a proteção dos recursos naturais e culturais, visando à minimização dos danos causados e das diferentes atividades nos espaços degradados.

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) permitiu obter um conjunto de informações georreferenciadas, o que possibilitou a caracterização da área de estudo, facilitando a análise e compreensão dos elementos que compõem a paisagem.

Diante a essas considerações, o diagnóstico realizado no município de Itirapina abordou a caracterização ambiental, na qual, envolveu levantamento digital e elaboração das cartas temáticas de malha viária, hidrografia, hipsometria, declividade, pedologia, geologia e uso e cobertura da terra dos anos de 2006 e 2016 que foram inseridas e analisadas em Sistema de Informações Geográficas (SIGs).

A paisagem apresentou mudanças na sua estrutura ao longo dos dois períodos avaliados. Observa-se que houve um pequeno aumento nas áreas de vegetação natural, o que se difere da realidade de muitos municípios paulistas o qual, ocorre uma crescente devastação das áreas naturais, em consequência do aumento das atividades agrícolas.

Torna-se evidente um possível equilíbrio entre o meio ambiente e o desenvolvimento das atividades agrícolas, desta forma, assegurando a

sustentabilidade ecológica e a capacidade de suporte dos ecossistemas que possivelmente poderão proporcionar benéficos econômicos e também ambientais, como, os serviços ecossistêmicos.

Portanto, para que essa realidade continue e a conservação dos ecossistemas seja algo contínuo, deve ocorrer o fortalecimento dos espaços de participação da população e de suas instâncias de representação, ocorrendo um acompanhamento nas áreas de agricultura, adequando-se à realidade local e cumprindo desta forma com seus objetivos, propondo então, uma gestão integrada entre governo e sociedade civil.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio financeiro a pesquisa 2016/05625-7.

Referências

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R.E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUGHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R.K. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. **Science**, n.297, p. 950 – 953, 2002.

BURSZTYN, M. **A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais**. Editora Garamond, Pag. 107-111, 2001.

CORRÊA, R.L. **O espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 4Ed. 2003,85p.

CINTRA, R. H. SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M.; MOSCHINI, L. E. Análise qualitativa e quantitativa de danos ambientais com base na instauração e registros de instrumentos jurídicos. (Ed.). **Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos, SP, Rima, 2004, p. 544.

IBEG, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2013. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/> > Acesso em 27 de setembro de 2016.

MELLO, K.; PETRI, L., CARDOSO-LEITE, E.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, v. 38, p. 309-317, 2014.

MORAES, M. C. P.; TOPPA, R.H.; Mello, K.A., 2013. **Expansão da Cana-de-Açúcar como fator de pressão para áreas naturais protegidas**. In: Dos Santos, J.E.; Zanin, E.M.

(Org.). *Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção*. 1ª ed, v.5, São Carlos, p. 544.

MOSCHINI, L. E. **Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e semi-naturais da paisagem: estudo de caso, município de Araraquara, SP**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

NATALE NETTO, J. A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país. 1ª ed. Osasco, SP: **Novo Século**, 2007, 343 p.

OLIVEIRA, C. H.; SANTOS, J. E.; TOPPA, R. H. Efeitos do uso do solo urbano na qualidade ambiental e de vida, na vegetação e na impermeabilização do solo. IN: SANTOS, J.E.; CAVALHEIRO, F. PIRES, J.S.R.; OLIVEIRA, C.H. PIRES, A.M.Z.C.R. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem**. 1ª ed. v. 2, São Carlos, Rima, 2004, p. 585-619.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V.; ZIPPERER, W. C.; COSTANZA, R. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. **Annual Review of Ecology and Systematics**, vol. 32, 2001, p. 127-157.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S.; PIROLI, E.L.; SANTOS, T.G.; CARDOSO, L.G. Uso da terra do Alto rio pardo, obtido a partir da análise visual IN: **Anais**. I Ciclo de Atualização Florestal do Conesul Santa Maria: UFSM, 1999. v. único, pág. 75 – 81, 1999.

SANTOS, M. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da vulnerabilidade ambiental da Serra da Calçada – MG**, 2014. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/IGCM9UXP66/m_rcia_fel_cia.pdf?sequence=1> Acesso em 10 de janeiro de 2016.

SILA, C.E.F.; REIS, C.M.; ZANCHETTA, D.; SILVA, D.A.; LUCA, E.F.; FERNANDES, F.S.; LUTGENS, H.D.; TANNUS, J.L.S.; PINHEIRO, L.S.; MARTINS, M.R.C.; SAWAYA, R. **Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina**. 2006. Disponível em <http://iflorestal.sp.gov.br/files/2013/03/Plano_de_Manejo_EEc_Itirapina.pdf> Acessado em 14 de abril de 2016.

DOSSIÊ

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE GIRASSOL
(*Helianthus annuus*) NA FITORREMEDIAÇÃO DE
Pb, Cu E Zn DE SOLOS****EVALUATION OF THE USE OF SUNFLOWER
(*Helianthus annuus*) IN PHYTOREMEDIATION OF
Pb, Cu and Zn IN SOIL**

Luísa Helena dos Santos Oliveira¹¹
Evandro Pereira Luiz¹²

Submissão: 08/12/2016

Aceite: 02/02/2017

Resumo: O presente trabalho avaliou a fitorremediação na remoção de Pb, Cu e Zn presentes no solo, com amostras preparadas em laboratório em concentrações conhecidas de cada metal pesado, utilizando girassol. Os teores de metais removidos foram analisados através da espectrometria de emissão atômica. O girassol removeu os três metais, com taxas superiores a 40% em todas as amostras, demonstrando ser eficiente e uma solução de baixo custo financeiro e impacto ambiental para locais contaminados.

Palavras chave: fitorremediação, *Helianthus annuus*, metais pesados, solos contaminados.

Abstract: The present work evaluated the phytoremediation in the removal of Pb, Cu and Zn present in the soil, with samples prepared in laboratory at known concentrations of each heavy metal using sunflower. The removed metal contents were analyzed by atomic emission spectrometry. The sunflower removed the three metals, with rates higher than 40% in all samples, proving to be efficient and a solution of low financial cost and environmental impact for contaminated sites.

Keywords: Phytoremediation, *Helianthus annuus*, heavy metals, contaminated soils.

¹¹ Professor Doutor. CECSUFABC. E-mail: luisa.oliveira@ufabc.edu.br

¹² Eng. Ambiental e Urbano - UFABC. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - UFABC.
E-mail: Evandro_pl@hotmail.com

Introdução

Metais pesados podem ser definidos como elementos químicos que possuem massa atômica entre 63,5 e 200,6 g.mol⁻¹ e massa específica maior do que 5 g.cm⁻³. Os metais pesados podem ser classificados em metais pesados essenciais e não essenciais. Seres vivos requerem quantidades vestigiais de alguns metais pesados essenciais, como cobalto, cobre e zinco. Entretanto, concentrações excessivas de metais essenciais podem ser prejudiciais ao organismo (Srivastava & Majumder, 2008). Os metais pesados não essenciais, como o chumbo, o mercúrio e o arsênio, não possuem função biológica e podem ser tóxicos mesmo em pequenas concentrações. Ao contrário dos contaminantes orgânicos, metais pesados não são biodegradáveis e tendem a se acumular no ambiente e nos tecidos de organismos, causando alterações significativas nos ciclos bioquímicos dos seres vivos. Os metais pesados são classificados em três tipos: metais tóxicos (Hg, Pb, As, Cd, Ni, Zn, Cu, etc), metais preciosos (Ag, Au, Pt, Pd, etc) e radionuclídeos (U, Ra, Th, etc) (Wang & Chen, 2006).

A entrada de metais pesados no ambiente ocorre através de fontes naturais e antrópicas. Antes da civilização humana, os metais pesados eram liberados apenas por fontes naturais, como intemperização de rochas, erosão e atividade vulcânica, e a maior parte de sua massa se mantinha depositada em estratos geológicos, raramente interagindo com a biosfera em concentrações elevadas. O desenvolvimento da sociedade humana se baseou na exploração de recursos minerais, incluindo os metais pesados. Desde as civilizações antigas, os metais são extraídos por mineração e usados para fabricar armas e ferramentas. Com a modernização da sociedade, houve um aumento da demanda por metais, e um consequente aumento do fluxo de metais pesados entre a economia e o ambiente, frequentemente resultando em riscos para o ecossistema e para a saúde da população (Odum, 2000). Atualmente, as principais fontes antrópicas de metais pesados incluem mineração, fundição,

galvanização, uso de fertilizantes e pesticidas, descarte de lodo, efluentes industriais, resíduos sólidos urbanos e deposição de material particulado (Ali *et al.*, 2013).

O chumbo pode ser frequentemente encontrado na água potável em concentrações significativas. A principal fonte de contaminação na água potável é o chumbo presente nas tubulações e soldas que compõem os sistemas de distribuição de água, principalmente quando em contato com água corrosiva. O uso de soldas e tubulações de chumbo foi proibido, mas ainda existem diversos sistemas de distribuição que utilizam componentes de chumbo. O chumbo também pode ser encontrado na gasolina (tetraetil chumbo), pintura à base de chumbo, e liberado por processos industriais, como fundições e fabricação de baterias de chumbo-ácido (Pepper *et al.*, 2006). Outra importante fonte antrópica de chumbo é o uso de herbicidas e inseticidas (Wuana & Okieimen, 2011). As principais fontes antrópicas de emissão de cobre são o uso e a fabricação de pesticidas e fertilizantes (Khan *et al.*, 2007). Emissões de fundições e incineradores, e rejeitos de mineração e enriquecimento de minério são importantes fontes antrópicas de cobre e zinco. Uso excessivo de fertilizantes e pesticidas, lodos de tratamento de esgoto, alguns tipos de esterco pecuário e desgaste de superfícies galvanizadas estão entre as principais fontes antrópicas de zinco (Chaney, 1993).

As atividades humanas aumentaram significativamente as emissões atmosféricas de cádmio, chumbo, cobre, manganês e zinco. Estes metais posteriormente se depositam na superfície da Terra, desregulando os ciclos biogeoquímicos naturais destes elementos (Taylor *et al.*, 2010). Durante a revolução industrial, as emissões atmosféricas de metais pesados, principalmente de chumbo, aumentaram consideravelmente devido ao crescimento da demanda por metais e energia (Edgington & Robbins, 1976). No início da revolução industrial, atividades como mineração, fundição de

minérios e queima de carvão se tornaram as principais fontes de emissão de chumbo (REUER & Weiss, 2002).

O acúmulo de metais pesados pode ocorrer no solo, nas águas superficiais e subterrâneas, na cadeia alimentar e nos organismos vivos. Por não serem biodegradáveis, os efeitos tóxicos dos metais pesados podem ser observados mesmo em locais distantes das fontes de emissão (Fu *et al.*, 2014). A contaminação do ambiente por metais pesados resulta em uma série de riscos ecológicos: redução da fertilidade do solo, aumento da mortalidade dos peixes e dos vegetais, alteração da atividade microbiológica, e alteração da capacidade de troca catiônica do solo. Além dos riscos ecológicos, a contaminação por metais pesados também causa riscos à saúde humana e grandes implicações financeiras, devido aos custos de remediação de áreas contaminadas e aos prejuízos provocados a atividades econômicas, como pesca e agricultura (Chapman *et al.*, 2013).

A contaminação por metais pesados apresenta um sério risco para o meio ambiente e para a saúde humana, e os métodos tradicionais de remediação de áreas contaminadas são caros e frequentemente produzem poluição secundária. Portanto, a justificativa da realização deste trabalho é a importância de estudar métodos de remoção de baixo custo financeiro e ambientalmente amigáveis, como opções na remediação de áreas contaminadas por metais pesados.

A escolha do chumbo, cobre e zinco como metais estudados neste trabalho, justifica-se por serem metais pesados de ocorrência comum em contaminações do solo e da água por fontes antrópicas. No caso do chumbo, sua elevada toxicidade e associação a diversas complicações à saúde humana foram fatores que também influenciaram na escolha deste elemento como objeto de estudo.

Este trabalho teve como objetivo estudar a remoção de concentrações conhecidas de chumbo, cobre e zinco em amostras de solo pela fitorremediação, utilizando o girassol (*Helianthus annuus*), quantificando os

percentuais de remoção de cada metal pesado e estimando a concentração de metais pesados incorporada ao tecido vegetal da espécie utilizada. O girassol (*Helianthus annuus*) foi escolhido para a fitorremediação do solo por ser uma espécie nativa do continente americano, e possuir capacidade de remover metais pesados.

Material e Métodos

Preparação e caracterização de amostras

As amostras de solo foram preparadas a partir de soluções padrão de 1000 mg.L⁻¹ (SpecSol – Quimlab) dos metais a ser estudados: chumbo, cobre e zinco, na forma química de nitrato.

As amostras de solo receberam nomenclaturas de acordo com a concentração de metal pesado adicionada à amostra. A nomenclatura de cada amostra é indicada na Tabela 1. Além da nomenclatura individual das amostras, também foi adotada uma nomenclatura coletiva para um grupo de amostras, de acordo com a concentração de metais pesados adicionada ao solo, sendo que as amostras de solo que receberam adição de 5 mg.kg⁻¹, receberam a nomenclatura de A5 e as amostras de solo que receberam adição de 10 mg.kg⁻¹, receberam a nomenclatura de A10. A preparação das amostras foi realizada no laboratório de Processos Biológicos da UFABC.

Tabela 1. Nomenclatura das amostras de solo e água, de acordo com a concentração de metal pesado adicionada ao substrato

Nome da amostra	Metal pesado	Concentração adicionada	
		Na água (mg.L ⁻¹)	No solo (mg.kg ⁻¹)
Controle	Nenhum		
Pb5	Chumbo	5	5
Pb10		10	10
Cu5	Cobre	5	5
Cu10		10	10
Zn5	Zinco	5	5
Zn10		10	10

Amostras de solo

A resolução CONAMA 420 (Brasil, 2009) estabelece os valores máximos para a concentração de diversos metais pesados no solo e na água subterrânea. A Tabela 2 mostra os valores estabelecidos para chumbo, cobre e zinco na prevenção de contaminação do solo e de águas subterrâneas. Foram adicionados 5 e 10 mg.kg⁻¹ à concentração natural do solo no início dos experimentos de remediação do solo. Para o experimento de adsorção, os valores adotados podem ser comparados com os valores limites para águas subterrâneas, já que o objetivo do experimento é remover os metais pesados solúveis em água por fixação na fase sólida. Para o experimento de fitorremediação, a concentração adicionada ao solo está abaixo dos valores limites estabelecidos na resolução CONAMA, porém adicionada à concentração natural do solo pode ultrapassar tais valores, e além disso, deve-se ressaltar que mesmo baixas concentrações de metais pesados no solo podem contaminar as águas subterrâneas ou apresentar riscos ambientais de longo prazo devido à bioacumulação dos metais.

Tabela 2. Valores máximos de chumbo, cobre e zinco no solo e nas águas subterrâneas, de acordo com a resolução CONAMA 420 (2009)

Metal pesado	Valor máximo	
	Solo (mg.kg ⁻¹)	Água subterrânea (µg.L ⁻¹)
Chumbo	72	10
Cobre	60	2000
Zinco	300	1050

A caracterização granulométrica do solo foi realizada através dos ensaios de peneiramento e sedimentação, de acordo com a norma NBR 7181 (ABNT, 1984), no laboratório de geotecnia da UFABC. Antes do ensaio, o solo foi seco a ar, até atingir a umidade higroscópica, e em seguida os torrões de solo foram desmanchados, utilizando uma peneira de 19,1 mm. A massa de solo utilizada no ensaio foi de 1 kg, que representa a quantidade mínima estabelecida pela

norma NBR 6457 (ABNT, 1986). Inicialmente a amostra de solo foi passada por uma peneira com abertura de 2 mm. Como não houve retenção de solo nesta peneira, apenas de alguns restos de matéria orgânica não degradados, como lascas de madeira e fibras vegetais, foi realizado o peneiramento fino da amostra, tomando 70 g da amostra de solo. Antes do peneiramento, a amostra de solo foi seca em estufa em estufa a 110°C até obtenção de massa constante. Após secagem, foi medida a massa de solo seco, para determinar o teor de umidade. Em seguida a amostra foi passada sequencialmente por peneiras com aberturas 1,2, 0,6, 0,42, 0,25, 0,15 e 0,075 mm utilizando um agitador mecânico. As massas retidas em cada uma das peneiras foram medidas em uma balança com resolução de 0,01 g.

Para a realização do ensaio de sedimentação do solo, uma massa de 70 g de solo foi transferida para um béquer com volume de 250 mL. Com o auxílio de uma proveta, foi adicionado ao solo um volume de 125 mL do defloculante hexametáfosfato de sódio, a uma concentração de 45,7 g.L⁻¹. O béquer foi agitado até que a amostra de solo ficasse totalmente imersa na solução e depois foi deixado em repouso por 24 horas. A mistura foi transferida para um copo de dispersão, utilizando água destilada para remover as partículas de solo aderidas ao béquer. Foi adicionada água destilada até que o nível da solução ficasse 5 cm abaixo das bordas do copo. A solução foi submetida à ação do copo de dispersão por 15 minutos. Em seguida, o material foi transferido para uma proveta de 1000 mL, e o volume foi completado com água destilada. A solução foi agitada com uma bagueta de vidro para manter as partículas em suspensão, e em seguida, a entrada da proveta foi fechada com uma das mãos e foram executados movimentos de rotação durante 1 minuto. Após a agitação, a proveta foi colocada em repouso sobre uma bancada, em um local de temperatura constante, foi anotado o horário do início da sedimentação e um densímetro foi inserido cuidadosamente na solução. As leituras do densímetro foram efetuadas nos tempos de sedimentação de: 30 segundos, 1, 2, 4, 8, 15 e

30 minutos, 1, 2, 4, 8 e 24 horas. A Lei de Stokes supõe que uma esfera caindo através de uma massa líquida atinge uma velocidade constante de queda, em função do quadrado do diâmetro da esfera, podendo ser expressa através de uma equação (1). As leituras de densidade do densímetro, realizadas ao longo do ensaio, foram utilizadas para determinar o percentual de grãos com diâmetro menor do que um diâmetro D , através de uma equação (2).

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1800 \cdot \mu} \cdot D^2 \quad (1)$$

Onde:

v = velocidade da queda;

γ_s = massa específica das partículas de solo (g.cm^{-3});

γ_w = massa específica da água (g.cm^{-3});

μ = viscosidade da água (g.s.cm^{-2});

D = diâmetro equivalente das partículas (mm).

$$\% < D = \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} \times \frac{V}{m_s} \times (\gamma_L - \gamma_w) \cdot N \quad (2)$$

Onde:

$\% < D$ = percentual de partículas menores que um diâmetro D ;

V = volume da solução do ensaio (cm^3);

m_s = massa de sólidos contida na solução (g);

γ_L = massa específica da solução (g.cm^{-3});

N = percentual da massa de solo que passou pela peneira com abertura de 2,0 mm.

As amostras de solo foram preparadas a partir de solo orgânico (Cianex), obtido em uma loja de jardinagem. Foi preparada uma solução aquosa, a partir

de água destilada e soluções padrão de metais pesados. As soluções aquosas foram adicionadas para promover um acréscimo de concentração igual a 5 e 10 mg.kg^{-1} nas amostras de solo, além da concentração natural de cada metal presente no solo. A solução foi incorporada ao solo, que foi deixado em repouso por 24 horas antes de iniciar qualquer experimento, para permitir que o solo atinja uma condição de equilíbrio.

Antes do início dos experimentos, foi medido o pH de cada amostra de solo, utilizando um medidor de pH de bancada (modelo NI PHM, NOVA instruments), calibrado através de soluções tampão de pH 4 e 7. O pH do solo foi medido em suspensão em água destilada após agitação, de acordo com a norma NBR 10005 (ABNT, 2004). O solo foi umedecido. A temperatura média da solução de solo durante as medições foi de $23,2^{\circ}\text{C}$.

Determinação dos teores de metais pesados

A determinação dos teores de metais pesados na água, no solo e nas amostras de tecido vegetal foi realizada antes do início dos experimentos, para determinar a concentração inicial dos metais pesados nas amostras, e também durante a realização dos experimentos para determinar a concentração de metais pesados após a aplicação dos métodos de remediação e permitir uma análise da eficiência dos métodos aplicados.

Teores de metais pesados no solo

Para determinar a concentração de metais no solo foi utilizada a digestão com água régia auxiliada por micro-ondas (ISO 11466, 1995). Um grama de solo seco foi acondicionado em um recipiente de Teflon, com 2,35 mL de HNO_3 (65%) e 7 mL de HCl (37%). O recipiente foi então colocado em micro-ondas a 190°C por 25 minutos. Após o resfriamento, a substância foi filtrada e diluída para 50 mL com água deionizada. Após a digestão, os teores de metais

pesados de cada solução foram analisados por espectrometria de emissão atômica (ICP-AES).

Teores de metais pesados nos tecidos vegetais

Para realizar a determinação do teor de metais pesados nas amostras de tecido vegetal, foi necessário primeiramente realizar a digestão da amostra, e para isso foi adotado o método de digestão nitroperclórica.

Durante a digestão nitroperclórica, uma amostra de 500 mg de tecido vegetal seco e moído foi transferida para um tubo de digestão. No tubo de digestão serão adicionados 5 mL de ácido nítrico concentrado (concentração de 65%), a mistura foi homogeneizada e deixada em repouso por um dia. O tubo foi então aquecido em bloco digestivo a 160°C. Quando a solução estava clara, o tubo foi resfriado e 2 mL de ácido perclórico (concentração de 70%) foram adicionados à mistura. A amostra foi novamente colocada no bloco digestivo e a temperatura foi gradualmente aumentada até 210°C. O aquecimento foi interrompido quando a solução estava completamente transparente e começou a liberar uma fumaça branca. Após o resfriamento, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL e o volume foi completado com água deionizada (Abreu *et al.*, 2005). O procedimento foi repetido para cada amostra analisada. Após a digestão das amostras de tecido vegetal, estas foram analisadas por espectrometria de emissão atômica (ICP-AES) para determinar a concentração de metais pesados.

Ensaio de fitorremediação do solo

O ensaio de fitorremediação do solo foi conduzido no laboratório de processos biológicos da UFABC, em área com exposição à luz solar. Inicialmente, foram plantadas sementes de girassol (*Helianthus annuus*) em jardineiras contendo solo sem contaminantes. Após quatro semanas, foram selecionados indivíduos de tamanho e massa semelhantes (massa média de 21,6

g), que foram cuidadosamente retirados do solo não contaminado, pesados e replantados em vasos plásticos contendo um quilograma de solo com concentração conhecida de um dos metais pesados (Turgut *et al.*, 2010). A reposição de água no solo, durante o experimento, foi realizada com água deionizada a cada dois dias. O experimento teve duração de cinco semanas, com amostras de solo e tecido vegetal da parte aérea sendo retiradas a cada semana até o término do experimento.

As amostras de tecido vegetal coletadas foram lavadas com água deionizada, acondicionadas e devidamente identificadas. Posteriormente foram secas em estufa a 60°C por 72 horas. Após secagem, a matéria vegetal foi moída em moinho tipo Willey para determinação do teor de metais pesados.

Ensaio de bioissorção

O experimento foi conduzido no laboratório de processos biológicos, utilizando a serragem como material adsorvente. Foi utilizada serragem de madeira não tratada de *Pinus*, adquirida em uma loja de material para jardinagem. A serragem foi inicialmente lavada três vezes com água deionizada para promover a remoção das partículas mais finas e outras substâncias solúveis. Após a lavagem, o material foi seco em estufa a uma temperatura de 70°C por 12 horas, e então o material foi peneirado em uma peneira de malha #30 (0,6 mm de abertura) para ser utilizado nos ensaios de bioissorção (Singh *et al.*, 2011).

No experimento de bioissorção na água, foram adicionados 2 g de serragem em um volume de 100 mL de solução com concentração conhecida de um dos metais pesados. O experimento foi realizado em batelada, utilizando um béquer e um agitador magnético para misturar a solução a 300 rpm por um período de tempo conhecido (Bozic *et al.*, 2009). Os períodos de agitação do experimento foram de 5, 10, 30, 60 e 90 minutos. Após a agitação, a mistura foi filtrada através de um filtro para seringa de 0,45 µm e foi medida a concentração de metais pesados remanescente na água, utilizando a espectrometria de

emissão atômica (ICP-AES), do mesmo modo como foi descrito anteriormente, na determinação do teor de metais pesados em amostras de água. A quantidade de metais pesados adsorvidos na serragem foi calculada utilizando a seguinte equação (3):

$$q(t) = \frac{(C_i - C_f) \cdot V}{m} \quad (3)$$

Onde:

$q(t)$ = massa de metal adsorvida por massa de adsorvente ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$);

C_i = concentração inicial de metal pesado na água ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$);

C_f = concentração final de metal pesado na água ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$);

V = volume total de solução (L);

m = massa de material adsorvente (g).

No experimento de bioissorção no solo, foram adicionados 2 g de serragem em uma massa de 100 g de solo. A serragem foi incorporada ao solo de forma a garantir uma mistura homogênea. O experimento teve duração de cinco semanas, com amostras de 1 g de solo sendo retiradas a cada uma semana. A massa de solo amostrada foi diluída em 100 ml de água deionizada e a solução foi agitada por uma hora a 300 rpm. Após agitação, a mistura foi filtrada em um filtro de seringa de $0,45 \mu\text{m}$ (Cao *et al.*, 2009). Após a filtragem da solução, foi medida a concentração de metais pesados dissolvidos em solução aquosa utilizando espectrometria de emissão atômica (ICP-AES). Antes do início do experimento foi determinada a quantidade de metais pesados solúveis em água no solo, para que seja possível comparar com a quantidade solúvel em água

após o experimento de bioadsorção, e assim quantificar a massa de metais pesados adsorvida pela serragem.

Análise estatística

Para cada amostra, realizada em triplicata, foram calculados a média, o desvio padrão e a variância. Em seguida foi utilizado o Teste de Tukey para determinar se as concentrações médias de cada metal pesado após tratamento foram significativamente diferentes das concentrações médias antes da remediação. De acordo com o Teste de Tukey, duas médias são significativamente diferentes quando:

$$[y_i - y_j] > T_\alpha$$

Onde:

$$T_\alpha = q_\alpha(a, f) \sqrt{\frac{MQ_E}{n}}$$

y_i e y_j = médias analisadas;

$q_\alpha(a, f)$ = distribuição da amplitude *studentizada*, cujos valores são tabelados e variam em função do número de tratamentos (a) e do número de graus de liberdade (f);

MQ_E = Quadrado médio residual, que consiste na média dos quadrados dos desvios dentro de um mesmo tratamento;

n = número de repetições do tratamento.

Foi adotado um nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$) para comparar as médias de concentração de metais pesados através do Teste de Tukey. O Anexo I contém uma tabela com valores de distribuição de amplitude (q) para o nível de significância adotado. Para cada amostra, o número de repetições (n) foi igual a 3, pois os experimentos foram realizados em triplicatas.

Resultados e Discussão

Remediação do solo

Inicialmente, foi realizada a caracterização do solo, onde foram analisadas sua granulometria seu pH e a presença de metais pesados no solo antes do início dos experimentos. Os resultados obtidos nos ensaios de peneiramento e sedimentação indicaram que o solo utilizado nos experimentos é composto de 37,2% de areia, 44% de silte e 18,8% de argila. A textura do solo amostrado pode ser classificada como franca, pelo sistema trilinear de classificação textural adotado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), e pode ser classificado como silte argiloso de acordo com a nomenclatura adotada pela NBR 7250 (ABNT, 1982). Após a secagem da amostra de solo em estufa, foi obtido um valor de umidade do solo igual a 51,3%, calculado através da razão entre a massa do solo seco e a massa de solo total. O solo utilizado nos experimentos apresenta uma coloração marrom escura. A coloração do solo e a presença de lascas de madeira e fibras vegetais indicam que este solo possivelmente apresenta alto teor de matéria orgânica.

Os valores das concentrações de metais pesados no solo antes do início do experimento estão dispostos na Tabela 3. Foram encontrados valores de concentração bastante baixos para o chumbo e o cobre, e valores maiores para a concentração de zinco. As concentrações dos três metais estudados estão bem abaixo dos limites estabelecidos para solos não contaminados na resolução CONAMA 420 (Brasil, 2009).

Tabela 3. Concentrações de metais pesados no solo antes do início dos experimentos

Metal pesado	Concentração (mg.kg ⁻¹)
Chumbo	7,32
Cobre	9,28
Zinco	32,41

Os valores de pH encontrados para cada uma das amostras de solo estão dispostos na Tabela 4. O controle apresentou um pH médio igual a 6,123, indicando uma leve acidez que pode ser justificada pela presença de matéria orgânica. Nas amostras que receberam adição de metais pesados, foi observada uma acidez maior do que no controle, que pode ser justificada pela presença de íons nitrato nas soluções de metais pesados utilizadas.

Tabela 4. Valores médios de pH para as amostras de solo utilizadas nos experimentos

Amostra	pH médio
Controle	6,12
Pb5	5,63
Pb10	5,42
Cu5	5,67
Cu10	5,5
Zn5	5,59
Zn10	5,35

Fitorremediação do solo

Os teores iniciais de cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco na biomassa do girassol foram medidos para detectar a presença destes metais nos tecidos vegetais antes do início do experimento. Os resultados da medição dos teores destes metais estão dispostos na Tabela 5. Foi possível observar que a biomassa do girassol continha concentrações iniciais de chumbo, cobre, zinco, cromo e níquel. A presença destes elementos na biomassa do girassol é comum

em pequenas concentrações, pois são micronutrientes necessários para o crescimento da planta, com exceção do chumbo, que é um metal não essencial, e cuja presença pode ser explicada pela presença de chumbo no solo não contaminado em que os girassóis foram plantados. O fato de não ocorrer a detecção de cádmio na biomassa não significa que este elemento não esteja presente no tecido vegetal do girassol, podendo estar em concentrações abaixo do limite de detecção do método de espectrometria de emissão atômica, que foi de $1 \mu\text{g.kg}^{-1}$ (equivalente a 1 ng.g^{-1}) nos ensaios de fitorremediação do solo.

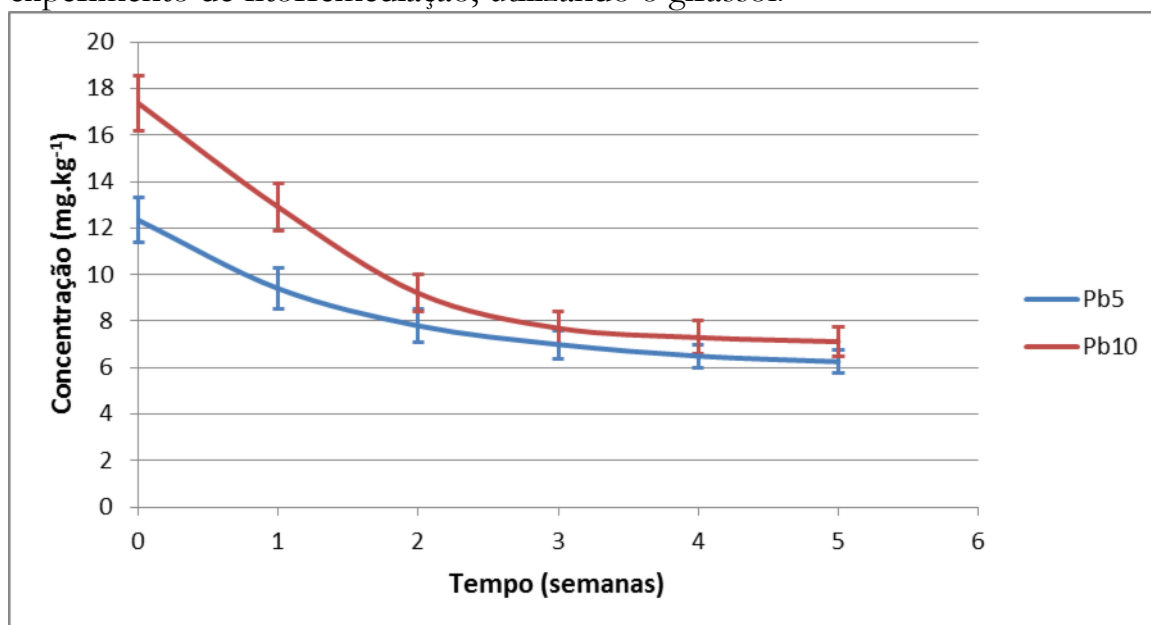
Tabela 5. Concentração dos metais pesados na biomassa do girassol antes do início do experimento de fitorremediação

Metal pesado	Concentração ($\mu\text{g.g}^{-1}$)
Cádmio	ND
Chumbo	1,1
Cobre	15
Cromo	1,2
Níquel	1,3
Zinco	19

ND – Não detectado pelo método de espectrometria

A variação da concentração de chumbo no solo, durante o experimento de fitorremediação, pode ser observada na Figura 1. O gráfico permite observar que na amostra Pb5 a taxa de remoção reduz progressivamente ao longo das semanas de ensaio, enquanto na amostra Pb10 a taxa de remoção é mais acentuada nas duas primeiras semanas do experimento. A queda na concentração de chumbo foi mais acentuada para a amostra Pb10, que possui maior concentração inicial do metal.

Figura 1. Gráfico da variação da concentração de chumbo no solo durante o experimento de fitorremediação, utilizando o girassol.



Durante a realização do experimento de fitorremediação do solo para remoção de chumbo, foi possível observar amarelamento das folhas após 15 dias de duração, indicando sinais de clorose. Na última semana do experimento, as folhas adquiriram uma coloração marrom e houve perda de grande parte da biomassa original. Pode-se observar uma comparação entre as condições dos girassóis utilizados na remoção de chumbo no início do experimento e na sua última semana na Figura 2 (Pb5) e Figura 3 (Pb10). Os girassóis plantados em vasos contendo solo não contaminado (controle) não apresentaram amarelamento e perda de biomassa. As condições das plantas colocadas em situação de controle podem ser observadas na Figura 4. O amarelamento e perda de biomassa dos girassóis expostos ao chumbo não ocorreu durante as primeiras semanas do experimento, indicando que os efeitos nocivos sofridos pelas plantas possivelmente foram causados pela exposição de longo prazo ao chumbo.

Figura 2. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por chumbo (Pb5), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.

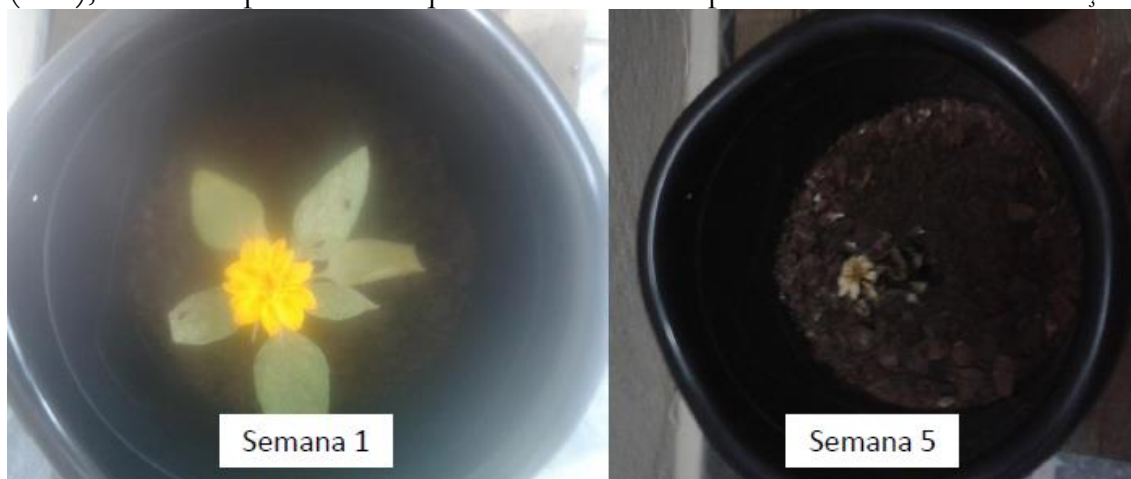


Figura 3. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por chumbo (Pb10), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.



Figura 4. Girassol plantado em vaso contendo solo não contaminado (controle), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.



A variação da concentração de cobre durante o ensaio de fitorremediação do solo pode ser vista na Figura 5. Observando o gráfico, pode-se notar que a taxa de remoção se mantém praticamente constante ao longo do experimento. Os efeitos tóxicos observados nos girassóis expostos ao cobre foram bastante suaves. Notou-se apenas um leve amarelamento e alguma perda de coloração nas pontas de uma pequena parte das folhas. Os girassóis expostos ao cobre apresentaram um crescimento visível durante a realização do experimento. A comparação entre as condições dos girassóis usados na remoção de cobre pode ser vista na Figura 6 (Cu5) e na Figura 7 (Cu10). É possível que a taxa de remoção de cobre constante observada no ensaio tenha ocorrido devido à tolerância apresentada pelos girassóis à exposição de longo prazo ao cobre.

Figura 5. Gráfico da variação da concentração de cobre no solo durante o experimento de fitorremediação, utilizando o girassol.

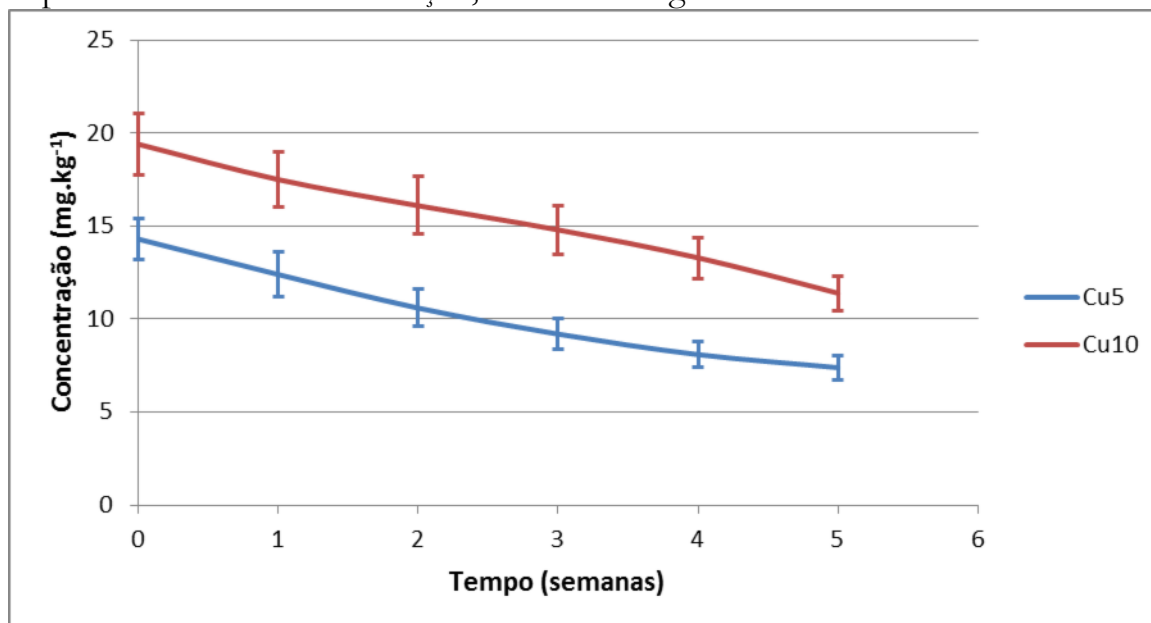


Figura 6. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por cobre (Cu5), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.

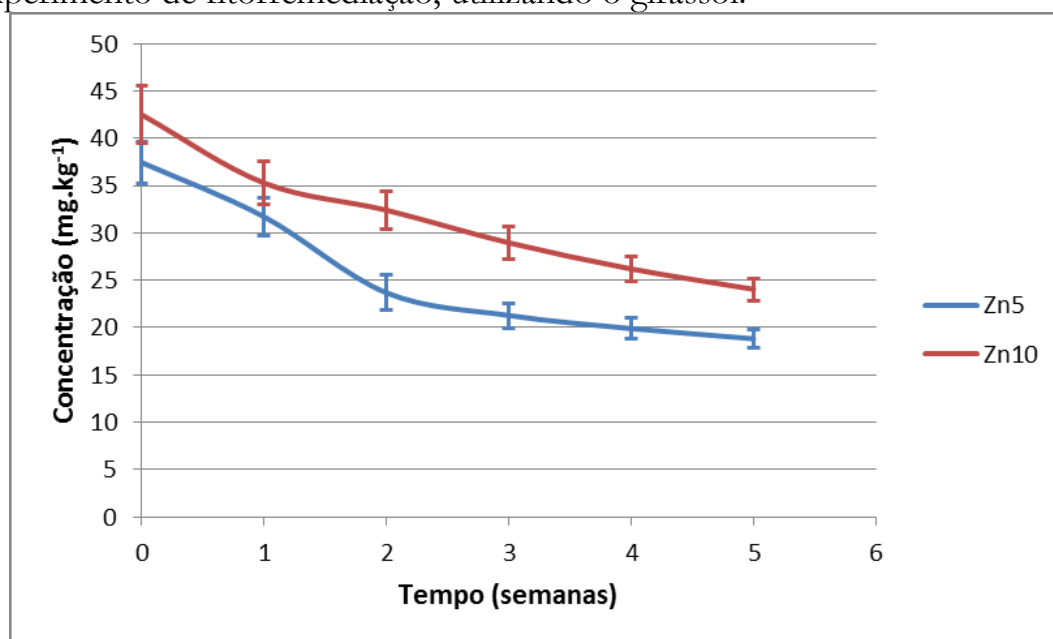


Figura 7. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por cobre (Cu10), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.



A variação da concentração de zinco no solo durante as cinco semanas de duração do experimento de fitorremediação, pode ser vista através de um gráfico na Figura 8. Na amostra Zn5, a taxa de remoção é claramente mais acentuada nas duas primeiras semanas. Já na amostra Zn10, percebe-se uma remoção mais intensa na primeira semana, e uma remoção mais lenta e contínua a partir da segunda semana do experimento.

Figura 8. Gráfico da variação da concentração de zinco no solo durante o experimento de fitorremediação, utilizando o girassol.



A comparação da condição dos girassóis usados na remoção de zinco, no início e no final do experimento, pode ser visto na Figura 9 (Zn5) e na Figura 10 (Zn10). As folhas das plantas apresentaram amarelamento após 20 dias, e apresentaram perda total de coloração após 28 dias do início do experimento. Ao final do experimento, as plantas estavam secas, sem coloração e apresentando tamanho reduzido, indicando sinais de necrose. Os efeitos adversos observados possivelmente são decorrentes da elevada concentração natural de zinco encontrada no solo ($32,41 \text{ mg.kg}^{-1}$), que juntamente com o zinco adicionado às amostras, resultou em uma concentração elevada o suficiente para causar os efeitos tóxicos observados nos girassóis.

Figura 9. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por zinco (Zn5), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.



Figura 10. Girassol utilizado no tratamento do solo contaminado por zinco (Zn10), durante a primeira e a quinta semana do experimento de fitorremediação.



Na fitorremediação do chumbo no solo, a taxa de remoção não foi tão gradual, e apresentou maior intensidade nas primeiras semanas, podendo associada à biodisponibilidade tipicamente baixa do chumbo no solo (Prasad, 2003), resultando em uma remoção da fração disponível do metal pesado no início do ensaio e uma impossibilidade em extrair a fração indisponível, que tende a permanecer no solo em estado insolúvel.

Através dos ensaios de fitorremediação, foram obtidos os valores de concentração inicial, concentração final e percentual de remoção de cada metal pesado em cada uma das amostras de solo. É importante ressaltar que a Tabela 6 mostra os valores totais da concentração inicial e final, incluindo a concentração natural dos metais no solo utilizado e a concentração adicionada através de soluções padrão durante a preparação das amostras. Observando os resultados, pode-se notar que o percentual de remoção foi superior a 40% em todos os ensaios conduzidos. Com exceção da amostra Cu10, em todas as outras foi observada uma concentração final dos metais pesados inferior à concentração natural solo, indicando que houve uma remoção completa da concentração adicionada às amostras de solo.

Tabela 6. Concentração inicial e final dos metais pesados nas amostras de solo usadas no ensaio de fitorremediação

Amostra	Concentração inicial (mg.kg ⁻¹)		Concentração final (mg.kg ⁻¹)		Percentual de remoção (%)
Pb5	12,34	±0,97 ^a	6,26	±0,49 ^b	49,27
Pb10	17,36	±1,18 ^a	7,12	±0,63 ^b	58,99
Cu5	14,32	±1,12 ^a	7,41	±0,66 ^b	48,25
Cu10	19,41	±1,67 ^a	11,39	±0,92 ^b	41,32
Zn5	37,45	±2,21 ^a	18,83	±0,95 ^b	49,72
Zn10	42,49	±3,05 ^a	24,06	±1,17 ^b	43,37

Os valores médios de concentração inicial e concentração final foram comparados para cada elemento; médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey, com grau de significância de 5%

De acordo com o Teste de Tukey, aplicado com um nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$), os valores médios de concentração final dos metais pesados no solo são significativamente diferentes dos valores de concentração inicial em todos os casos, indicando que o tratamento promoveu uma remoção estatisticamente significativa dos metais pesados.

As concentrações iniciais dos metais pesados no solo, já estavam abaixo do padrão de contaminação estabelecido pela resolução CONAMA 420 (Brasil, 2009). Após o tratamento, as concentrações ficaram ainda mais distantes da concentração limiar para solos contaminados, aumentando o nível de segurança para usos sensíveis do solo, como a agricultura.

A Tabela 7 mostra a concentração de cada metal pesado no tecido vegetal dos girassóis, após a finalização dos ensaios de fitorremediação. O zinco apresentou as maiores concentrações no tecido vegetal. Para o cobre e o zinco, as concentrações de metais retidas no tecido da planta não apresentaram grande diferença entre as amostras A5 e A10, indicando que houve uma saturação da capacidade dos girassóis em acumular estes dois metais durante o experimento.

No caso do chumbo, houve maior acumulação nas amostras A10, indicando que a saturação da planta não deve ter sido um fator limitante na remoção do metal, e que provavelmente a biodisponibilidade do chumbo no solo deve ter limitado a remoção. Vale destacar que os resultados apresentados foram obtidos sem a utilização de nenhum quelante, indicando que é viável realizar a fitorremediação do solo sem o uso dos mesmos.

Tabela 7. Concentração dos metais pesados no tecido vegetal dos girassóis após a realização dos ensaios de fitorremediação do solo

Metal pesado	Concentração ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		
	Controle	A5	A10
Chumbo	3	282	476
Cobre	15	330	381
Zinco	19	881	863

Marques *et al.* (2013) encontraram valores de acúmulo de zinco de 468 $\mu\text{g.g}^{-1}$ na biomassa do girassol, em um solo contendo uma concentração inicial de 500 mg.kg^{-1} de zinco. Apesar de uma concentração inicial menor de zinco no solo, o presente trabalho encontrou um valor maior para a concentração acumulada na biomassa da planta, que pode ser explicado pela duração mais longa deste experimento, que foi de cinco semanas enquanto o experimento dos autores teve duração de duas semanas. Outro fator que pode ter contribuído para a elevada acumulação de zinco, foi a baixa massa dos girassóis utilizados neste trabalho em comparação com a massa de solo tratada: 20 g para 1 kg de solo.

Conclusões

O girassol (*Helianthus annuus*) foi eficiente na remoção dos três metais estudados, mesmo sem o uso de quelantes. Porém, as plantas utilizadas apresentaram sinais de intoxicação durante os ensaios de fitorremediação do solo contendo chumbo e zinco, indicando que não foram capazes de tolerar as concentrações destes metais durante o tempo de exposição a que foram submetidas.

A fitorremediação é aplicável somente na zona não saturada, acima do lençol freático. É importante ressaltar, que devido às suas características, a fitorremediação é um método mais indicado para a remediação *in situ*.

Este método apresentou um bom desempenho na remoção de metais pesados do meio contaminado e pode ser inicialmente considerado como solução de baixo custo financeiro e impacto ambiental para o tratamento de áreas contaminadas. Entretanto, a eficiência do método deve ser testada em escalas maiores e diferentes condições antes de ser aplicado de forma segura na remediação de locais contaminados.

Referências Bibliográficas

ABREU, M.F.; FURLANI, A.M.C.; ABREU, C.A.; SANTOS, P.H.; PAZ-GONZALES, A. Total Element Concentration Quantification in Substrates. **Acta Horticulturae**, v.697, p.315-319, 2005.

ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M.A. Phytoremediation of heavy metals – Concepts and applications. **Chemosphere**, v.91, p.869-881, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7250**: Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Análise Granulométrica. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo. Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BOZIC, D.; STANKOVIC, V.; GORGIEVSKI, M.; BOGDANOVIC, G.; KOVACEVIC, R. Adsorption of heavy metal ions by sawdust of deciduous trees. **Journal of Hazardous Materials**, v.171, p.648-692, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **CONAMA nº 357**. Resolução nº 357, 18 de março de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **CONAMA nº 420**. Resolução nº 420, 28 de dezembro de 2009.

CAO, X.; WAHBI, A.; MA, L.; LI, B.; YANG, Y. Immobilization of Zn, Cu, and Pb in contaminated soils using phosphate rock and phosphoric acid. **Journal of Hazardous Materials**, v.164, p.555-564, 2009.

CHANEY, R.L. **Zinc Phytotoxicity**. In: ZInc in Soils and Plants. Editor: ROBSON, A.D. Springer Netherlands, p.135-150, 1993.

EDGINGTON, D.N.; ROBBINS, J.A. Records of lead deposition in Lake Michigan sediments since 1800. **Environmental Science & Technology**, v.10, p.266-274, 1976.

FU, J.; ZHAO, C.; LUO, Y.; LIU, C.; KYZAS, G.Z.; LUO, Y.; ZHAO, D.; AN, S.; ZHU, H. Heavy metals in surface sediments of the Jialu River, China: Their relations to environmental factors. **Journal of Hazardous Materials**, v.270, p.102-109, 2014.

ISO 11466. **International Standard: Soil quality – Extraction of trace elements soluble in aqua regia**. 1995.

KHAN, M.A.; AHMAD, I.; RAHMAN, I. Effect of environmental pollution on heavy metal content of *Withania somnifera*. **Journal of the Chinese Chemistry Society**, v.54, p.339-343, 2007.

MARQUES, A.P.G.C.; MOREIRA, H.; FRANCO, A.R.; RANGEL, A.O.S.S.; CASTRO, P.M.L. Inoculating *Helianthus annuus* (sunflower) grown in zinc and cadmium contaminated soils with plant growth promoting bacteria – Effects on phytoremediation strategies. **Chemosphere**, v.92, p.74-83, 2013.

ODUM, H.T. **Heavy metals in the environment: using wetlands for their removal**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.

PEPPER, I.L.; GERBA, C.P.; BRUSSEAU, M.L. **Environmental & pollution science**. Academic press, 2ª ed, 2006.

PRASAD, M.N.V. Phytoremediation of metal-polluted ecosystems: hype for commercialization. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.50, p.686–700, 2003.

REUER, M.K.; WEISS, J.W. Anthropogenic lead dynamics in the terrestrial and marine environment. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v.360, p.2889-2904, 2002.

SRIVASTAVA, N.K.; MAJUMDER, C.B. Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater. **Journal of Hazardous Materials**, v.151, p.1-8, 2008.

TAYLOR, M.P.; MACKAY, A.K.; HUDSON-EDWARDS, K.A.; HOLZ, E. Soil Cd, Cu, Pb and Zn contaminants around Mount Isa city, Queensland, Australia: Potential sources and risks to human health. **Applied Geochemistry**, v.25, p.841-855, 2010.

TURGUT, C.; BABAHAN, I.; ATATANIR, L.; CUTRIGHT, T.J. Assessment of Two New Ligands for Increasing the Uptake of Cd, Cr, and Ni in *Helianthus annuus* Grown in a Sandy-Loam Soil. **Water, Air and Soil Pollution**, v.210, p.289-295, 2010.

WUANA, R.A.; OKIEIMEN, F.E. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. **ISRN Ecology**, p.1-20, 2011.

DOSSIÊ**ANÁLISE DO PERFIL DA CADEIA DE PRODUÇÃO DA
INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA (ICV) QUANTO ÀS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO METROPOLITANA
DO CARIRI, CEARÁ****ANALYSIS OF THE PRODUCTIVE CHAIN PROFILE OF THE RED CERAMICS INDUSTRY
(RCI) REGARDING CLIMATE CHANGE IN THE METROPOLITAN REGION OF CARIRI,
CEARÁ****Petrônio Silva de Oliveira¹³****Ulisses Costa de Oliveira¹⁴****Carlos Eduardo Linhares Feitosa¹⁵****Maria Magnólia Batista Florêncio¹⁶**

Submissão: 29/10/2017

Revisão: 06/12/2017

Aceite: 10/12/2017

Resumo: Este trabalho visou analisar o perfil da cadeia de produção da Indústria de Cerâmica Vermelha (ICV) na região metropolitana do Cariri, Ceará. Para isto, elaborou-se uma coleta de dados a partir do ano de 2011 até 2014 nos empreendimentos que desenvolvem processos produtivos de ICV, abrangendo aspectos de localização e situação das cerâmicas, formação dos tomadores de decisão, conhecimento acerca da Política Nacional de Mudanças Climáticas e Protocolo de Quioto, existência de ações que promoveriam a neutralização de emissões, conhecimento das cerâmicas acerca de suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e benefícios que a neutralização das emissões dos GEE traria na visão dos tomadores de decisão. Os resultados obtidos mostraram que as indústrias cerâmicas estão concentradas no município do Crato, que responde por 57,14% do total de cerâmicas licenciadas na região. A maior parte das cerâmicas analisadas está em operação, perfazendo 74,07% com licença de operação válida. A maior parte dos tomadores de decisão possui formação superior, representando 55% do total analisado, possuindo entre graduação e especialização, o que poderia apontar para um bom conhecimento das causas relacionadas ao aquecimento Global e ao agravamento do Efeito Estufa (EE) e desertificação da Caatinga. Em relação ao conhecimento dos tomadores de decisão frente às possíveis ações quanto às mudanças climáticas, verificou-se o desconhecimento por parte de 95% de gestores de empreendimentos acerca da questão. Quanto às ações que promoveriam a neutralização de emissões, 33,33% dos gestores afirmaram que desconhecem e 27,78% não possuía ação, projeto ou programa visando reduzir suas emissões. Quanto ao Protocolo de Quito, 42,86% ainda não o conhecem e outros 28,57% têm apenas uma visão superficial desse importante pacto na mitigação do agravamento do EE. Por fim, na

¹³ Mestre. Gestor Ambiental da SEMACE, petronio.silva@semace.ce.gov.br.

¹⁴ Mestre. Fiscal Ambiental da SEMACE, ulisses.costa@semace.ce.gov.br.

¹⁵ Mestre. Universidade Federal do Ceará – UFC, eduardo.linhares@live.com.

¹⁶ Especialista. Universidade Regional do Cariri – URCA, magnoliabf01@gmail.com

visão dos entrevistados os benefícios estão diretamente relacionados com a questão ecológica (64%), em detrimento de outras questões, como a social (4,00%) e econômica (20%).

Palavras-chave: Cerâmicas; Gases de Efeito Estufa; Mudanças Climáticas

Abstract: This work aimed to analyze the profile of the Red Ceramic Industry (ICV) production chain, in Cariri metropolitan region, Ceará. To it, a data collection was elaborated from the year 2011 to 2014 in companies that develop productive processes of ICV, covering aspects of location and environmental situation, qualification of the decision makers, knowledge about the National Policy of Climate Change and the Kyoto Protocol, the existence of actions that would promote the neutralization of emissions, knowledge of the ceramics about their greenhouse gas (GHG) emissions and benefits that the neutralization of GHG emissions would bring in decision makers perspective. The results showed that the ceramic industries are concentrated in the municipality of Crato, which accounts for 57.14% of the total number of ceramics licensed in the region. Most of the ceramics analyzed are in operation, accounting for 74.07% with a valid operating license. Most of the decision makers have a higher education, representing 55% of the total analyzed, between undergraduate and specialization, which could point to a good knowledge of the causes related to global warming and the worsening of the Greenhouse Effect (EE) and desertification of the Caatinga. Regarding the decision-makers' knowledge about possible actions on climate change, 95% of companies managers were unaware of the issue. As for the actions that would promote the neutralization of emissions, 33.33% of the managers stated that they do not know and 27.78% did not have an action, project or program to reduce their emissions. Regarding the Quito Protocol, 42.86% still do not know it and 28.57% have only a superficial view of this important pact in mitigating the worsening of the EE. Finally, according to the interviewees, the benefits are directly related to the ecological issue (64%), to the detriment of other issues, such as social (4.00%) and economic (20%).

Keywords: Ceramics; Greenhouse gases; Climate changes.

Introdução

A região do semiárido nordestino seria a mais afetada com possíveis mudanças climáticas (CASTELLETTI, 2004 *apud* INSA, 2011) devido ao seu ecossistema relativamente frágil. Algumas práticas promovem ainda mais essas consequências, podendo ser destacadas as queimadas, mudanças no uso da terra, desmatamento predatório, dentre outras. Algumas indústrias, como as do polo ceramista, são abastecidas com lenha da caatinga que é utilizada como fonte de energia para a sua produção, por vezes, através da supressão vegetal de forma ilegal.

A consolidação sobre a temática ocorreu na Conferência do Rio, em 1992, onde foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças

Climáticas. A partir dela, alguns países desenvolvidos comprometeram-se a reduzir suas emissões. Atualmente, o maior desafio reside na sensibilização e conscientização, pois sociedade necessita efetivamente conhecer o problema e acreditar que ele é real. Vale ressaltar que algumas convenções vêm tentando promover essa mudança.

No principal acordo, ocorrido em 2005, na cidade japonesa de Quioto, os países desenvolvidos acordaram em reduzir suas emissões do ano de 2008 a 2012 em 5,2%, tendo como base o ano de 1990. Isso representa uma redução de cinco bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Entretanto, essa data foi prorrogada até 2020, na Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP 18), em Doha, capital do Qatar, ocorrida em 2012.

O principal cuidado está posto de forma bastante clara no quarto relatório do IPCC (2007), onde foram postos os resultados da avaliação das possíveis mudanças climáticas do Planeta. Segundo o documento, a temperatura média global aumentará entre 1,8°C e 4,0°C até o ano de 2100. Já no quinto e último relatório, num cenário mais pessimista, esse aumento ficaria entre 2,6°C e 4,8°C. Essas mudanças são decorrentes de atividades humanas (IPCC, 2013).

As dificuldades são inúmeras para se trabalhar numa perspectiva mais ampla de redução das emissões, levando em consideração a complexidade da temática ambiental. É possível inferir que existem possibilidades de promover o desenvolvimento sustentável e reduzir as emissões dos Gases do Efeito Estufa - GEE. Uma das formas dá-se por meio de políticas públicas, enfatizando, não apenas a dimensão econômica da sustentabilidade, atrativa para os políticos e empreendedores, mas também as outras dimensões fundamentais a saber: a ecológica e a social.

O conceito de Neutralização de emissão surgiu através dos debates sobre as mudanças climáticas global. Ela é uma ação voluntária que pode ser adotada por empresas ou indivíduos no sentido da sustentabilidade, a partir do cálculo

de emissões de Gases do Efeito Estufa, convertendo tais emissões em CO₂ equivalentes a fim de determinar as medidas compensatórias a serem tomadas por cada indivíduo ou empresa (BRANDÃO *et al.*, 2008).

Para Demeterco Neto (2007), a neutralização compensatória de carbono é uma proposta ligada à ética ambiental. Limiro (2012) enfatiza que atualmente projetos para mitigação ambiental ainda estão sendo deixados para segundo plano, em função, sobretudo, de demanda de recursos.

Devido às dificuldades e desafios para o desenvolvimento de ações sustentáveis, a cada dia fica mais claro que a política de baixo carbono não trata apenas das mudanças climáticas, mas também de agregação de novos valores sociais e econômicos. Os impactos de uma política de baixo carbono são sentidos pela população, porque quanto maior o controle sobre as emissões de CO₂, mais as empresas se tornam seguras e ecoeficientes, além de possibilitar novos investimentos em tecnologias limpas (FUJIHARA, 2005).

Nesse contexto, o enorme potencial de neutralização de emissões de Gases de Efeito Estufa em cerâmicas pode proporcionar diversos tipos de benefícios ao desenvolvimento sustentável. O pouco conhecimento sobre a temática na tomada de decisão, bem como o quanto se emite em um empreendimento, constituem óbices à adoção de práticas sustentáveis no processo produtivo, ocasionando uma maior emissão dos Gases do Efeito Estufa.

Nessa perspectiva, a Região Metropolitana do Cariri Cearense ainda carece de estudos para essa temática. Mesmo com a grande disponibilidade de informações hoje, na rede mundial de computadores, alguns conhecimentos, tecnologias e políticas públicas são complexas e pouco acessíveis ao público geral. A partir dessa conjuntura, o presente trabalho buscou promover e tornar possível o acesso dessas informações para o público em geral, empreendedores, gestores públicos, bem como os que fazem parte do processo decisório.

2. Revisão da Literatura

2.1. Mudanças Climáticas Globais

Pioneiramente, John Tyndall efetuou, entre 1850 e 1860, o estudo da ação da radiação infravermelha sobre os constituintes da atmosfera, mais concretamente a observação da capacidade de absorção de radiação infravermelha por parte de cada um dos constituintes do ar. Para fazer tais observações, Tyndall construiu um dispositivo que seria a base dos posteriores espectrofotômetros de infravermelho. Tyndall observou que o constituinte com maior capacidade de absorção de radiação infravermelha é o vapor de água, seguido do ozônio e do dióxido de carbono, tendo gases como o oxigênio, absorções desprezáveis (TYNDALL, 1863).

A partir destes resultados experimentais, Tyndall afirmou que o vapor de água é um controlador da temperatura do ar. Se a nossa atmosfera não o tivesse, a superfície da Terra sofreria enormes variações de temperatura, impedindo a existência de vida no nosso planeta, uma vez que toda a radiação “energética” absorvida pela Terra rapidamente seria reenviada para o espaço exterior. Assim Tyndall fundamentou experimentalmente a teoria do efeito de estufa (TYNDALL, 1863).

Desta forma, Tyndall (1863) chegou à conclusão que tanto o vapor de água como o CO₂ e o CH₄ são opacos à radiação infravermelha, isto é, absorvem-na, motivo pelo qual têm a designação atual de gases com efeito de estufa. O interesse de Tyndall por este assunto não era apenas acadêmico, mas em resolver uma questão geradora de controvérsia na época e que consistia em conhecer a causa da última época glacial, cujos registros na paisagem, identificados pelos geólogos, eram inequívocos. Um fenómeno interessante e que levantou a indagação do motivo do arrefecimento da atmosfera foi o que causou um enorme avanço do gelo das atuais regiões polares até as latitudes da Europa central e dos Estados Unidos. Tyndall não conseguiu responder convincentemente, mas a influência da concentração atmosférica dos Gases do

Efeito Estufa na temperatura permaneceu intrigante para os cientistas do final do século XIX.

Foi o químico sueco Svante Arrhenius quem realizou, pela primeira vez, estimativas do efeito da variação da concentração do CO₂ sobre a temperatura média global da atmosfera, tendo chegado à conclusão que a sua duplicação provocaria um aumento de temperatura entre 5 e 6 °C (ARRHENIUS, 1896). Arrhenius reconheceu que as emissões de CO₂ resultantes das atividades industriais iriam inevitavelmente provocar um aumento da concentração atmosférica desse gás. No seu livro *Worlds in the Making* (ARRHENIUS, 1908) afirma que o aumento da concentração de CO₂ irá providenciar um melhor clima para a humanidade no futuro, logicamente, nas partes mais frias da Terra, porque se a temperatura global vai aumentar, essas regiões serão beneficiadas. O mesmo não acontece com regiões áridas, e que possui intenso calor, sobretudo as regiões próximas à Linha do Equador.

A possibilidade de uma relação entre as atividades humanas e o clima manteve-se afastada dos interesses dos cientistas até 1938, quando o engenheiro Guy Stewart Callendar, especialista nas tecnologias do vapor e da combustão e climatologista amador, teve a audácia de apresentar uma comunicação na Royal Meteorological Society em Londres (CALLENDAR, 1938), onde afirmou que o aumento da temperatura média global observado desde o início do século XX era resultante das emissões de CO₂ para a atmosfera, provocadas pela combustão dos combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural. As suas conclusões baseavam-se na análise de séries de temperatura obtidas em mais de 200 estações meteorológicas espalhadas pelo mundo e em observações do recuo dos glaciares das montanhas. O artigo de Callendar foi recebido sem mérito e praticamente esquecido. Questionava-se sobre a argumentação de que o aumento da concentração atmosférica de CO₂ provocaria realmente um aumento na absorção da radiação infravermelha global.

O problema só ficou esclarecido depois da Segunda Grande Guerra como consequência indireta dos grandes investimentos feitos pelos Estados Unidos da América em investigação científica nos mais variados domínios, incluindo as ciências da atmosfera. Num artigo publicado em 1956, Gilbert Plass concluía que as emissões antropogênicas de CO₂ iriam provocar um aumento da temperatura média global de 1,1 °C por século (PLASS, 1956). Esta conclusão, quando publicada, não tinha ainda suporte nas observações.

Em 1957, Revelle e Suess (1957), publicaram um estudo realizado a partir de medições da taxa de dissolução do CO₂ atmosférico nos oceanos por meio do C¹⁴, concluindo que a acumulação do CO₂ antropogênico na atmosfera poderia se tornar significativa nas décadas futuras se continuasse o aumento exponencial da combustão industrial dos combustíveis fósseis. Tornou-se célebre a frase que escreveram: “Os seres humanos estão a realizar uma experiência de geofísica em larga escala de um tipo que não poderia ter acontecido no passado nem vir a dar-se no futuro” (REVELLE e SUESS, 1957).

Keeling (1960) melhorou as fundamentações sobre variações do CO₂ antropogênico, construindo dois instrumentos que foram colocados em regiões remotas – no topo da montanha vulcânica de Mauna Loa, no Hawaí, e na Antártica – sem fontes próximas de emissões de CO₂, para poder medir a concentração média global da atmosfera. Dois anos de medições na Antártica foram suficientes para Keeling concluir que a concentração atmosférica do CO₂ aumentaria e que esse aumento era compatível com a hipótese de que apenas parte das emissões antropogênicas eram dissolvidas nos oceanos.

Suas medições em Mauna Loa confirmaram os resultados obtidos na Antártica e passaram a constituir uma prova reconhecida e amplamente citada nos meios científicos da interferência antropogênica no sistema climático.

2.2. Gases do Efeito Estufa (GEE)

O Efeito Estufa é um fenômeno natural essencial para a manutenção da vida no planeta, pois mantém a temperatura ideal para a sobrevivência dos seres vivos. Sem ele a Terra seria muito fria, o que inviabilizaria o desenvolvimento de todas as espécies (BRAGA, 2002).

Os Gases do Efeito Estufa presentes na atmosfera, podem ser de origem natural ou antrópica, e absorvem e reemitem radiação infravermelha para outras partes da superfície da Terra, para a atmosfera e para o espaço sideral. Segundo Fiorillo (2008) a maioria desses ocorrem de forma natural e são imprescindíveis para a vida no planeta. O fenômeno do Efeito Estufa está sendo agravado, pois a concentração deles aumenta a cada ano, o que contribui para o aquecimento do planeta. São vários os gases que provocam tal fenômeno, dentre os principais, têm-se o metano (CH_4), vapor d'água (H_2O), dióxido de carbono ou gás carbônico (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e o ozônio (O_3) (BAIRD, 2002).

Outros autores como Mano et. al, (2005) destacam apenas o CO_2 , o N_2O e o CH_4 . Existem também na atmosfera Gases do Efeito Estufa totalmente produzidos por atividades humanas, tais como os Clorofluorcarbonetos (CFC), tratados no Protocolo de Montreal, já em 1987. O Protocolo de Quioto também aponta o hexafluoreto de enxofre (SF_6), o hidrofluorcarboneto (HFC) e o perfluorcarboneto (PFC).

Todos desses gases são expressos em CO_2 equivalente, que é a medida utilizada para comparar as emissões de vários GEE, sendo multiplicadas as toneladas emitidas pelo seu potencial de Aquecimento Global. Como exemplo, tem-se que o potencial de Aquecimento Global do metano (CH_4) é maior do que o potencial do CO_2 em 21 vezes. Assim, diz-se que o CO_2 equivalente do CH_4 é igual a 21.

O IPCC (2007, 2013) indica o dióxido de carbono como o gás do Efeito Estufa antrópico mais importante. Sua concentração atmosférica global aumentou de 280 ppm, no período pré-industrial, para cerca de 379 ppm em

2005. A concentração atmosférica de dióxido de carbono em 2005 ultrapassou em muito a faixa natural dos últimos 650.000 anos (180 a 300 ppm), como determinado a partir de análises no gelo.

Segundo IPCC (2013), em 2011, as concentrações do dióxido de carbono, metano e óxido nitroso foram 391ppm, 1.803 ppb e 324 ppb, respectivamente, indo além dos níveis pré-industriais em 40%, 150% e 20%.

2.3. Consequências do agravamento do Efeito Estufa no semiárido

Segundo Da Silva (2010), há uma possibilidade que nos grandes mananciais da região semiárida haja um aumento de uso agrícola voltado para produção de produtos de maior rentabilidade. Já nas áreas de pouca disponibilidade de água, o desenvolvimento da agricultura de subsistência. A evapotranspiração, dependente da energia solar disponível, da natureza da vegetação ou das características do solo, possivelmente aumentará.

O aumento de temperatura tornará a região menos chuvosa. Com isso, as pessoas mais afetadas seriam os agricultores familiares, em geral de subsistência (CGEE, 2008). Esse fato implica em maior dependência de programas de assistência social. Com o clima mais quente e seco é possível que a população migre para as grandes cidades da região ou para outras regiões (Da Silva, 2010; CGEE, 2008). Pode-se inferir que com as mudanças climáticas haverá aumento e migração de vetores de doenças e de epidemias. Em função disso, haverá maior demanda por medicamentos e cuidados com a saúde. Com a seca vem também um aumento defocos de calor e, conseqüentemente, a ocorrência de mais incêndios florestais.

De acordo com o relatório do INPE (MARENGO, 2006), na situação mais pessimista para o modelo regional, as temperaturas ficariam entre 2°C a 4°C maiores e, conseqüentemente, as chuvas se reduziriam entre 15 e 20% (2-4mm/dia) em todo Nordeste, até o final desse nosso século 21. Já no cenário

mais otimista, esse aquecimento teria de 1 a 3°C de aumento e as chuvas entre 10 e 15% (1-2 mm/dia) menor.

Verifica-se que o Brasil tem 180.000 quilômetros quadrados de área em processo grave e muito grave de desertificação, concentrada principalmente no Nordeste, no chamado Semiárido Brasileiro - SAB, com mais da metade (55,25%) do seu território atingido em diferentes graus de degradação. O SAB representa 11.39% do território nacional, possui uma extensão de 969.589,4 km² e abriga quase 21 milhões de pessoas, aproximadamente 12% da população brasileira (IBGE, 2001). Vemos já em 2010, com o novo censo, resultados que revelaram a região Semiárida contabilizando 1.135 municípios distribuídos no espaço geográfico de nove unidades da Federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais, totalizando uma extensão territorial 980.133,079 km², onde reside uma população de 22.598.318 habitantes, superior as das regiões Norte e Centro-Oeste, e representando aproximadamente 12% da população brasileira (IBGE, 2011; MEDEIROS, 2012).

Como no momento atual existe o desafio da publicidade, na tentativa de esclarecer a população sobre essa problemática, faz-se necessário um trabalho de educação para sustentabilidade. Diversas convenções vêm tentando promover esse trabalho de conscientização desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento a Eco-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, até hoje, pela Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas - ICID, realizada em Fortaleza, no Ceará.

A região semiárida, segundo (CGEE, 2008; IPCC, 2007), seria uma das mais afetadas com as possíveis mudanças climáticas, devido à fragilidade desse bioma, em função do clima. Vale ressaltar que ele é o único exclusivamente brasileiro, possuindo alto grau de endemismo, alta biodiversidade, exercendo inúmeros serviços ambientais. Entretanto, algumas práticas promovem mais

ainda essas consequências das mudanças climáticas globais, tais como, queimadas, supressão vegetal, mudanças no uso da terra. Esses impactos e alterações já foram observadas para o estado do Ceará (Costa et. al, 2012), o qual dentro dos seus limites territoriais possuem uma maior área de domínio da Caatinga.

Algumas indústrias, como as do polo gesseiro, cerâmicas, padarias, fabricação de carvão, e ainda outras como fundição de alumínio, alimentam-se da lenha da caatinga como fonte de energia para o processo produtivo, na maioria das vezes a partir do desmatamento predatório, ou ilegal, sem ao menos ter um plano de manejo. Isso deixa o sistema mais vulnerável e indefeso, devido aos inúmeros serviços ambientais prestados por esse bioma. Vale salientar que essa vegetação não é uniforme em todo bioma, o que significa a ocorrência de características e fatores ambientais que afetam as plantas, sendo distribuídas de tal modo que suas áreas de ocorrência têm um grau de sobreposição (SAMPAIO; GIULIETTI; VIRGÍNIO; GAMARRA-ROJAS, 2002).

O modelo de desenvolvimento do momento atual afeta diretamente essas características, pois as políticas sempre procuram generalizar as características dessa vegetação, dificultando a adaptação e, portanto, aumentam o grau de vulnerabilidade. Assim, o desenvolvimento sustentável, ao aumentara resiliência dos sistemas, reduz sua vulnerabilidade às mudanças climáticas. Em contrapartida, o aumento da vulnerabilidade promovido pelas possíveis mudanças climáticas, dificultaria o acesso ao desenvolvimento sustentável (IPCC, 2007, 2013).

Ainda segundo Da Silva (2010), para enfrentar estes desafios presentes, bem como os futuros, faz-se necessário executar o planejamento de ações que possam minimizar esses impactos. Assim, é de extrema importância promover ações que visem à aplicação de uma política de baixo carbono, que agrega diversos benefícios, além de ser possível trazer uma maior qualidade de vida num contexto mais amplo.

3. Materiais e Métodos

3.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a Região Metropolitana do Cariri – RMC, mostrada na Figura 1, localizada na porção sul do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas de latitudes $6^{\circ}43'14.86''\text{S}$ e $7^{\circ}46'31.17''\text{S}$ e longitudes $39^{\circ}56'43.71''\text{O}$ e $38^{\circ}59'12.96''\text{O}$. Ocupa uma área de 5.026,7 km², com uma população estimada de 598.107 habitantes (IBGE, 2016). Criada através da Lei Complementar N° 78 de 26 de junho de 2009, a RMC abrange os municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Jardim, Missão Velha, Caririçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri.

A RMC encontra-se a cerca de 550 km da capital do Ceará, configurando-se uma região estratégica por estar equidistante em relação à maioria das capitais nordestinas, tais como Recife, Natal, Maceió, Teresina, Aracajú, João Pessoa e Fortaleza.

Figura 1: Região Metropolitana do Cariri – RMC.



Fonte: IBGE/IPECE (2011).

Em termos climáticos, a região apresenta três zonas climáticas: clima tropical quente semiárido, clima tropical quente semiárido brando e clima tropical quente sub-úmido. Diretamente relacionada com as características climáticas, a vegetação da região apresenta seis unidades fitoecológicas

diferentes, quais sejam, Floresta Subperenifolia Tropical Pluvio-Nebular, Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvio-Nebular, Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial, Floresta Subcaducifolia Xeromorfa Tropical, Floresta Caducifolia Espinhosa e Carrasco. Em relação aos solos, a região apresenta as seguintes classes pedológicas: Bruno não Cálcico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solos Aluviais, Solos Litólicos, Terra Roxa Estruturada Similar e Vertissolos. A compartimentação geoambiental da região apresenta os seguintes sistemas ambientais: Chapada do Araripe e Sertões (IPECE, 2015).

3.2. Caracterização da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Região Metropolitana do Cariri, verificando os empreendimentos, especificamente, da Indústria de Cerâmica Vermelha (ICV). Tomamos como base de suporte a esses dados as atividades que são licenciáveis pela Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará – SEMACE, a fim de identificar quantas empresas do ramo existem na região.

Elaborou-se uma coleta de dados a partir do ano de 2011 até 2014, nos empreendimentos que desenvolvem processos produtivos de ICV, os quais são potencialmente poluidores e utilizadores de recursos naturais. Vale ressaltar que foram feitas visitas nos municípios que executam licenciamento ambiental para identificar empreendimentos que possivelmente se licenciam pelo órgão ambiental municipal. Ainda fora desse nicho, Estado e Municípios, existem as empresas que podem ser ilegais. Assim, foram feitas visitas *in loco* para tentar também identificá-las.

As atividades desenvolvidas nos empreendimentos de ICV estão diretamente relacionados com as fontes de emissão apresentadas nos relatórios do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, quais sejam: combustão de fontes estacionárias e emissões de CO₂, CH₄ e N₂O; emissões por combustão móvel direta; emissões por tratamento de resíduos sólidos;

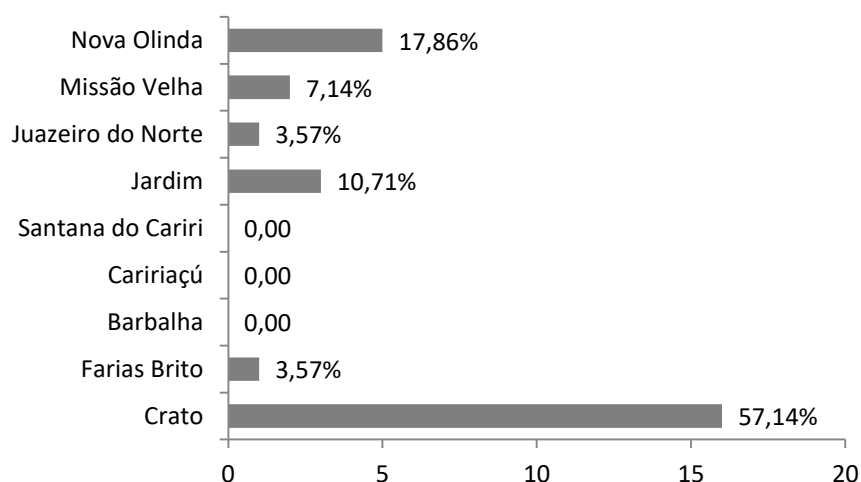
emissões indiretas pela compra de energia elétrica (IPCC, 2007). Isso se traduz por ações desenvolvidas dentro das ICV, quais sejam: queima de GLP; queima de óleo diesel; geração de resíduos; queima de biomassa (queima de lenha, queima de resíduos vegetais, podas de árvores etc.); queima de gasolina; consumo de energia elétrica e; consumo de água.

Para a identificação das tipologias de indústria cerâmica existentes foi utilizado uso do SIGA – Sistema de Gestão Ambiental da SEMACE, foi consultado o SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, tendo sido localizados todos os empreendimentos legalizados da Região Metropolitana do Cariri. Utilizou-se software específico nos municípios de Juazeiro do Norte e do Crato, que faz o controle gerencial do licenciamento Ambiental. Com isso, foram identificadas as cerâmicas licenciadas ambientalmente.

4. Resultados e Discussões

As indústrias cerâmicas estão concentradas no município do Crato, pelas suas características geomorfológicas, bem como sua localização frente às demandas da região. O gráfico da Figura 2 mostra como estão distribuídas essas atividades na RMC.

Figura 2: Localização das cerâmicas por município até 2014.



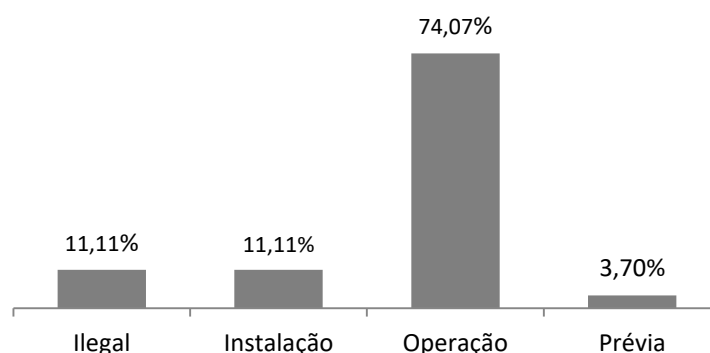
Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos esses empreendimentos são licenciados ambientalmente pelo órgão ambiental do Estado do Ceará – SEMACE. A maior parte dessas cerâmicas está localizada na cidade do Crato, que responde 57,14% do total. As empresas que existem, mas que estão em situação de ilegalidade, como mostrado no gráfico da Figura 3, atualmente não estão em funcionamento.

Os municípios Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha já têm suas secretarias próprias de meio ambiente e estão executando o licenciamento ambiental, entretanto pelo fato de ser uma atividade de natureza mais criteriosa, eles não fazem o procedimento para as cerâmicas.

Na maioria dos Estados brasileiros ainda não é exigido por lei a redução de emissões dos Gases do Efeito Estufa, mas pelo fato de na obtenção da licença ambiental serem atendidas algumas exigências, tais como o uso legal de lenha a partir de um plano de manejo florestal sustentável, tem-se uma redução das emissões nesse aspecto da atividade.

Figura 3: Situação das empresas até 2014.



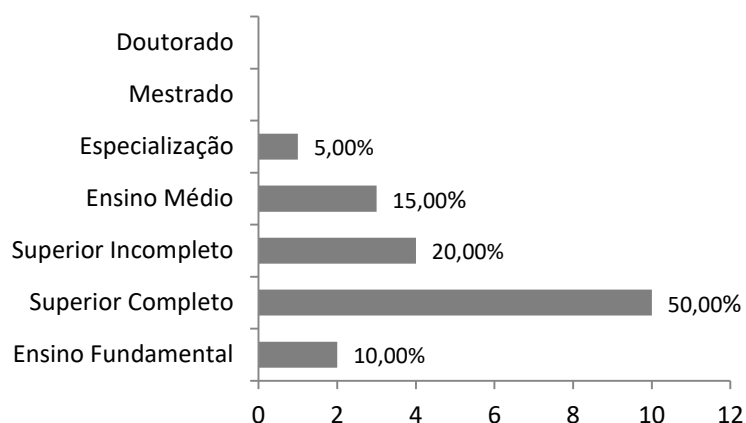
Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que a maior parte delas está em operação, perfazendo 74,07% do total. Outra parte, representando 22,22%, ainda está em processo licenciamento ambiental definitivo para o seu funcionamento, que são as em processo de instalação e as em planejamento ou licenciamento prévio. Existem outros tipos de impactos ambientais que são evitados no licenciamento

ambiental, como destinação adequada de resíduos sólidos, rerrefino de óleos lubrificantes – OLUC, dentre outros.

Quanto ao papel dos gestores em todo o processo, sabe-se que a neutralização de emissão analisada isoladamente, ou vista de forma linear, não representa o potencial de benefícios para a sustentabilidade. Nesse sentido o papel dos gestores e/ou auxiliares na tomada de decisão é fundamental para que a proteção ambiental venha fazer parte dos interesses da organização. Mas, isso não ocorre simplesmente com a “boa intenção”, é necessário ter ciência das problemáticas para que se possa dar soluções. Nesse sentido a formação das pessoas é um fator que pode direcionar para uma determinada postura. O gráfico da Figura 4 mostra o perfil dos ceramistas da Região.

Figura 4: Formação dos tomadores de decisão.



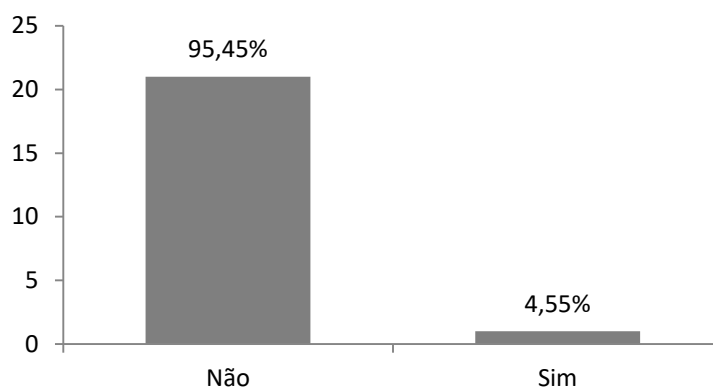
Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando-se o gráfico da Figura 4, observa-se que a maior parte possui formação superior, representando 55% (cinquenta e cinco por cento), entre graduação e especialização, o que poderia apontar para um bom conhecimento das causas relacionadas ao aquecimento Global e ao agravamento do Efeito Estufa, entre outras questões como desertificação da Caatinga. Isso pode levar a uma visão de desenvolvimento sustentável mais completa e justa.

Quanto ao conhecimento da problemática do clima esta se faz necessária, na medida em que os tomadores de decisão podem se posicionar frente aos

desafios da neutralização dessas emissões. No gráfico da Figura 5, pode-se observar o conhecimento sobre a temática no que tange a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC).

Figura 5: Conhecimento da Política Nacional de Mudanças Climáticas.



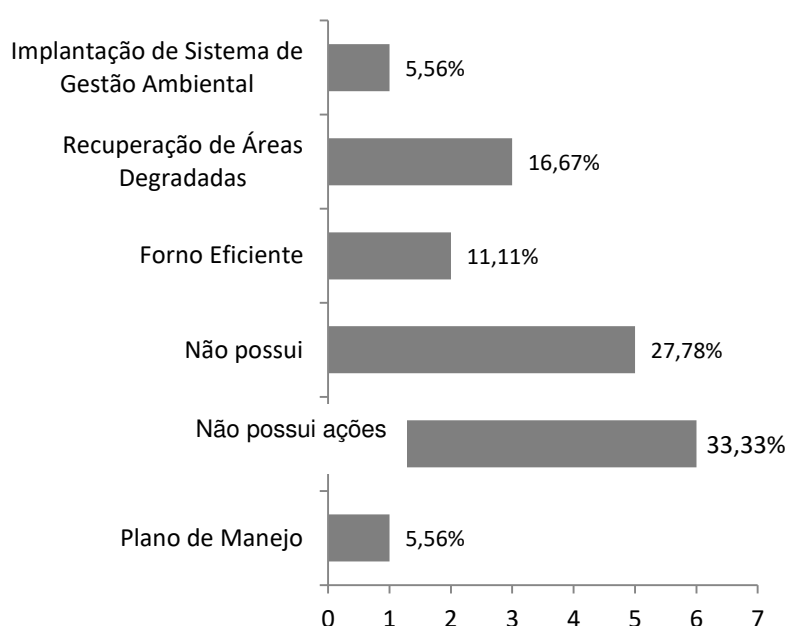
Fonte: Elaborado pelos autores.

No gráfico da Figura 5, pode-se verificar o conhecimento dos tomadores de decisão frente às possíveis ações quanto às mudanças climáticas. O desconhecimento por parte de 95% de gestores de empreendimentos dessa política é algo preocupante. Quando foi perguntado a um determinado administrador se o mesmo conhecia a PNMC a resposta foi simples e direta: *"Para neutralizar não tem como, pois tem que queimar a lenha."* Nesse sentido é necessário disseminar mais informações sobre as causas e efeitos das mudanças climáticas, sobretudo na região semiárida.

Atualmente existe a Rede CLIMA, instituída pelo ministério da Ciência e Tecnologia, em 2007, que tem como objetivo disseminar informações sobre mudanças climáticas. Esse programa, como outros projetos, tem tido uma atuação em âmbito nacional, porém ainda de forma insipiente, sobretudo relacionado aos impactos do agravamento do Efeito Estufa sobre o nosso bioma caatinga. No gráfico da Figura 6, verifica-se o conhecimento dos tomadores de decisão sobre as possíveis ações que promoveriam sequestro de carbono e redução de emissões.

Segundo o IPCC (2007) as atividades de florestamento, reflorestamento e conservação florestal são as principais formas de mitigação do Aquecimento Global. Assim o plano de manejo florestal sustentável é uma forma eficaz de contribuir para a redução de emissões das atividades ceramistas. Vale ressaltar ainda os benefícios adicionais para essas atividades florestais, como geração de emprego, geração de renda, aumento da biodiversidade, conservação de bacias hidrográficas, oferta de energia renovável e redução da pobreza.

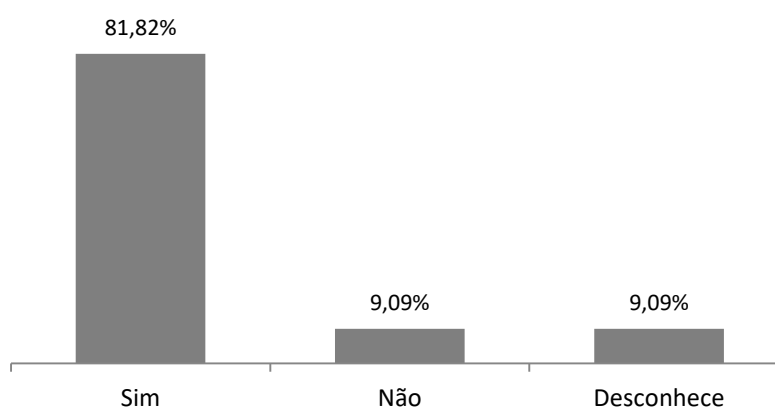
Figura 6: Ações que promoveriam a neutralização de emissões.



Fonte: Elaborado pelos autores.

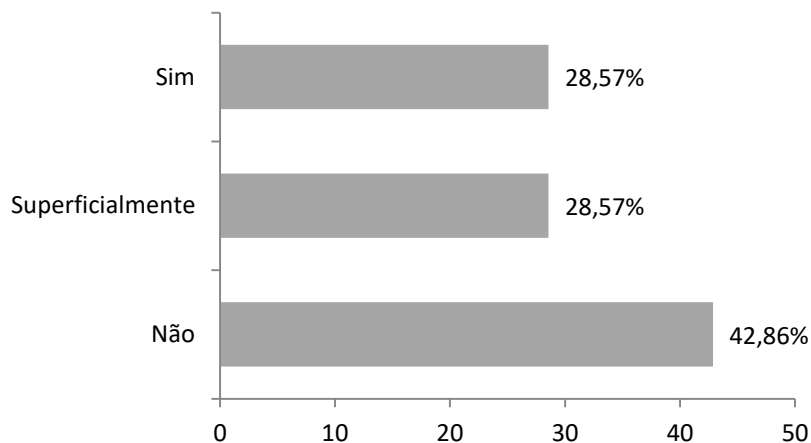
Percebe-se no gráfico da Figura 6 que 33,33% afirmaram que desconhecem e 27,78% não possui nenhuma ação, projeto ou programa que possa reduzir suas emissões. Uma resposta bastante recorrente quando perguntado como se faz para neutralizar as emissões: *"Para neutralizar não tem como, pois tem que queimar a lenha."*

Obteve-se ainda uma boa quantidade de respostas positivas em relação ao uso do forno (11,11%), por estarem ligadas à produção e economia da empresa.

Figura 7: Conhecimento que as cerâmicas emitem GEE.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Toda essa falta de conhecimento coaduna com os gráficos das Figuras 7 e 8, que mostram na visão dos tomadores de decisão a quantidade as emissões dos Gases do Efeito Estufa dentro da sua organização e sobre a política mais conhecida mundialmente em relação a mudanças climáticas, respectivamente.

Figura 8: Conhecimento sobre o Protocolo de Quioto.

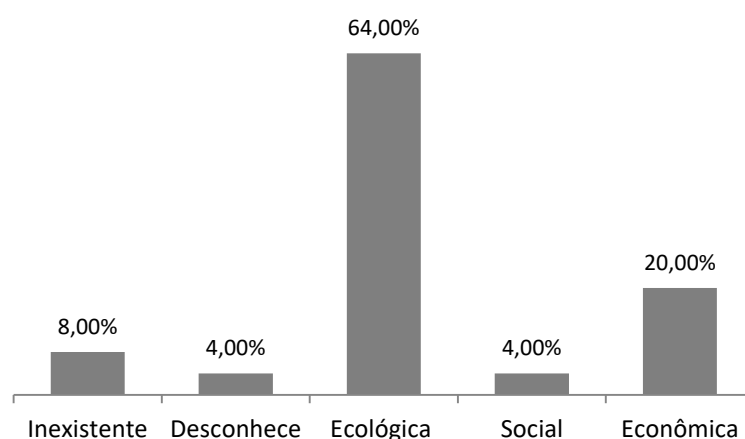
Fonte: Elaborado pelos autores.

As políticas ambientais vêm sendo implementadas, mas não têm ainda a visibilidade necessária. Mesmo sendo instituído desde 1997, 42,86% ainda não conhecem o protocolo de Quioto e outros 28,57% têm apenas uma visão superficial desse importante pacto na mitigação do agravamento do Efeito Estufa.

A partir de medidas tomadas para alcançar a sustentabilidade, têm-se inúmeros fatores positivos que estão associados no alcance dessa meta. Apesar de esse ser o objetivo final, no caminho traçado existe um longo percurso que produz necessariamente vários benefícios a sociedade, já destacados nesse trabalho.

O gráfico da Figura 9 contém todas as subdivisões da sustentabilidade, ou seja, as dimensões que são necessárias para se promover o desenvolvimento sustentável de forma efetiva. Assim a perspectiva para a neutralização de emissão dos Gases do Efeito Estufa seria de fundamental importância para a contribuição ao Desenvolvimento Regional Sustentável da Região. Em outras palavras podemos observar que alguns atores sociais envolvidos, tais como “Seu” Tales, do sítio Palmerinha dos Britos do Crato, que se encontra em processo de instalação de uma pequena cerâmica e que consegue abstrair em outras palavras o sentido que tanto discutimos, afirmando: *“Não existe sociedade sem meio ambiente.”*

Figura 9: Benefícios que a neutralização de emissão dos Gases do Efeito Estufa traria na visão dos tomadores de decisão.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale apontar, a partir do gráfico da Figura 9, que na visão dos entrevistados os benefícios estão diretamente relacionados com a questão ecológica (64%), em detrimento de outras questões, como a social (4,00%), bem

como a econômica (20%). A associação ao fator econômico se deve ao fato de a neutralização proporcionar ganhos de certificações relacionadas a redução de emissões.

Conclusões e Recomendações

A busca por tecnologias alternativas a “grosso modo” ou no primeiro olhar de forma superficial, sem a devida análise aprofundada, pode incorrer em erro nos posicionamentos. A neutralização de emissão que está associada à implementação de políticas de baixo carbono promove diversas ações que direcionam para a sustentabilidade.

Para promover o investimento em projetos que possam resultar em neutralização de emissão, é necessário conhecimento de causa, além de pessoal capacitado. Nesse contexto é fundamental que se conheçam os caminhos básicos para alcançar tal objetivo.

Os empreendimentos devem levar em consideração não apenas os custos das ações sustentáveis, mas os benefícios decorrentes. Percebe-se que em longo prazo, a empresa, além de outros ganhos, também estabelecerá uma imagem positiva. Por outro lado, para alcançar esse bom desempenho ambiental, não é apenas a questão ecológica, vai desde o tratamento com os funcionários, a vizinhança, ou seja, a questão humana é levada em consideração, pois está inter-relacionada. Assim, projetos em ICV que trabalhe na base informal, ou que se aproxime de mão de obra superexplorada, ou trabalho infantil, não se enquadram nas práticas sustentáveis. No processo de obtenção de crédito de carbono basta que apenas um ator social envolvido esteja em situação irregular em questões trabalhistas para que a empresa não obtenha ou continue no processo da obtenção do crédito.

Em toda a Região Metropolitana do Cariri apenas um projeto de Crédito de Carbono foi desenvolvido com sucesso. Vale ressaltar que alguns empreendimentos pertencentes ao polo cerâmico da região já pleitearam a

obtenção do crédito de carbono, entretanto a maioria não promoveu as mudanças das práticas anteriormente utilizadas.

É necessário criar políticas públicas regionais e locais no sentido de promover a neutralização de emissões dos Gases do Efeito Estufa, e que essas políticas contenham e agreguem valor a todas as dimensões da sustentabilidade.

Bibliografia

ARRHENIUS, S. 1896. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature on the ground. **The Philosophical Magazine** 41, 237-276.

ARRHENIUS, S. **Worlds in the Making**, New York: Harper and Brothers, 1908.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRAGA, B.P.F. *et. al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**, São Paulo: Makron Books, 2002.

BRANDÃO, E. J. **Neutralização de emissão de gases de Efeito Estufa: um indicador de desenvolvimento sustentável nas responsabilidades socioambiental empresarial e individual**/ Eraldo José Brandão *et. al.* Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

CALLENDAR, G.S. The artificial production of carbon dioxide and its influence on climate, **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 64, 223, 1938.

CASTELLETTI, C.H.M., *et. al.* **Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar**. In: INSA, Instituto Nacional do Semiárido. Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Mudanças do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. **Revista Parceria Estratégicas**, Brasília, n. 27, 2008.

DA SILVA, D. F.. **Variabilidade Climática, Ações Antrópicas e Meio Ambiente** In: Bruno Soares de Abreu *et. al.* (Org.). Meio Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento: Uma abordagem sistêmica do comportamento humano. 1ed. Campina Grande: EDUEFCG, 2010, v. 1, p. 24-48.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2008. (revista atual e ampliada)

FUJIHARA, M. A. e; LOPES, F. G. **Sustentabilidade e mudanças climáticas: guia para o amanhã**. São Paulo: Editora SENAC, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IPCC. 2007. **Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report**. Disponível em: ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf
Acesso em: 24 de janeiro de 2014.

IPCC. 2013. **Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report**. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p., 2013.

IPECE - Instituto e Estratégia Econômica do Ceará. **Caracterização Territorial: Limites, Regionalizações e Meio Ambiente**.

KEELING, C.D. **The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere**, Tellus, v. 12, 1960. 200 p.

LIMIRO, D. **Créditos de Carbono: protocolo de Quioto e Projetos de MDL**. Curitiba: Editora Juruá, 2012.

MARENGO, J. A.; BRAZIL. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006.

MEDEIROS, S. S. [et al.]. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. 1 Ed. Campina Grande: INSA, 2012.

DEMETERCO NETO, A. **Desenvolvimento sustentável e aquecimento global**. Publicado no segundo Volume da Coleção Jurídica: Aquecimento Global e Créditos de Carbono: Aspectos Jurídicos e Técnicos. LEXNET. 1ª ed. São Paulo: QuartierLatin do Brasil, 2007.

PLASS, G.N. **The carbon dioxide theory of climate**, Tellus, v. 8, 140 p., 1956.

REVELLE, R. AND H.E. SUESS, 1957, **Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the equation of an increase of atmospheric CO₂ during the past decades**, TELLUS, v. 9, n.18, 1957.

SAMPAIO, E. V.S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Ed.). **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: CNIP: Associação Plantas do Nordeste, 2002. p. 11-24.

TYNDALL, J. On Radiation through the Earth's Atmosphere, **Philosophical Magazine**, ser. 4, n. 25, 204 p., 1863.

DOSSIÊ

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IBATÉ, SP – BRASIL

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE IBATÉ MUNICIPALITY, SP – BRAZIL

Diego Peruchi Trevisan, diego.peruchi@gmail.com

Bruna Felix dos Santos, brunafelixsantos_@hotmail.com

Naara Aline Tossani de Melo, naara_tossani@hotmail.com

Luiz Eduardo Moschini, lemoschini@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo

Submetido em 05/08/2017

Revisado em 21/09/2017

Aprovado em 10/12/017

Resumo: The present study aims to perform the environmental characterization of the landscape in Ibaté-SP municipality by means of the database elaboration with information of road network, drainage network, hypsometry, slope, pedological units and land use and cover 1990, 2000 and 2010. Observou-se processos de modificação da paisagem ao longo dos anos, com o decréscimo das áreas naturais em decorrência da expansão das atividades agrícolas que são impulsionadas pelas características presentes na região, como baixas declividades e pela presença de solos propícios, como os latossolos.

Palavras chave: Caracterização da paisagem, Proteção dos recursos naturais, Uso e cobertura da terra, Expansão agrícola.

Abstract: The present study aims to perform the environmental characterization of the landscape in Ibaté-SP municipality, which involved the database elaboration with the information of road network, drainage network, hypsometry, slope, pedological units and use and land cover from 1990, 2000 and 2010. There have been modification processes of the landscape over the years, with the decrease of natural areas due to the expansion of agricultural activities that are driven by the characteristics present in the region, such as low slopes and the presence of soils, such as Ferralsols.

Keywords: Landscape characterization, Protection of natural resources, Use and land cover, Agricultural expansion.

Introdução

As cidades desenvolvem-se como o território suporte para as atividades, por se constituírem em espaços de concentração e por reunirem condições necessárias as formas de produção. O crescimento da urbanização não é apenas uma condição para o desenvolvimento industrial, mas também muda o caráter das áreas urbanas, transformando-as nos centros da gestão e controle da economia, subordinando também a produção agrícola (SPOSITO, 2005), abrigando desta forma a revolução tecnológica e financeira que origina a era industrial contemporânea.

No Brasil, apesar da criação de vilas e cidades ainda no período colonial e imperial, a urbanização desenvolveu-se principalmente no período de 1930, mas acelerou-se após 1960, como resultado da política de industrialização do Estado (SILVA, 2010) principalmente pela intensidade das migrações internas e externas que contribuíram para a integração do mercado de trabalho. Com a modernização da economia, primeiro as regiões Sul e Sudeste formaram um mercado único que, depois, incorporou o Nordeste e, mais recentemente o Norte e o Centro-Oeste.

Entretanto, esta rápida expansão e desenvolvimento resultaram em um crescimento desordenado dos municípios, onde estes careceram de estruturas para atender às necessidades básicas dos migrantes e de seus próprios residentes, proporcionando uma série de problemas sociais, nas quais se destacam a insuficiência de bens e serviços fornecidos à população, tais como habitação e saneamento básico (TAUIL, 2010).

Com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, observa-se um intenso processo de substituição das paisagens naturais por outros usos da terra. Essas interferências na paisagem convertem extensas e contínuas áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, originando problemas ao meio ambiente e, em muitos casos, afetando a disponibilidade e a qualidade de recursos naturais (VALENTE, 2001).

Torna-se fundamental a análise das diversas regiões em contextos geográficos locais e regionais, visando o estabelecimento de formas de crescimento e de adensamento compatíveis com as metas de desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA et al., 2004). Tem-se dessa forma, uma nova fase do planejamento, em que os planos precisam ter fortes articulações com a capacidade de gestão e com efetiva implementação das diretrizes nele emanadas (MORETTI, 2007).

O equilíbrio entre ambiente e desenvolvimento parece ser a principal estratégia para assegurar a sustentabilidade ecológica, tornando essencial considerar as necessidades humanas em relação à capacidade suporte dos ecossistemas (SATO; SANTOS, 1999).

Há a necessidade de análise das alterações sofridas pela paisagem ao longo do tempo, provocadas principalmente pelas diversas atividades humanas, verificando assim os principais impactos dentro de cada paisagem. Em consequência da proteção dos recursos naturais e culturais com base em estratégias que envolvam a melhoria da informação para a tomada de decisões (JUAN; GARCIA, 2002).

Determinar essas mudanças permitirá avaliar as dimensões dos diversos problemas ambientais e conduzir os resultados para aplicação de convenções internacionais, programas de ação e políticas nacionais. O conceito de pressão, estado e resposta (OECD, 1993) ou as forças motrizes mais abrangentes de pressão, estado, impacto e resposta (MORTENSEN, 1997) são particularmente úteis para estes propósitos.

Para dimensionar e planejar este arranjo espacial é necessário conhecer os usos da terra e compreender os processos que nela ocorrem, envolvendo não somente os ecológicos, mas também as interações entre as atividades humanas e os ecossistemas naturais.

A partir de 1990, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tem facilitado as atividades relacionadas à caracterização, ao diagnóstico e ao planejamento ambiental, auxiliando em tarefas como a simulação do espaço geográfico e de seus processos naturais, na integração de informações espaciais (RIBEIRO et al., 1999).

Diante estas considerações, o presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização ambiental da paisagem do município de Ibaté-SP por meio da elaboração da base de dados com as informações de malha viária, rede de drenagem, hipsometria, declividade, unidades pedológicas e uso e cobertura da terra de 1990, 2000 e 2010.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Ibaté localiza-se na região Administrativa Central do Estado de São Paulo (IGC, 2017), entre as coordenadas 21°57' e 22°22' de latitude sul e 47°59' e 48°45' de longitude oeste, ocupando área de 291,13 km² (Figura 1) (IBGE, 2017).

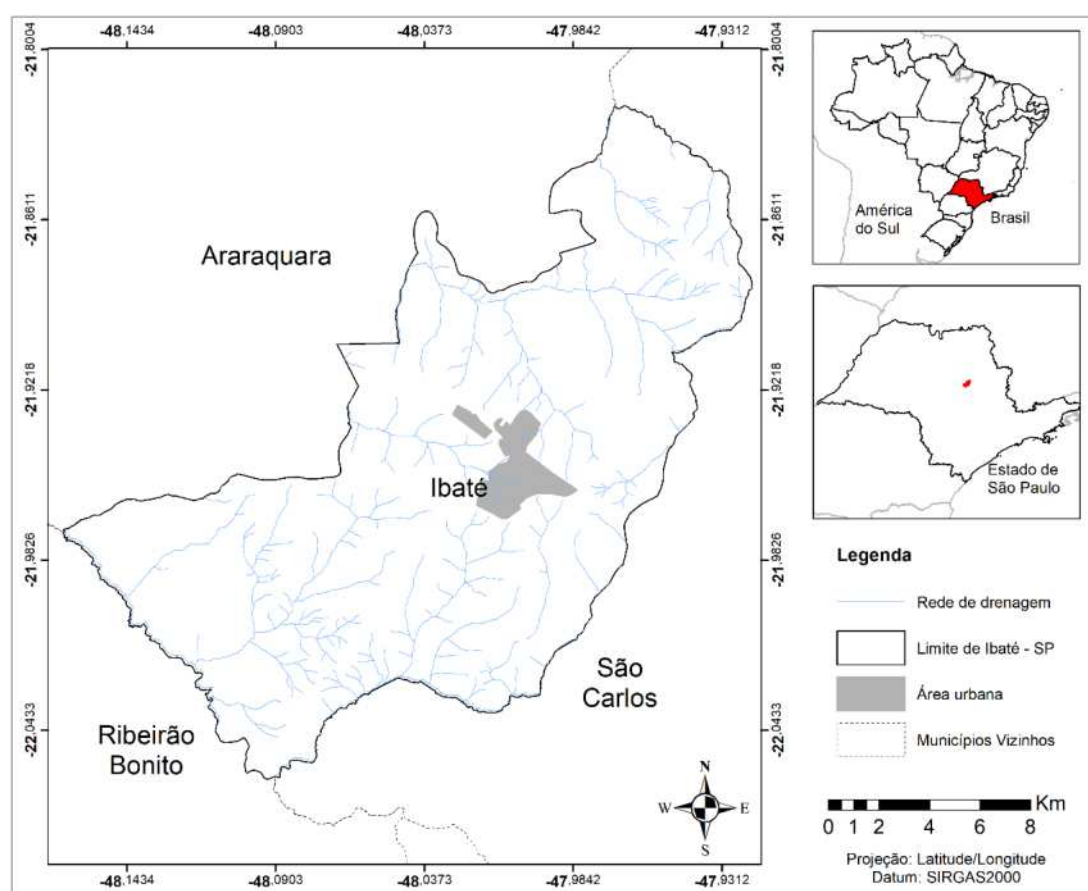


Figura 4: Localização Geográfica do Município de Ibaté, SP-Brasil

O município conta com uma população de 33.572 habitantes, com grau de urbanização de 96,45 % e taxa de crescimento anual da população de 1,29, sendo a base de sua economia movimentada entorno da produção sucroalcooleira, (SEADE, 2017).

O clima caracteriza-se como tropical de altitude, com inverno seco, sendo o relevo de planalto e bioma de Cerrado. A temperatura média aproxima-se de 20,4°C com média mensal pluviométrica de 125,14mm e total de 1501,6mm anuais (CEPAGRI, 2017). Caracteriza-se também pela geomorfologia Botucatu, área de recarga do Aquífero Guarani, maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo, com rede de drenagem da sub-bacia do Tiete-Jacaré e Mogi-Guaçu (BIOTA FAPESP, 2017).

Metodologia

As informações foram inseridas e analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizado o software ArcGis 10.5, utilizando-se a projeção geográfica Latitude/Longitude datum SIRGAS2000. As informações foram estruturadas nos Planos de Informação (PI) para cada categoria de carta temática, sendo elaboradas as informações de malha viária, rede de drenagem, hipsometria, declividade, unidades pedológicas e uso e cobertura da terra de 1990, 2000 e 2010.

Malha viária

O mapa temático da malha viária foi elaborado por meio da digitalização em tela “on-screen digitizing” baseando-se nas cartas planialtimétricas folhas SF-23-V-C-IV-3, SF-22-X-D-VI-4 e SF-22-Z-B-III-2 do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE) em escala 1:50.000 e atualizadas a partir da imagem LandSat TM-5 datada de 15 de agosto de 2010.

Rede de drenagem

O mapa temático de rede de drenagem foi elaborado por meio da digitalização em tela “on-screen digitizing” baseando-se nas cartas planialtimétricas do IBGE folhas SF-23-V-C-IV-3, SF-22-X-D-VI-4 e SF-22-Z-B-III-2 em escala 1:50.000.

Classes hipsométricas

O mapa temático de classes hipsométricas foi elaborado por meio da digitalização em tela “on-screen digitizing” das curvas de nível baseando-se nas cartas planialtimétricas do IBGE folhas SF-23-V-C-IV-3, SF-22-X-D-VI-4 e SF-22-Z-B-III-2 em escala 1:50.000 e posteriormente exportadas para geração da imagem RASTER – TIN, por meio do módulo “*3d Analyst – Create/Modify Tin – Create Tin From Feature*”.

Declividade

O mapa temático das classes de declividade foi elaborado por meio do mapa temático de classes hipsométricas, com cotas altimétricas agrupadas em classes de 20 em 20 metros com a posterior realização de cálculos estatísticos usando a opção “*Face Slope With Graduated Color Ramp – Add – Dismiss*” do software ArcGis 10.5, por meio da fórmula de declividade:

$$\text{Tangente } Tg \alpha = \frac{\text{Encaminhamento vertical } Ev}{\text{Encaminhamento horizontal.}}$$

Unidades pedológicas

O mapa temático de unidades pedológicas foi adaptado do mapa pedológico do Estado de São Paulo elaborado pelo Instituto de Agrônomo de Campinas (IAC) em escala 1:500.000.

Dinâmica do uso e cobertura da terra

A dinâmica do uso e cobertura da terra foi realizada com base na classificação visual das imagens LandSat 5 – sensor TM, bandas 5,4,3, referentes às órbitas/pontos 220/75, disponibilizadas da Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2017), datadas em abril de 1990, março de 2000 e abril de 2010.

Os períodos de março e abril foram considerados para aquisição das imagens em decorrência da sazonalidade das práticas agrícolas predominantes na região. A diferença de 10 anos entre as imagens possibilitou a análise dos padrões temporais da paisagem, essenciais no direcionamento do planejamento regional, considerando as vertentes de crescimento e desenvolvimento presentes.

A classificação do uso e cobertura da terra foi baseada no sistema multinível de classificação proposto pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), que no nível hierárquico primário (I) (**Quadro 1**) contemplou quatro classes que indicaram as principais categorias da cobertura terrestre que foram discriminadas com base na interpretação dos dados dos sensores remotos, numa escala mais ampla.

O nível hierárquico secundário (II) explicitou os tipos de usos inseridos no primeiro nível com um detalhamento mais apurado e preciso da cobertura e o uso da terra em uma escala local e posteriormente o nível hierárquico terciário (III) explicitou os usos propriamente ditos.

Quadro 1: Descrição das classes de uso e cobertura da terra.

Classe (I)	Tipo (II)	Descrição (III)
Área		
Antrópica	Áreas urbanizadas	Área de adensamento urbano e áreas com instalações rurais (industriais e domiciliares)
não Agrícola	Cana-de-açúcar	Área de cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
	Citricultura e culturas diversas	Área de cultivo de <i>Citros sinensis</i> , <i>Zea mays</i> , <i>Coffea arabica</i> L. e <i>Oryza sativa</i> .
Área		
Antrópica	Pastagens	Área com predomínio de vegetação herbácea (nativa ou exótica), utilizada para pecuária extensiva.
Agrícola	Silvicultura	Área de cultivo homogêneo de <i>Eucalyptus spp</i> ou <i>Pinus spp</i> .
	Solo exposto	Área de pousio do solo para cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L.
Vegetação	Vegetação	Área com predomínio de vegetação arbustiva/arbórea, com as formações vegetais de Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão.
Natural	Nativa	
Água	Corpos hídricos	Rios de grande porte, lagos, lagoas e represas.

Fonte: TREVISAN; MOSCHINI (2015)

Resultados

Malha viária

A malha viária (**Figura 2**) é conectada pela rodovia Washington Luiz (SP 310), a qual interliga o município de Ibaté com os municípios vizinhos e a capital. Seu traçado é direcionado na direção noroeste do estado, partindo das rodovias Anhanguera no km 153 e Bandeirantes no km 168, no município de Cordeirópolis e terminando no acesso ao município de Mirassol.

O município também é conectado pela estrada de ferro fundada em 1855, pertencente à antiga Companhia Paulista de Estrada de ferro e atualmente incorporada à empresa América Latina Logística, denominada como Malha Paulista.

As principais estradas que caracterizam a malha viária do município são as estradas não pavimentadas, as quais percorrem toda sua extensão, utilizadas para o transporte dos utensílios e produtos agrícolas, principalmente relacionados ao cultivo de cana-de-açúcar.

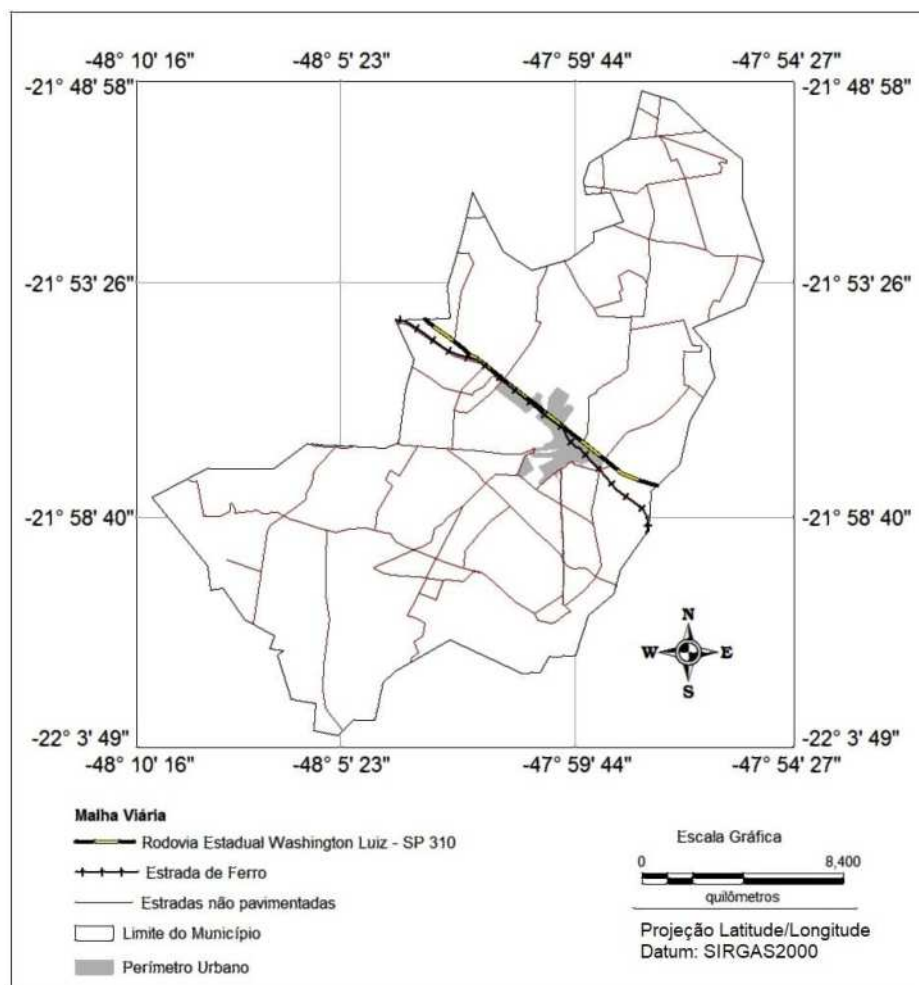


Figura 2: Malha viária do município de Ibaté – SP

Rede de drenagem

A rede de drenagem (**Figura 3**), possui extensão de 304,4km e é caracterizada pela formação geológica Botucatu, área de recarga do Aquífero Guarani, maior manancial de água doce subterrânea do mundo. O município de Ibaté está inserido em duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, sendo 12,94% da área inserida na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior e 87,06% na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê-Jacaré.

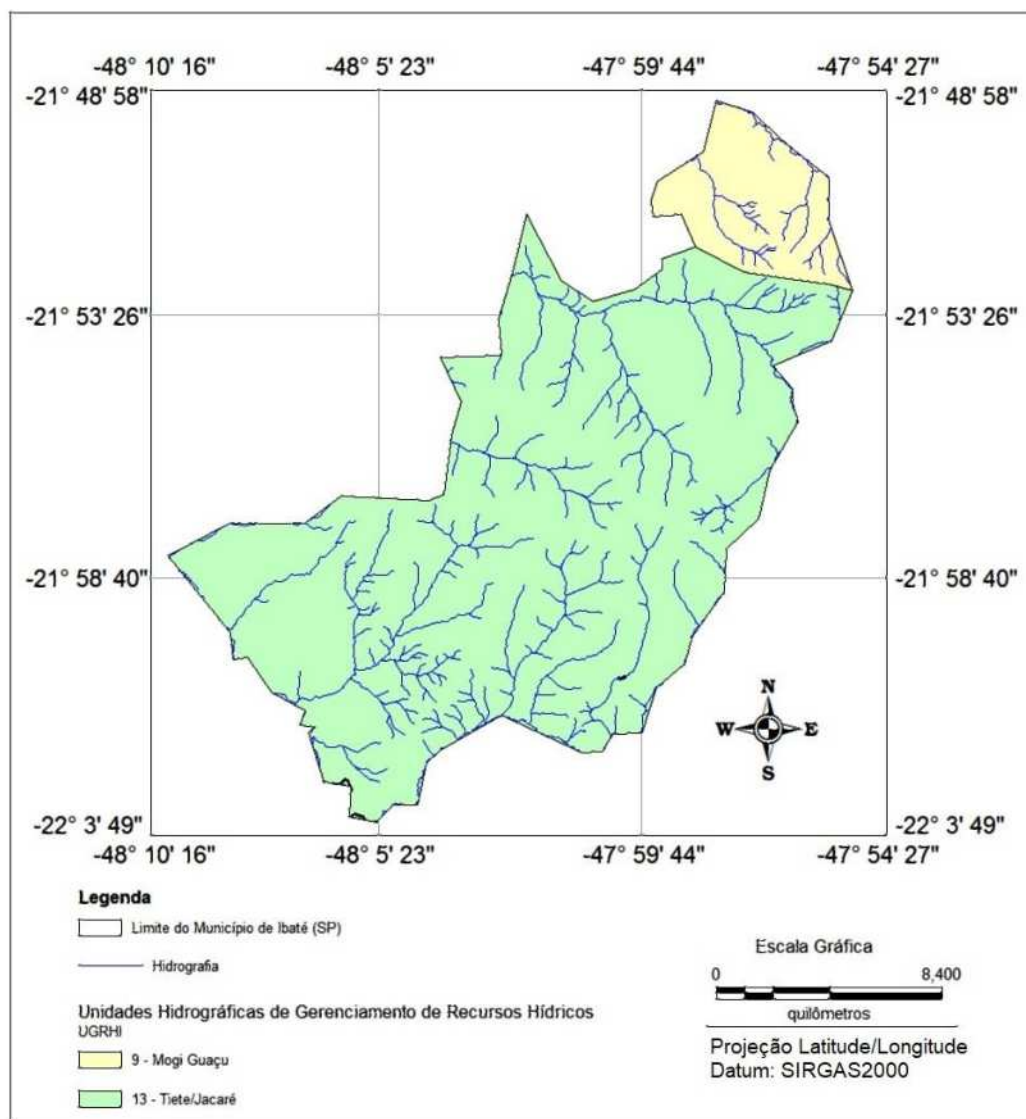


Figura 3: Rede de drenagem do município de Ibaté-SP

Classes hipsométricas

As classes hipsométricas possuem valores que variam de 500 a 841 metros (**Tabela 1 e Figura 4**).

Tabela 1: Classes hipsométricas do município de Ibaté - SP

Cotas	Valores (Ha)	Frequência (%)
730 - 770	6.648,7	22,84
690 - 730	5.842,8	20,07
770 - 810	4.822,6	16,56
650 - 690	3.551,9	12,20
530 - 570	3.135,4	10,77
610 - 650	1.436,4	4,93
570 - 610	1.414,9	4,86
499 - 530	1.194,8	4,10
810 - 841	1.066,0	3,66

Fonte: Os autores

A maior frequência dos valores de altitudes (59,47%) encontra-se nos intervalos de 690 a 810 metros. As cotas mais baixas estão localizadas a sudoeste do município e correspondem de 500 a 600 metros e as cotas mais altas estão localizadas na área onde a ocupação urbana do município está instalada, chegando aos 841 metros.

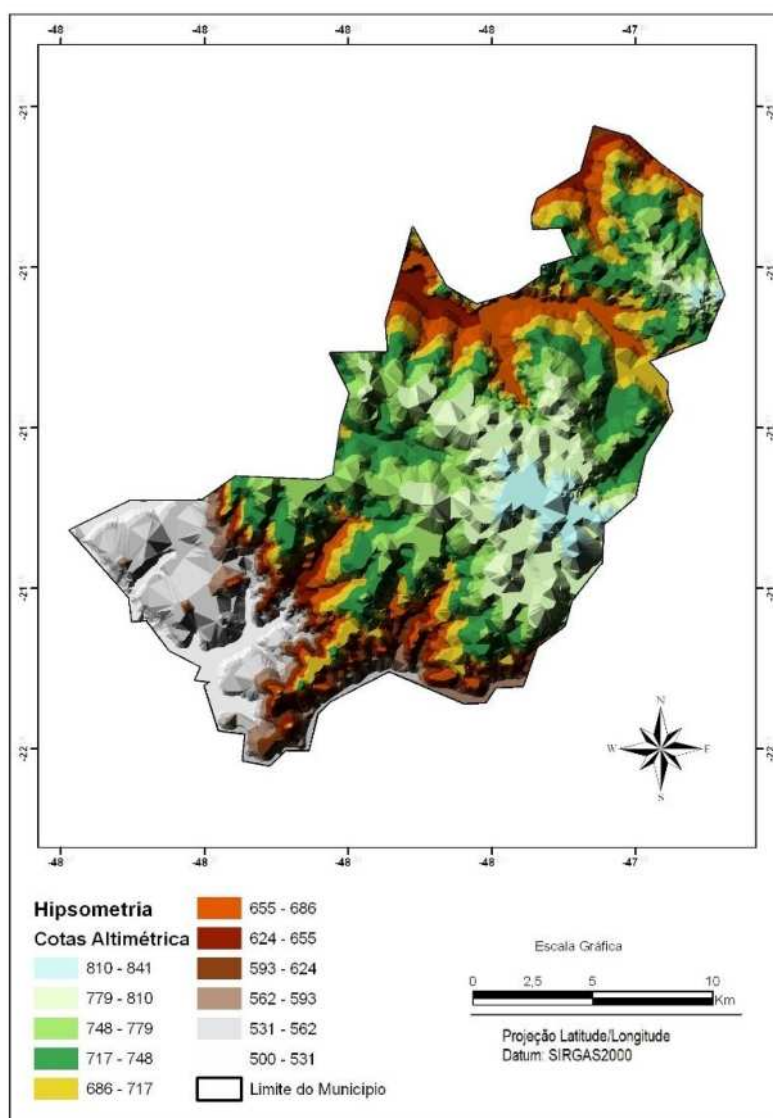


Figura 4: Classes Hipsométricas do município de Ibaté – SP

Classes de declividade

As classes de declividade apresentam-se principalmente no intervalo de 0 a 15%, com 93,41% (**Figura 5**). Este aspecto caracteriza a extensa planura existente em praticamente toda a área do município de Ibaté (**Tabela 2**). Em muitos casos, é a topografia do terreno, especialmente a declividade, o principal condicionador de sua capacidade de uso.

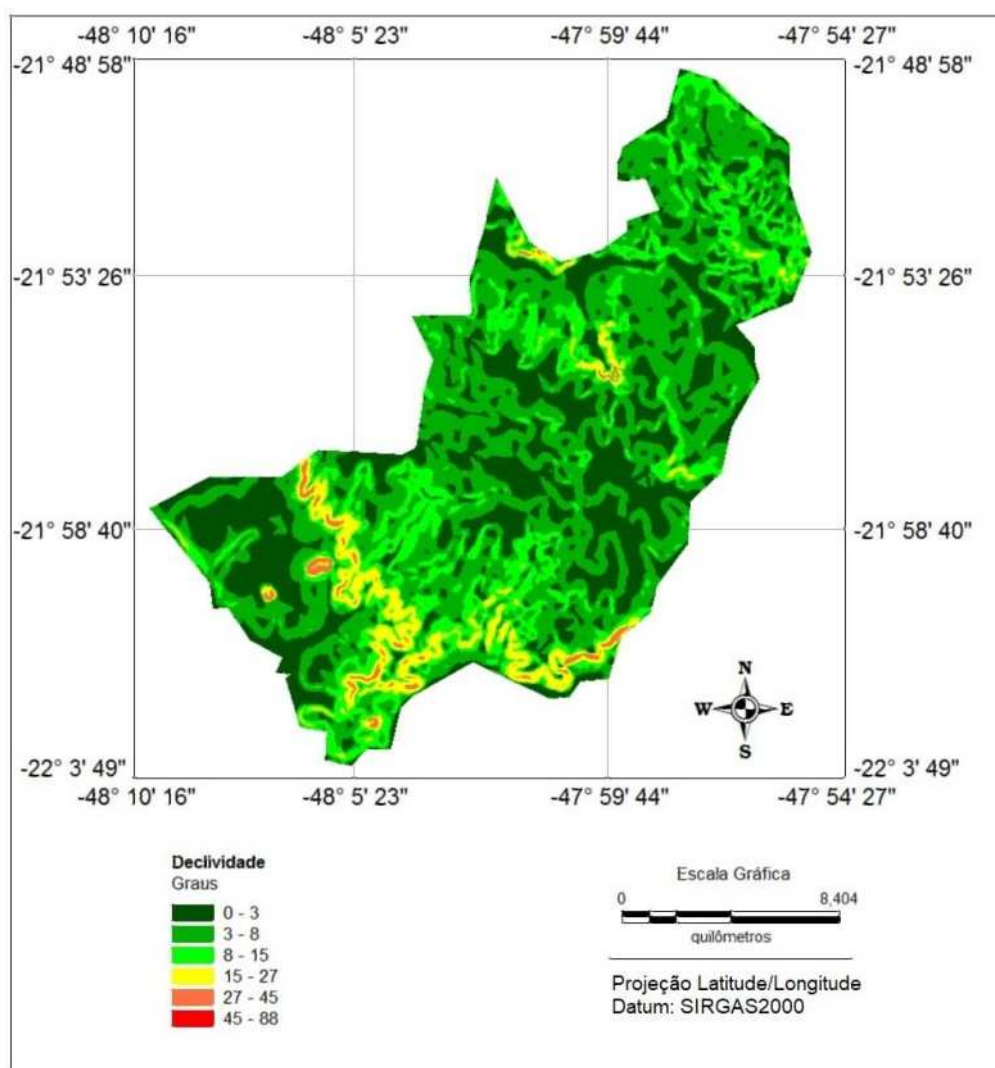


Figura 5: Classes de declividade do município de Ibaté – SP

A maior extensão do município apresenta-se com áreas que permitem sua utilização ($<45^\circ$), possuindo áreas planas e suaves, propícias ao uso agrícola, apresentando áreas com ondulações fracas, médias e fortes, onde os usos precisam ser mais controlados. As áreas com inclinação superior a 45° localizam-se principalmente próximos aos recursos hídricos, reforçando desta forma a necessidade de conservação das vegetações ripárias.

Tabela 2: Classes de declividade do município de Ibaté - SP

Cotas	Valores (ha)	Frequência (%)
0 a 3%	8.286,90	28,464
3 a 8%	13.965,00	47,967
8 a 15%	4.944,20	16,982
15 a 27%	1.608,20	5,524
27 a 45%	308,70	1,060
45 a 88%	0,50	0,002

Fonte: Os autores

Unidades pedológicas

As unidades pedológicas (**Tabela 3 e Figura 6**) estão relacionadas principalmente aos Latossolos, os quais são ideais para o desenvolvimento de culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Normalmente, estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%. Pela análise de declividade, aproximadamente 70 % do município apresenta-se com grau de declividade inferior ou igual a 7%, o que facilita a mecanização.

Tabela 3: Classes pedológicas do município de Ibaté, SP

Cotas	Valores (ha)	Frequência (%)
Latossolo Vermelho (LV)	2.279,85	7,83
Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)	17.858,24	61,34
Latossolo Vermelho + Neossolo (LVR)	510,43	1,75
Neossolo Litólico (RL)	2.227,63	7,65
Neossolo Quartzarênico (RQ)	6.237,33	21,42

Fonte: Os autores

Os latossolos são profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos friáveis e de fácil preparo (TEIXEIRA et al.,2009). Desta forma, observa-se que as características do solo favorecem o crescimento e fortalecimento da agricultura, mas também favorece o desenvolvimento de outras atividades, como a pecuária, além de serem áreas propícias para o desenvolvimento do reflorestamento na região.

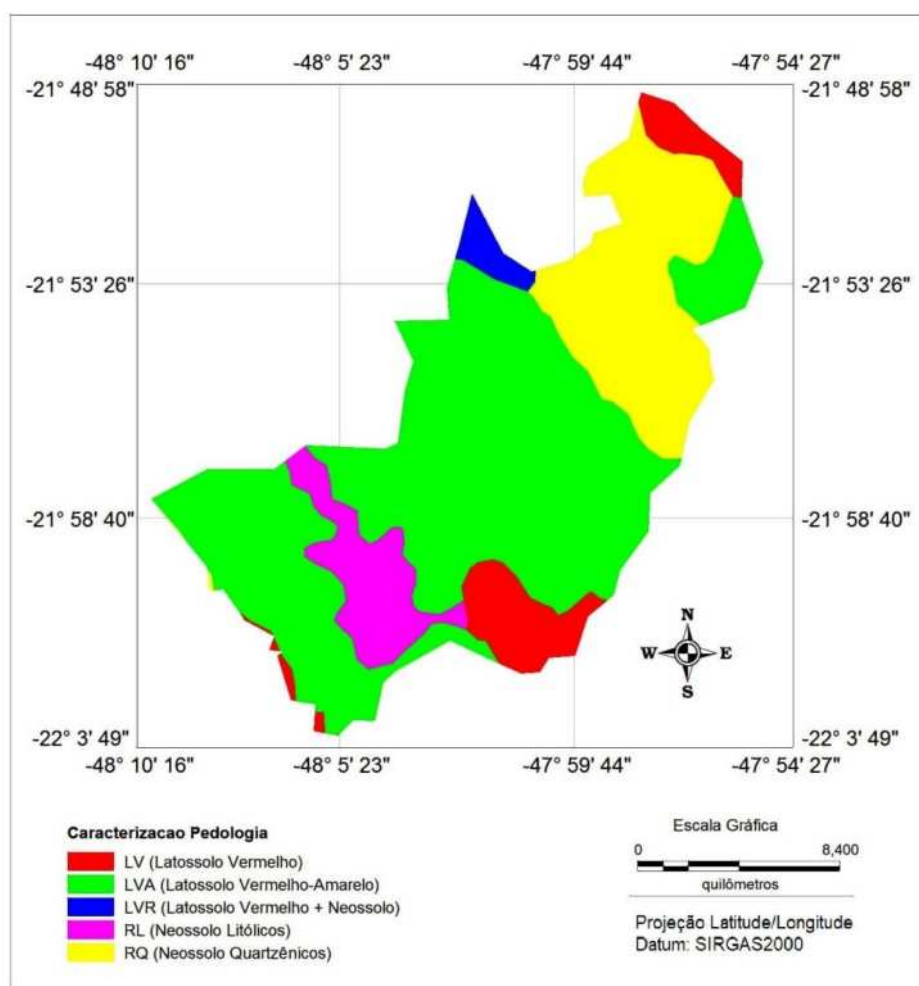


Figura 6: Classes pedológicas do município de Ibaté – SP

Dinâmica do uso e cobertura da terra

As classes de uso e cobertura da terra de 1990, 2000 e 2010 (**Figura 7,8 e 9**) analisadas dentro de cada intervalo de tempo correspondem a 29.113,49 hectares, sendo encontrados os usos de cana-de-açúcar, cerrado, corpos hídricos (represas, lagos e lagoas), laranja, pastagens, silvicultura, usos suburbanos (chácaras, sítios, fazendas), urbanos (área urbana) e vegetação.

No período de 1990 já se evidencia o predomínio dos cultivos agrícolas no município, como laranja, silvicultura, e principalmente cana-de-açúcar (áreas de solo exposto observadas foram consideradas como áreas de preparação do solo para este cultivo).

As áreas de pastagem surgem em pequenas porções territoriais, tornando-se uma atividade voltada para subsistência ou pequena escala de

produção. As áreas naturais apresentam-se fragmentadas ao longo do município, sendo os remanescentes localizados próximos aos corpos hídricos.

As áreas urbanas e suburbanas apresentam-se em pequena proporção quando comparadas aos outros usos, principalmente pelo fato da dependência do município com o setor agropecuário, fator que explica a pequena expansão da área urbana.

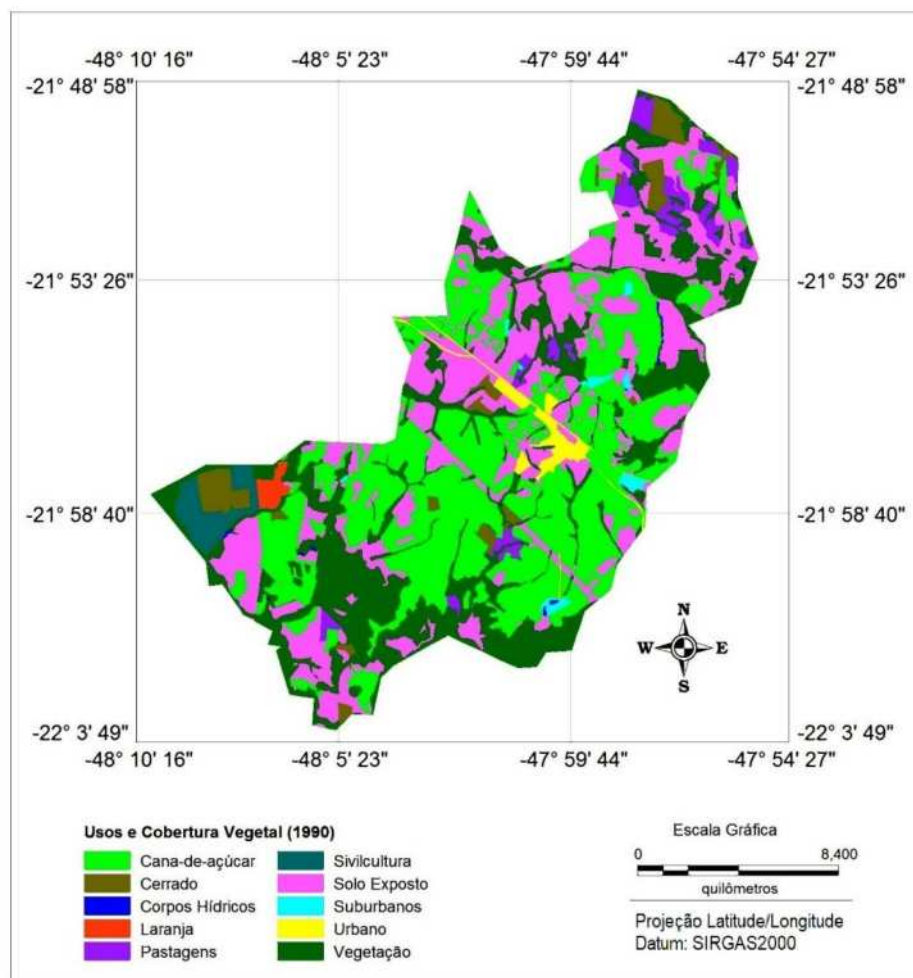


Figura 7: Uso e cobertura da terra do município de Ibaté-SP para 1990

No ano de 2000, o predomínio dos cultivos agrícolas no município aumenta, com crescimento das culturas laranja, silvicultura, e principalmente de cana-de-açúcar. As áreas de pastagem diminuem, mas ainda aparecem em pequenas porções territoriais. As áreas naturais sofrem perdas consideráveis (1.617,89 hectares ao longo do intervalo de dez anos), com expansão principalmente das atividades agrícolas.

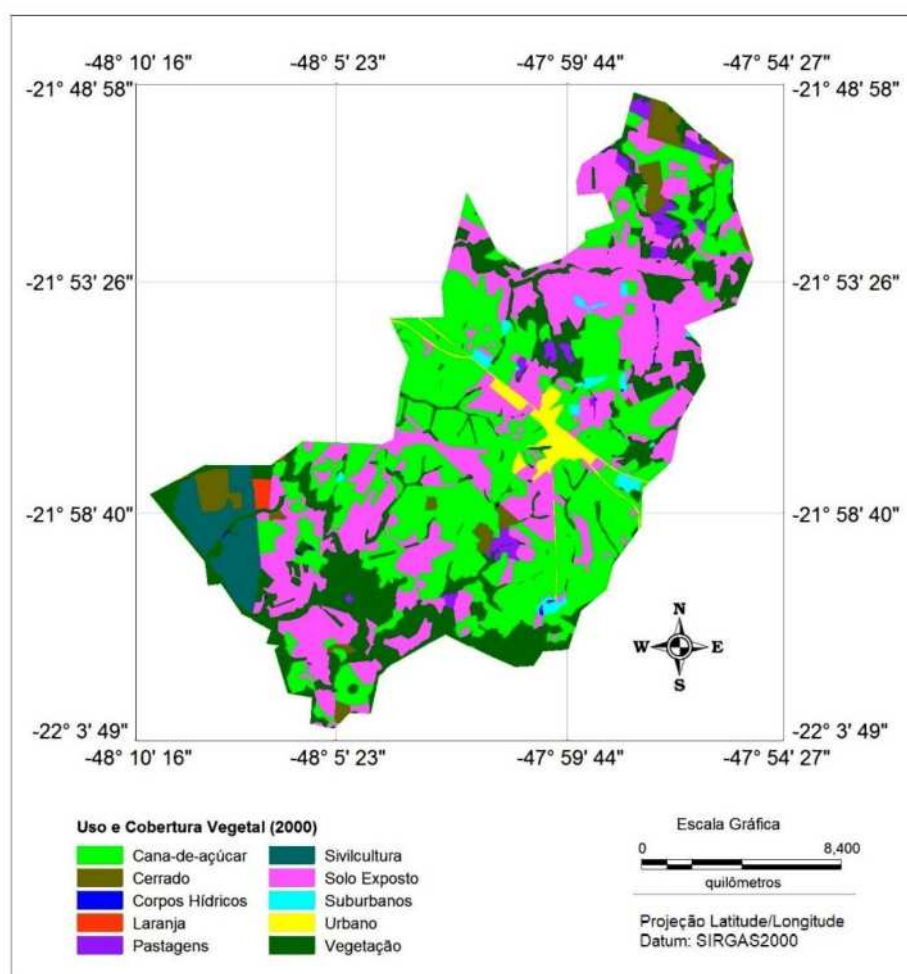


Figura 8: Uso e cobertura da terra do município de Ibaté-SP para 2000

As áreas urbanas e suburbanas continuam a apresentar pequena proporção em quantidade de área quando comparadas aos outros usos, pela continua e crescente dependência do município com o setor da agropecuária, fator que explica a pequena expansão da área urbana, mesmo ao longo dos dez anos correntes.

Já para o ano de 2010, a intensificação dos cultivos agrícolas no município continuou. As áreas naturais permaneceram com diminuição de áreas (609,34 hectares entre 2000 e 2010).

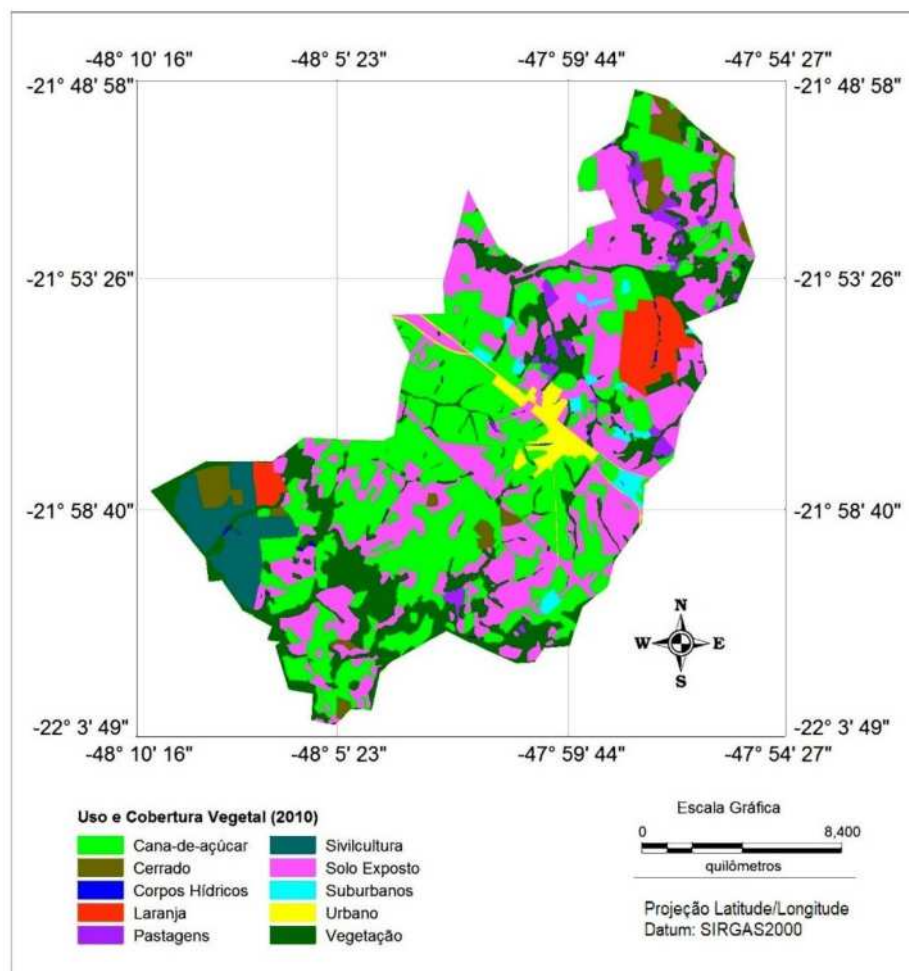


Figura 9: Uso e cobertura da terra do município de Ibaté-SP para 2010

As áreas urbanas e suburbanas continuaram a apresentar pequena proporção em quantidade de área quando comparadas aos outros usos, fortaleceu-se cada vez mais ao longo do tempo, fator que explica a pequena expansão da área urbana, mesmo ao longo dos dez anos correntes, fato que não se alterou ao longo dos vinte anos observados (**Tabela 4**).

Tabela 4: Uso e cobertura da terra para Ibaté-SP em 1990,2000 e 2010

Tipos de Usos	1990		2000		2010	
	Área	%	Área	%	Área	%
Cerrado	1.039,25	3,57	958,11	3,29	946,94	3,25
Vegetação	7.400,61	25,42	5.863,63	20,14	5.265,53	18,09
Subtotal	8.439,63	28,99	6.821,74	23,43	6.212,47	21,34
Cana	10.584,16	36,35	10.718,71	36,82	10.046,76	34,51
Laranja	169,62	0,58	198,49	0,68	1.015,31	3,49
Pastagens	938,48	3,22	592,05	2,03	507,05	1,74
Silvicultura	545,71	1,87	1.121,00	3,85	1.292,52	4,44
Solo Exposto	7.696,31	26,44	8.703,90	29,9	8.931,28	30,68
Subtotal	19.934,28	68,47	21.334,15	73,28	21.792,92	74,86
Urbana	485,27	1,67	598,75	2,06	642,21	2,21
Suburbana	206,33	0,71	311,75	1,07	413,61	1,42
Subtotal	691,6	2,38	910,50	3,13	1.055,92	3,63
Água	47,75	0,16	47,10	0,16	52,28	0,18
Subtotal	47,75	0,16	47,10	0,16	52,28	0,18
Total	29.113,49	100,00	29.113,49	100,00	29.113,49	100,00

Fonte: Os autores

Esse fato, coincide com o cenário paulista, sendo o estado de São Paulo, mais precisamente o interior paulista, que é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, título devido ao crescimento do mercado interno e de algumas

condições favoráveis ao seu cultivo, como por exemplo, ser o estado com mais terras férteis que permite a produtividade média maior do que em outras regiões e pelo fato de possuir desenvolvido setor de bens de produção para a cultura canavieira (NATALE NETTO, 2007).

O cenário observado para o município de Ibaté com expansão das áreas de cultivo de cana-de-açúcar é semelhante a estudos realizados com esta temática em diferentes regiões (MORAES et al., 2013; RUDORFF et al., 2010; FISHER, 2008; COELHO et al., 2007; CRIUSCUOLO et al., 2006, TREVISAN, 2015) as quais também evidenciaram a expansão do cultivo da cana-de-açúcar, a conversão de outros usos agrícolas em plantio de cana-de-açúcar e a supressão de áreas de vegetação nativa.

As áreas de vegetação nativa apresentam-se fragmentadas ao longo da área de estudo apresentando uma perda de cerca de 7,65% em vinte anos, representando uma área 2.227,16ha. Esses fragmentos imersos na matriz agrícola estão em sua maioria associados a corpos hídricos, ou seja, Áreas de Preservação Permanente (APP).

Essa perda de áreas de vegetação nativa relacionadas ao Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual evidenciada para o município, foi semelhante aos estudos realizados por Mello (2014); Moraes (2013) e Moschini (2008), os quais analisaram as fitofisionomias de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, tipos vegetacionais presente na área de estudo. Estes estudos os autores evidenciam o processo de fragmentação da paisagem em decorrência de ações antrópicas.

Considerando que a Mata Atlântica e o Cerrado são dois hotspots, é necessária uma intervenção imediata no processo de fragmentação da paisagem, em sua maioria decorrentes do avanço da fronteira agrícola, mais especificamente pelo cultivo da cana-de-açúcar, que implica em severas mudanças nos padrões biológicos da paisagem e na conservação de fauna e flora presentes nesses habitats (MORAES et al., 2013).

Considerações finais

A caracterização ambiental do município de Ibaté permitiu diagnosticar as características que propiciam o desenvolvimento das atividades agrícolas na região, entretanto este o modelo de desenvolvimento observado em Ibaté-SP e em diversos outros municípios tem gerado impactos sobre os ecossistemas naturais, com perda de áreas naturais e isolamento das mesmas, como por exemplo as áreas de cerrado que apesar de serem o bioma característico da região, apresentam-se em alguns fragmentos remanescentes.

Contudo, a continuidade destes fragmentos na paisagem, pode ainda proporcionar maiores ganhos econômicos do que os obtidos da conversão e expansão agrícola do uso da terra. O ambiente natural proporciona benefícios para a sociedade de diversos modos, contribuindo com a regulação climática, na formação do solo, na ciclagem dos nutrientes, no fornecimento de combustível, de fibras e substâncias farmacêuticas, etc. (BALMFORD et al., 2002).

A exploração econômica dos recursos naturais deve combinar de maneira racional o desenvolvimento e as práticas de conservação para resguardar a qualidade ambiental da paisagem local.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo 2015/19918-3, pelo apoio financeiro a pesquisa.

Referências

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R.E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUGHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R.K. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. **Science**, 297: 950 – 953, 2002.

BIOTA FAPESP. **Sub-bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**, 2017. Disponível em < www.biota.org.br/info/saopaulo/bacias/>. Acesso em 31 jan. 2017.

- CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, **Clima dos Municípios Paulistas**, 2017. Disponível em < www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_224.html >. Acesso em 31 de janeiro de 2017.
- COELHO, A. T.; GUARDABASSI, P.M.; LORA, B.A.; MONTEIRO, B.A.A; GORREN, G.A Sustentabilidade da expansão da cultura canavieira. **Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos**, São Paulo, v. 6, p. 1-13, 2007.
- CRIUSCUOLO, C.; QUARTAROLI, C. F.; MIRANDA, E.; GUIMARÃES, M.; HOTT, M. Dinâmica de uso e cobertura das terras na região nordeste do Estado de São Paulo. Campinas, SP: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 1ª ed, v.1, 2006, 70 p.
- FISHER, G. Land use dynamics and sugarcane production. In: ZUURBIER, P.; VAN DE VOOREN, J. (Ed.). **Sugarcane ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment**, Wageningen Academic Publishers, 2008, p. 29-62.
- IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **IBGE cidades - Ibaté**, 2017. Disponível em <www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930#>. Acesso em 31 de janeiro de 2017.
- IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra 3ª Edição**, 2006. Disponível em <www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtml> Acesso em 31 de janeiro de 2017.
- IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Região Administrativa Central**, 2017. Disponível em <<http://www.igc.sp.gov.br/>>. Acesso em 31 de janeiro de 2017.
- JUAN, G.; GARCIA, S. Turismo y sustentabilidad. El périplo sustentable. **Directorio 2**. Universidad Autonoma Del Estado de México - México, 2002, 25p.
- MELLO, K.; PETRI, L., CARDOSO-LEITE, E.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, v. 38, p. 309-317, 2014.
- MORAES, M. C. P. **Dinâmica da paisagem da zona de amortecimento do Parque Estadual de Porto Ferreira, SP**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.
- MORAES, M. C. P.; TOPPA, R.H.; MELLO, K.A Expansão da Cana-de-Açúcar como fator de pressão para áreas naturais protegidas. IN: DOS SANTOS, J.E.; ZANIN, E.M. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção**. 1ª ed, v.5, São Carlos: Rima, 2013, p. 163-173.
- MORETTI, R.S. Conteúdo e procedimentos de elaboração dos planos diretores. Planos diretores municipais. IN: BUENO, L.M.M.; CYMBALISTA, R. Novos conceitos do planejamento territorial. **ANNABLUME**, São Paulo, 2007, 290p.
- MORTENSEN, L.F. The driving force-stateresponse framework used by the CSD. IN: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. **Sustainability indicators**. Wiley, Chichester. N. York: 47-53, 1997.

MOSCHINI, L. E. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Mogi-Guaçu Superior**. 2008. 149f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

NATALE NETTO, J. A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país. 1ª ed. Osasco, SP: **Novo Século**, 2007, 343 p.

OECD. Core set of indicators for environmental performance reviews. **OECD**, Paris, 1993, 37p.

OLIVEIRA, C. H.; SANTOS, J. E.; TOPPA, R. H. Efeitos do uso do solo urbano na qualidade ambiental e de vida, na vegetação e na impermeabilização do solo. In: DOS SANTOS, J.E.; CAVALHEIRO, F.C.; PIRES, J.S.R.; OLIVEIRA, C.H. PIRES, A.M.C.R. Faces da Polissemia. 1 ed. São Carlos: **Rima**, 2004, v. 2, p. 585-619.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S.; PIROLI, E.L.; SANTOS, T.G.; CARDOSO, L.G. Uso da terra do Alto rio pardo, obtido a partir da análise visual. In; Ciclo de Atualização Florestal do Conesul Santa Maria, **Anais**, pág. 75 – 81,1999.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D.A.; SILVA, W.F.; SUGAWARA, L.M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M.A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production on São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SATO, M.; SANTOS, J. E Agenda 21: em sinopse. São Carlos: **EduUFSCar**, 1999, 60p.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de dados, **Perfis Municipais**, 2017. Disponível em <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em 31 de janeiro de 2017.

SILVA, M.I.L. História do Brasil I. Centro de Educação à distância. **Universidade Federal do Sergipe**, São Cristóvão,2010,10p.

SPOSITO, M.E.B. Capitalismo e Urbanização. Repensando a geografia. **Editora Contexto**,2005,97p.

TAUIL, L.P. Urbanização e ecologia do dengue. **Cad.Saúde Pública**, 17. Resumo, Rio de Janeiro, 2001.

TEIXEIRA, W.; MOTTA, C.; FAIRCHILD, T.; TAIOLI, F. Decifrando a Terra. Editora **USP e Oficina de Textos**, 2ªed, 2009,624p.

TREVISAN, D. P. **Análise das variáveis ambientais causadas pelas mudanças dos usos e cobertura da terra do município de São Carlos, São Paulo, Brasil**. São Carlos, 2015, 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,2015.

VALENTE, R.O.A. **Análise Da Estrutura Da Paisagem Na Bacia Do Rio Corumbataí, SP,162f**,2001. Dissertação (Mestrado em Recurso Florestais). Universidade de São Paulo,2001.

DOSSIÊ**ANÁLISE TÉCNICO-FINANCEIRO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE NA REGIÃO AMAZÔNICA****TECHINICAL-FINANCIAL ANALYSIS OF A GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM IN THE AMAZON REGION****Tatiane Silva Costa¹⁷****Manoel Roberval Pimentel Santos¹⁸**

Submissão: 15/07/2017

Revisão: 25/07/2017

Aceite: 18/02/2018

Resumo: Em 2012, a aprovação da Resolução Normativa nº 482, passou a regulamentar o consumidor brasileiro permitindo gerar a própria energia elétrica a partir de fontes renováveis. Nesse contexto, elaborou-se um projeto para a implantação no município de Santarém, Pará, em uma residência de classe média cujo consumo médio mensal é de cerca de 440 kWh/mês, com todos os cálculos realizados, concluiu-se a viabilidade técnica e financeira do sistema de acordo com o que é permitido na legislação no Brasil.

Palavras chave: Energia. Projeto. Renováveis. Viabilidade.

Abstract: In 2012, the approval of Normative Resolution nº 482, began to regulate the Brazilian consumer allowing to generate the own electric energy from of renewable sources. In this context, a project was prepared for the implementation in the municipality of Santarém, Pará, in a middle-class residence whose average monthly consumption is around 440 kWh / month, with all calculations made, it was concluded the technical and legal feasibility of the system in accordance with what is allowed in Brazilian legislation.

Keywords: Energy. Project. Renewables. Feasibility.

¹⁷ Bacharel em Ciência e Tecnologia. Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: tati_costa@rocketmail.com

¹⁸ Professor Doutor da Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: proroberval@gmail.com

Introdução

O Brasil está situado numa região com incidência mais vertical dos raios solares. Esta condição favorece elevados índices de irradiação em quase todo o território nacional. Adicionalmente, a proximidade à linha do equador faz com que haja pouca variação na incidência solar ao longo do ano. Dessa forma, mesmo no inverno pode haver bons níveis de irradiação. Essas condições conferem ao país algumas vantagens para o aproveitamento energético do recurso solar (EPE, 2016).

Mas a Europa é a principal região do mundo em termos de capacidade instalada acumulada, com 81,5 GW em 2013, o que representa 59% da capacidade do SFV acumulado do mundo. No entanto, os países da Ásia-Pacífico estão crescendo rapidamente, com 40,6 GW instalados, seguidos pelos Estados Unidos, com 13.7 GW (EPIA, 2014).

A maior parte das plantas em operação está localizada na Espanha (2,3 GW). No entanto, nos últimos o país deixou de investir na fonte. Em 2014, quatro projetos entraram em operação, totalizando 0,9 GW. Esses projetos foram implementados apenas nos EUA e Índia. Ao final de 2014, outros projetos em fase de construção foram observados no Marrocos (510 MW), África do Sul (300 MW) e China (50 MW) (REN21, 2015).

No que se refere aos sistemas conectados à rede no Brasil, associados a unidades consumidoras, alguns projetos pilotos começaram a ser instalados no país no final dos anos 90, principalmente em universidades e centros de pesquisa (Pinho e Galdino, 2014).

Em 2012 essa modalidade de geração foi regulamentada pela ANEEL, através da Resolução Normativa nº 482/2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e o sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*). Como em qualquer processo de difusão de inovações, logo após a regulamentação houve pouca adoção dos sistemas de geração própria de

energia, mas o número de adotantes vem crescendo de modo sustentado, à medida que a população toma conhecimento dessa possibilidade e que se aumenta a viabilidade econômica do investimento. Ao final de 2015, havia o registro de 1675 sistemas fotovoltaicos conectados sob o regime da REN 482, somando 13,4 MW (ANEEL, 2016).

Dentro deste contexto, elaborou-se um projeto para a implantação de um SFCR no município de Santarém, Pará, em uma residência de classe média cujo consumo médio mensal é de cerca de 440 kWh/mês, para que fosse possível realizar a análise de viabilidade técnica e financeira do sistema na região.

Materiais e métodos

Esta pesquisa de natureza tecnológica, no qual é uma ciência eminentemente aplicada, seja para conhecimentos em pesquisas de natureza básicas, buscar conhecimentos mais específicos, ou produzir artefatos úteis e obter lucros. Quanto aos procedimentos, a pesquisa se classifica, predominantemente, como Estudo de Caso, pois visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando o que há nela de mais característico e essencial (Gil, 2007).

Na primeira etapa foi elaborado o dimensionamento do sistema através de pesquisa de campo, elaboração do projeto elétrico e levantamento dos preços de todos os componentes para se instalar um sistema fotovoltaico conectado à rede, através do contato direto com fornecedores integradores, seja por e-mail ou telefone. Para este levantamento foi considerado o mínimo de três fontes por item, quando possível.

Na segunda etapa foram determinados os cálculos da viabilidade financeira com o payback simples, taxa interna de retorno e outros métodos de análise financeira.

Para o estudo da viabilidade de implantação de um SFCR no município de Santarém, no estado do Pará, os dados utilizados referem-se a uma residência de classe média. Para elaboração do projeto foram consultadas a REN 687 – de 24 de Novembro de 2015. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica; PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição; CELPA - NT.31.001.04 - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão; CELPA - NT.31.020.01 - Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão; NBR 5410 – Instalações Elétricas em baixa tensão.

Resultados e discussão

Projeto do sistema fotovoltaico conectado a rede

No projeto o consumo médio da residência é de 400 kWh por mês que pode ser visto na Tabela 1 junto com os dados do sistema, com ligação Residencial Pleno bifásica de Baixa Tensão, 220/127 V no caso da CELPA, tarifação convencional.

Tabela 1 - Dados do sistema conectado à rede

Cidade:	Santarém / Pa
Localização (lat/long):	-2,44300 / -54,70800
Consumo médio:	440kwh
Percentual a ser gerado:	90%
Potência instalada:	3120 Wp
Painel:	Painel Solar Fotovoltaico 260Wp
Inversor:	Inversor (3.000W)
Produção média:	386 Kwh/mês 4642 Kwh/ano
Inclinação:	2°
Azimute:	180° (N)
Eficiência estimada:	77,0%
Cobertura solar:	87,73%

Fonte: Próprio autor, 2016.

A partir da via pública há derivação da rede secundária – rede com tensões de 127/220 V - de distribuição da CELPA por via aérea para a residência em questão. O ramal de ligação e entrada é de fornecimento bifásico, com cabo de alumínio multiplexado triplex de 16 mm². De acordo com a Celpa (2014), a conexão entre a rede e a residência deve possuir as seguintes especificações, de acordo com padrões exigidos pela concessionária em sua normativa para fornecimento de energia elétrica em baixa tensão:

- ✓ Altura mínima de 3,5 m entre o ramal de ligação e o solo;
- ✓ Diâmetro nominal eletroduto de aço galvanizado de 1 1/2”;
- ✓ Condutor de aterramento aço cobreado de 10 mm²;
- ✓ Diâmetro nominal eletroduto aterramento de 1/2”;
- ✓ Caixa padrão polimérica polifásica para proteção do medidor bidirecional instalada no muro entre a propriedade e a via pública;
- ✓ Caixa padrão para proteção do disjuntor e do Dispositivo de Seccionamento Visível (DSV);
- ✓ Disjuntor termomagnético de 60 A.

Dimensionamento do sistema

Os módulos fotovoltaicos serão conectados em série a fim de produzir a mínima corrente em uma tensão elevada, evitando a especificação de cabos de maior secção.

O inversor específico para sistemas conectados à rede foi dimensionado para suportar a tensão de entrada do gerador fotovoltaico dentro de sua faixa ótima de trabalho. Este inversor possui a função de gerenciar e controlar a onda de saída, sincronizando-a com a rede local, além de proteger o sistema fotovoltaico e a rede elétrica com a detecção de ilhamento.

A proteção contra curto circuito deverá ser coordenada com a proteção geral da unidade consumidora, através de disjuntor termomagnético, localizado eletricamente antes da medição. O DPS deve ser instalado entre a carga e o

inversor, a fim de proteção do circuito, desviando a alta corrente proveniente de um surto para a terra e limitar as sobretensões.

O Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas deverá proteger a área onde o SFCR será instalado, minimizando os impactos das descargas atmosféricas no sistema, que podem ocasionar incêndios, explosões, danos material e risco à vida. Este sistema de proteção deverá estar conectado ao sistema de aterramento para que a descarga seja dissipada no solo (PINHO *et al.*, 2014).

Viabilidade financeira do projeto

O setor comerciário do município de Santarém ainda não conta com lojas especializadas na venda de equipamentos próprios para sistemas de energias renováveis.

Os sistemas cotados para esta instalação são considerados *TurnKey* (Toyama; Junior e Almeida, 2014), onde o fornecedor entregará o sistema funcionando, adequado a todas as normas exigidas e regularizado junto à concessionária local de energia. A Tabela 2 abaixo está com valores atualizados de julho de 2016 do orçamento para toda instalação.

Tabela 2 - Orçamento do Sistema

Item	Valor unitário	Quantidade	Total (R\$)	Taxa R\$/kwp	R	Descrição
1	R\$ 959,00	2	1.508,00	688,46	3.	Painel Solar 260Wp
2	R\$ 10.290,81		0.290,00	290,07	3.	Inversor (3.000W)
3	R\$ 3.078,70		078,70	86,76	9	Suporte para fixação
4	R\$ 2.250,00		225,00	3,00	71	Material de instalação
5	R\$ 2.537,50		537,50	3,30	81	Serviço de instalação
6	R\$ 5.750,00		750,00	842,94	1.	Projeto e regularização

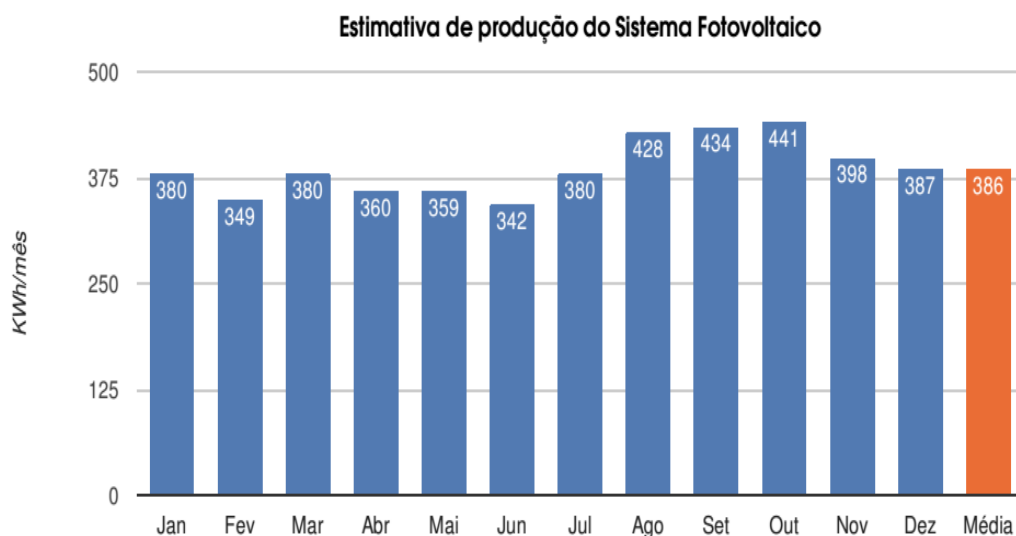
Subto		32	10
tal		.209,2	.323,46
Mão	R\$	3.	1.
de obra	1.660,00	320,00	064,10
Total		35	11
		.529,20	.387,56

Fonte: Próprio autor, 2016.

Estão inclusos no orçamento cabos e eletrodutos CC e CA até 20 metros, DPS, disjuntores CA, chave seccionadora CC, conectores, parafusos e miscelâneas de instalação.

A Figura 1 apresenta dados da produção de energia ao longo dos 12 meses, estimativa retirada com base nos números de radiação solar do INPE e LABSOLAR em 2016.

Figura 1 - Dados de Irradiação do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial) e LABSOLAR (Laboratório de Energia Solar) - Brasil



Fonte: Neosolar, 2016.

Dados contábeis da instalação do sistema

A taxa de energia utilizada é a tarifa B1 residencial convencional (sem ponta), bandeira verde da Rede da Concessionária Elétrica do Pará, de R\$/kWh\$0,565540 mais impostos.

O sistema produz 440 kWh/mês e a tarifa de energia com impostos de R\$ 0,89935 por kWh, o fluxo de caixa mensal representado no gráfico 1 será de R\$ 356,12. Com isto, o investimento de R\$ 27.718,39 terá o *payback* simples R\$ 35.529,20 de aproximadamente 8 anos, espaço de tempo razoável, visto que os módulos solares possuem uma vida útil de 25 anos e o inversor de 10-15 anos, de acordo com o fabricante.

Para a comparação do investimento em um Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede com a poupança foi utilizada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA) a taxa de rendimento da poupança do Banco Central do Brasil, de 0,62710%a.m.

Estimando o fluxo de caixa ao longo de 300 meses (25 anos) de vida útil do sistema, com a troca do inversor após 180 meses (15 anos), e desconsiderando mudanças de bandeira, inflação e variação na tarifa de energia, encontram-se nos cálculos os seguintes números:

Valor Liquido Presente(VLP)= R\$ 12.553,59

Taxa Interna de Retorno(TIR)= 0,9415 %

O VLP positivo e a TIR maior que a TMA demonstram a viabilidade do projeto de SFCR comparando-se ao investimento na poupança como detalhado na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados de comparação com a poupança

Preço energia sem imposto	R\$ 0,565540
ICMS	25,00000%
COFINS	6,02120%
PIS	1,31270%
ICMS (energia+COFINS+PIS)	R\$ 0,60702
Preço com ICMS	R\$ 0,80935
Geração mensal (kWh)	440
Economia mensal	R\$ 356,12
TMA (poupança)	0,62710%
Investimento	R\$ 35.529,20
Vida útil do sistema (meses)	300
VP Investimento	-R\$ 35.529,20
VP economia na conta	R\$ 48.082,79

VPL	R\$ 12.553,59
TIR	0,9415 %

Fonte: Próprio autor, 2016.

O sistema com investimento de R\$ 35.529,20 com parcela mensal de R\$ 662,93 durante 260 meses. A troca do inversor é realizada após o fim de sua vida útil. O valor presente líquido desta opção é positivo, demonstrando a viabilidade do projeto. O *payback* simples é 189 meses, levando em consideração o prazo considerado neste estudo como a vida útil dos equipamentos, o sistema se paga em 15,7 anos. A Tabela 4 aponta dados de simulação do financiamento do sistema.

Tabela 4 - Dados para comparação com o financiamento

Preço energia sem imposto	R\$ 0,565540
ICMS	25,00000%
COFINS	6,02120%
PIS	1,31270%
ICMS (energia+COFINS+PIS)	R\$ 0,60702
Preço com ICMS	R\$ 0,80935
Geração mensal (kWh)	440
Economia mensal	R\$ 356,12
TMA (poupança)	0,62710%
Investimento	R\$ 35.529,20
Vida útil do sistema (meses)	300
Juro do financiamento	1,85000%
Prazo financiamento	260
PMT	-R\$ 662,93
VP Investimento	-R\$ 27.404,56
VP economia na conta	R\$ 48.082,79
VPL	R\$ 20.678,24

Fonte: Próprio autor, 2016.

Considerações finais

Com todos os cálculos realizados, conclui-se a viabilidade técnica e legal do sistema de acordo com o que é permitido na legislação no Brasil, o sistema

residencial de 3,12 kW proposto se mostrou viável financeiramente no município de Santarém.

Apesar da viabilidade para esse sistema, ele se limita em um consumo mínimo onde ultrapassando o sistema passa a se tornar inviável economicamente, isso acontece pelo aumento não linear do preço do sistema pela potência nominal do mesmo, quanto maior o sistema menor será a relação custo/potência (R\$/Wp). Ao diminuir pela metade os valores de produção energética e estimar o custo deste novo SFCR com base nos preços obtidos, nota-se que o SFCR seria inviável. Casas de alto padrão e estabelecimentos comerciais com elevado consumo de energia são lugares adequados para utilização do sistema.

Referências

- ANEEL. **Geração distribuída amplia número de conexões**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=9044&id_area=> Acesso em: 25 julho de 2017.
- CELPA. **NT.31.001.04 - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão**. 2014.
- EPE. Energias Renováveis. Rio de Janeiro, 2016. ISBN 978-85-60025-06-0
- EPIA, European Photovoltaic Industry Association. **Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018**. 2014. Disponível em: <<http://www.epia.org/news/publications/>> Acesso em: 26 fev. 2015.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- PINHO, João Tavares *et al.* **Sistemas Híbridos – Soluções Energéticas para a Amazônia**. Ministério de Minas e Energia. 1ª Edição. Brasília, 2008.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. [s.l: s.n.].
- REN21. Renewables 2015 - Global Status Report, 2015.
- TOYAMA, Alain Heizo; JUNIOR, Natalino das Neves; ALMEIDA, Nelson Geraldo. **Estudo de Viabilidade Econômica da Implantação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Energia para Diferentes Regiões no Estado do Paraná**. 113 p. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT. Curitiba. 2014.

DOSSIÊ

MODELAGEM DE CÉLULA A COMBUSTÍVEL COMERCIAL (PEM) UTILIZANDO MODELO ELÉTRICO EQUIVALENTE

MODELING OF A COMMERCIAL FUEL CELL (PEM) USING EQUIVALENT ELECTRICAL MODEL

Antonio Eliseu Holdefer¹⁹

Andressa Santos Pereira²⁰

Luan Marcel de Sousa Lima²¹

Mateus Parreira Soares²²

Yuri Freitas Nogara²³

Submissão: dia/mês/ano

Revisão: dia/mês/ano

Aceite: dia/mês/ano

Resumo: O mundo está passando avanços tecnológicos sem precedentes com a crescente demanda por energias renováveis que não prejudicam o meio ambiente em uma escala global. Assim, a produção de energia a partir de células a combustível é uma grande alternativa para as futuras gerações, porque é uma energia "limpa", não poluente. A célula a combustível está se tornando uma alternativa porque é um dispositivo eletroquímico onde a conversão de energia química em energia elétrica ocorre sem qualquer emissão de gases poluentes. As células a combustível são usadas em diferentes indústrias, tais como automóvel e cogerações em hospitais e indústrias. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo modelar eletricamente uma célula a combustível do tipo PEM (membranas celulares poliméricas), de maneira a obter um circuito eletrônico que apresente curvas de $V \times I$ (tensão-corrente) e $P \times I$ (potência-corrente) muito semelhantes ao modelo comercial, tornando assim possível a simulação do comportamento elétrico de uma célula a combustível muito semelhante ao modelo real. O uso de tal modelo é muito benéfico para os engenheiros de eletrônica de potência, que em muitos casos têm a tarefa de projetar conversores de energia trabalhando em conjunto com

¹⁹Meº, Profº e Orientador da Escola de Engenharia de Controle e Automação – Mecatrônica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC - GO). E-mail: holdefer@gmail.com.

²⁰Graduando em Engenharia de Controle e Automação – Mecatrônica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC -GO). E-mail: andressa.chaves.16@hotmail.com.

²¹Graduando em Engenharia de Controle e Automação – Mecatrônica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC -GO). E-mail: naul_marcel@hotmail.com.

²²Graduando em Engenharia de Controle e Automação – Mecatrônica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC -GO). E-mail: mateusps_go@hotmail.com.

²³Graduando em Engenharia de Controle e Automação – Mecatrônica. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC -GO). E-mail: freitas_y@hotmail.com.

células a combustível para diferentes condições de carga. A modelagem é baseada no uso de componentes eletrônicos convencionais facilmente encontrados em softwares de simulação e no mercado. O modelo desenvolvido no presente artigo pode ser utilizado para células a combustível de hidrogênio e de biocombustíveis como etanol, uma vez que ambos funcionam de forma semelhante e têm curvas semelhantes. O modelo também pode ser construído fisicamente para simular a operação de células a combustível para estudantes e engenheiros. O presente artigo apresenta um exemplo do desenvolvimento de um modelo genérico e seu uso em uma célula a combustível comercial de 1000W.

Palavras-chave: Célula a Combustível. PEM. Esquema Elétrico. PROTEUS.

Abstract: The world is undergoing an unprecedented technological advance with the ever-increasing demand for renewable energy that does not harm the environment on a global scale. Thus, the production of energy from fuel cells is a great alternative for future generations, because it is a "clean", non-polluting energy. The fuel cell is becoming an alternative because it is an electrochemical device where the conversion of chemical energy into electrical energy occurs without any emission of polluting gases. Fuel cells are used in different industries, such as automotive and cogeneration in hospitals and industries. This work has the purpose of modeling the fuel cell of the PEM type (polymeric cell membranes) electrically, that is, an electric circuit scheme developed in the simulation software Proteus presents $I \times V$ (voltage-current) and $P \times I$ (power-current) curves very similar to the commercial model, thus making simulated fuel cell behavior very similar to the real one. The use of a such model is very beneficial for power electronics engineers who in many cases have the task of designing power converters working in conjunction with fuel cells for different load conditions. The modeling is based on the use of conventional electronic components easily found in simulation software and in the market. The model developed in the present article can be used for both hydrogen and bio-fuels fuel cells such as ethanol, since both operate in a similar way and have similar curves. The model can also be physically built to simulate fuel cell operation for students and engineers. The present article presents an example of the development of a generic model and its use in a commercial 1000W fuel cell.

Keywords: Fuel cell. PEMFC. Electric schematic. PROTEUS.

Introdução

O conceito de um novo equipamento energético chamado célula a combustível começa a despertar um interesse cada vez maior na população em geral, deixando de ser um tema restrito à comunidade técnico-científica e empresarial. Este conceito vem sempre associado à crescente preocupação de preservação ambiental, a automóveis elétricos não poluidores e à geração distribuída de energia com maior eficiência. Sendo assim, a produção de energia a partir das células a combustível se apresenta como uma grande alternativa para as gerações futuras, por se tratar de uma energia “limpa”, não poluidora. A célula a combustível vem se tornando mais uma alternativa, pois se trata de um dispositivo eletroquímico onde ocorre a conversão de energia química em energia elétrica, sem qualquer emissão de gases poluentes.

Células a combustível são, em princípio, baterias, ou seja, conversores diretos de energia química em elétrica e térmica, de funcionamento contínuo (diferentemente das pilhas comuns), que produzem corrente contínua pela combustão eletroquímica a frio de um combustível, geralmente hidrogênio, (De Lima et al., 2003). As células a combustível são utilizadas em diferentes setores, tais como o automobilístico e cogeração em hospitais e indústrias. Na maioria das aplicações estacionárias e móveis (como em geradores ou em automóveis), as células a combustível são utilizadas em conjunto com outros conversores de condicionamento de energia (baterias) e um modelo de circuito seria benéfico, especialmente para os engenheiros de eletrônica de potência que, em muitos casos, têm a tarefa de projetar conversores de potência trabalhando conjuntamente com células de combustível para diferentes condições de carga (Ramos-Paja, Carlos Andrés et al, 2009). Na última década, um grande número de estudos foi realizado para melhorar o desempenho da célula a combustível PEM (membrana de troca protônica), de modo que possa atingir uma penetração significativa no mercado (Tao et al, 2006).

Uma célula a combustível é constituída por dois eletrodos, um ânodo e um cátodo, e uma membrana de eletrólito que é inserida entre eles. O Cátodo é o eletrodo negativo, isto é, ligado ao pólo negativo da célula a combustível. Nele ocorre sempre uma reação de redução química e o ânodo é o eletrodo positivo, isto é, ligado ao pólo positivo da célula a combustível. Nele sempre ocorre uma reação de oxidação (Sommer, Elise Meister, 2013). Uma célula a combustível produz cerca de 0,7 volts em seus terminais. Para obter maior tensão, é necessário que várias células sejam conectadas em série. As células a combustível do tipo PEMFC (célula a combustível do tipo membrana de troca protônica) à hidrogênio utilizam hidrogênio pressurizado e oxigênio como combustível para produzir eletricidade. O hidrogênio no lado do ânodo será dissociado em prótons e elétrons. As células a biocombustível, como por exemplo o Etanol, do qual o Brasil é grande produtor, são uma proposta alternativa da qual já existem protótipos que aplicam esta tecnologia a muitos dispositivos (Munoz, 2014).

O presente artigo se propõe a desenvolver um modelo equivalente de uma célula a combustível usando componentes eletrônicos conhecidos, de maneira a facilitar a simulação do comportamento elétrico de uma célula a combustível.

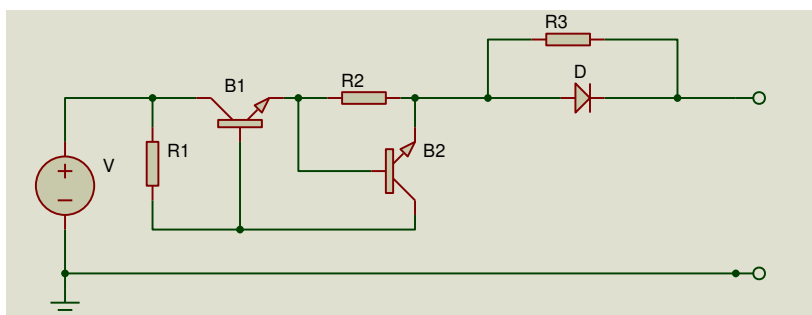
Materiais e Métodos

Este trabalho foi realizado com o auxílio de um software de simulação elétrica chamado *Proteus*, onde foi-se utilizada a *versão 8* mas podendo ser substituído tanto por outras versões quanto por outros softwares de simulação elétrica equivalentes. Pode-se também reproduzir este trabalho em bancada por meios práticos utilizando os mesmos componentes que foram utilizados no esquema elétrico (Figura 1), onde uma vez simulados virtualmente trarão resultados semelhantes em meios práticos. Esse modelo de circuito eletrônico atende tanto células a combustível a hidrogênio e a etanol.

Desenvolvimento do Modelo

Existem muitas abordagens para a modelagem de células a combustível. Neste estudo, o modelo desenvolvido (Dachuan Yu, 2005) e mostrado na Figura 1 é adotado para modelar as características terminais típicas de células a combustível. As células a combustível operam em três regiões diferentes associadas com diferentes perdas, conhecidas como polarização de ativação, polarização ôhmica e polarização de concentração, dependendo da magnitude do fluxo de corrente drenado da célula, tal como mostrado na Figura 2. Sendo assim, o modelo “imita” diferentes regiões de operação da célula a combustível através da utilização de não linearidades presentes nos transistores de modelo TBJ ou MOSFETS. O diodo no modelo é utilizado para representar tanto a região de ativação quanto das perdas ôhmicas na célula, e dois transistores TBJ ou MOSFETS são utilizados para modelar as perdas de concentração. Além disso, o circuito equivalente também pode ser modelado para incluir a natureza dinâmica da célula, usando um capacitor e um indutor.

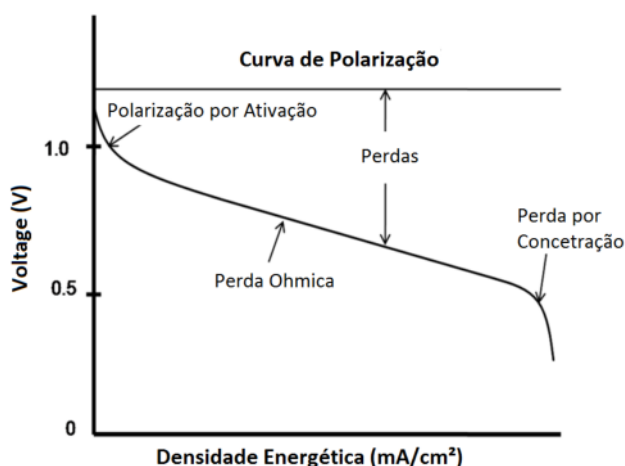
Figura 1 – Modelo equivalente elétrico de uma célula a combustível.



O diodo D no circuito é usado para modelar a ativação na célula a combustível. A célula a combustível é caracterizada por uma perda de ativação devido à lenta resposta eletroquímica nos eletrodos da célula e devido ao fluxo de corrente. Na simulação, o potencial de junção do diodo V_j proporciona um efeito semelhante ao da barreira ao fluxo de corrente da célula a combustível. Além disso, a resistência R3 em paralelo com o diodo D no modelo é utilizada

para modelar as perdas ôhmicas da célula a combustível, que se adicionam às perdas de ativação da célula. Na simulação as perdas de ativação são visíveis mesmo se o diodo não estiver incluído no circuito equivalente; contudo incluindo o diodo D e o resistor R3 no circuito as perdas de ativação são aumentadas significativamente.

Figura 2 – Curva característica de uma célula a combustível mostrando as diferentes regiões de operação.



As perdas de concentração em células a combustível que ocorrem devido à falta de combustível e oxidante de entrada em resposta à taxa de utilização, é modelada utilizando um circuito de limitação de corrente constituído por dois transistores TBJ B1 e B2, e das resistências R1 e R2. O resistor R2 atua como sensor de corrente, o que limita a corrente através do transistor B2. Assim que a corrente excede um limite definido através da resistência R2, B2 passa a conduzir.

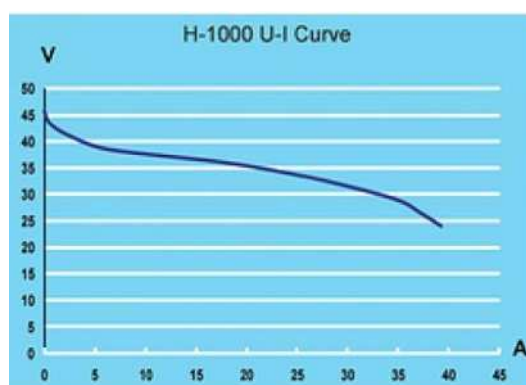
R2 como sensor de corrente controla o ponto em que a concentração da polarização começa e R1 representa a inclinação ou a taxa de variação da tensão da região de perda de concentração.

Isto por sua vez diminui a tensão de base de B1 levando a uma diminuição da tensão do emissor B2 exponencialmente (Dachuan Yu, Yuvarajan, 2005)

Resultados De Simulação Da Célula a Combustível Escolhida

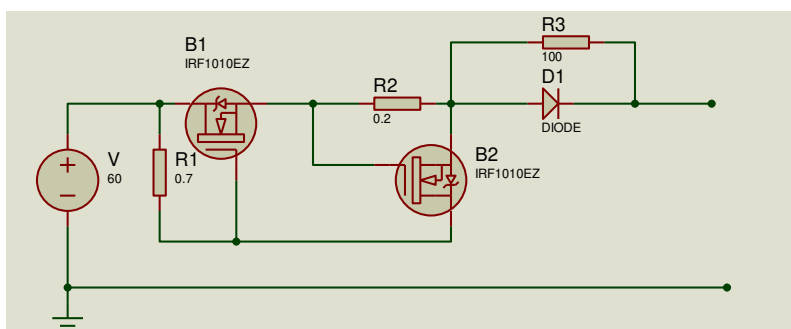
A célula a combustível escolhida para ser modelada no presente artigo é a **Horizon H-1000 PEM** de 1000W que possui a curva característica $I \times V$ mostrada na Figura 3. Tal modelo foi escolhido com a análise de suas características e sua faixa de possíveis aplicações.

Figura 3 – Curva característica da célula a combustível modelo **Horizon H-1000 PEM**.



O Circuito ajustado obtido que mais se aproximou do comportamento da célula original está mostrado abaixo na Figura 4.

Figura 4 – Modelo ajustado equiparável ao comportamento da **Horizon H-1000 PEM**.



Nela foram utilizados transistores do tipo MOSFET e com corrente nominal próxima às da célula a combustível. Através de métodos empíricos conseguiu-se chegar aos valores dos resistores, que também estão presentes na Figura 4, sendo $R1=0.7 \, \Omega$, $R2=0.2 \, \Omega$ e $R3=100 \, \Omega$.

As curvas obtidas ajustando o circuito, quando comparadas à original são mostradas na Figura 5 e na Figura 6.

Figura 5 – Curva característica I x V da célula a combustível modelo **Horizon H-1000 PEM** comparada ao modelo ajustado.

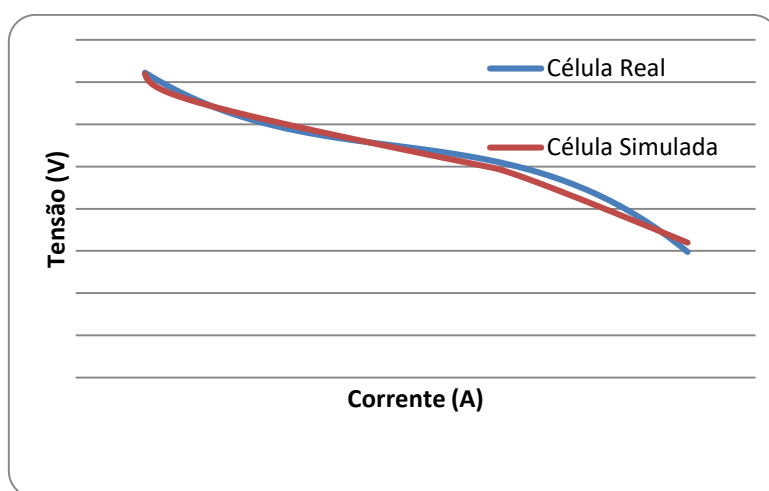
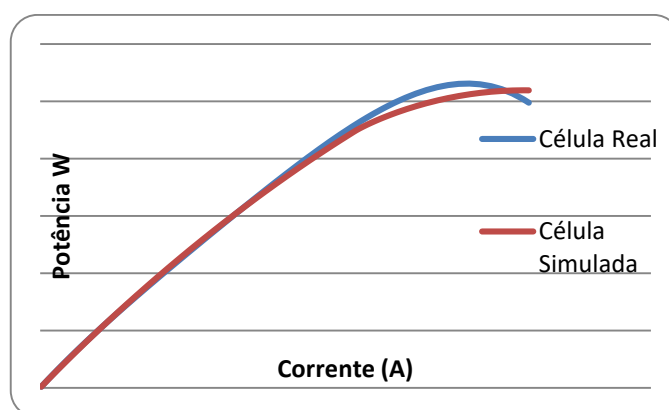


Figura 6 – Curva característica P x I da célula a combustível modelo **Horizon H-1000 PEM** comparada ao modelo ajustado.



O fator de correlação (R^2) entre as curvas foi de $R^2=0,9935$ para a curva I x V (Corrente - Tensão) e de $R^2=0,9992$ para a curva P x I (Potência –

Corrente), onde quanto mais próximo a correlação estiver de 1 melhor será a paridade.

Conclusão

O modelo mostrou-se muito preciso e satisfatório, alcançando-se valores altos de correlação (R^2) entre as curvas modeladas e reais, mostrando que o modelo está apto para realização de simulações que obtenham valores muito próximos aos reais e de grande confiabilidade. Os componentes escolhidos para simular a célula real são simples e fáceis de se encontrar no mercado, tal como fonte de tensão contínua (Vdc), dois transistores do tipo MOSFET, três resistores e um diodo. Foram escolhidos tais componentes por terem um comportamento elétrico desejado quando empregados da forma mostrada na figura 4.

Referências

- Dachuan Yu, S.Yuvarajan, "Electronic circuit model for proton exchange membrane fuel cells", **Journal of Power Sources**, 2005, Vol.142, pp.238-242.
- De Lima, R. B., et al. "On the electrocatalysis of ethylene glycol oxidation." **Electrochimica Acta** 49.1 (2003): 85-91.
- Munoz, Gala Rosales, Jaime Soares Boaventura, and Janice Izabel Druzian. "AVANÇOS DOS BIOCATALISADORES USADOS EM CÉLULAS A BIOCOMBUSTÍVEL." **Cadernos de Prospecção** 6.3 (2014): 393.
- Ramos-Paja, Carlos Andrés, et al. "Minimum fuel consumption strategy for PEM fuel cells." **IEEE transactions on industrial electronics** 56.3 (2009): 685-696.
- Sommer, Elise Meister. "**Modelagem, simulação e otimização de células de combustível de membrana alcalina.**" (2013).
- Tao, W. Q., et al. "Parameter sensitivity examination and discussion of PEM fuel cell simulation model validation: Part I. Current status of modeling research and model development." **Journal of power sources** 160.1 (2006): 359-373.

DOSSIÊ**GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA
VIA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA COM
ARMAZENAMENTO NO CONTEXTO DO
MODELO TARIFÁRIO BRASILEIRO****DEMAND-SIDE MANAGEMENT VIA PHOTOVOLTAIC
GENERATION WITH STORAGE IN THE CONTEXT
OF THE BRAZILIAN TARIFF MODEL**

Lucas Furtado Rodrigues²⁴
Bruna Karla Soares do Carmo²⁵
Andresa Aparecida Lemes Gomes²⁶
Anderson Rodrigo de Queiroz²⁷
José Wanderley Marangon Lima²⁸
Paulo Fernando Ribeiro²⁹

Submissão: 01/07/2017

Revisão: 10/07/2017

Aceite: 01/03/2018

Resumo: Com o avanço da geração de energia elétrica produzida junto ao consumo de carga, aliado com o cenário atual de tarifação de energia no Brasil, este trabalho apresenta o gerenciamento pelo lado da demanda (DSM) em uma microrrede, realizando estudos de comparação entre três modelos distintos aplicados no contexto da tarifa branca e no contexto da tarifa convencional. Observou-se uma economia considerável quando utilizada uma microrrede com DSM, sem provocar uma mudança de hábito do consumidor.

Palavras chave: Gerenciamento pelo lado da demanda. Geração fotovoltaica. Tarifa branca. Geração Distribuída.

Abstract: With the advance of electric power generation produced along with the load consumption, allied with the current energy charging scenario in Brazil, this work presents

²⁴ Engenheiro Eletricista. Professor no Instituto Federal de São Paulo - São José dos Campos e mestrando na Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI.
l.frodrigues@yahoo.com

²⁵ Engenheira Eletricista. Mestranda na Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI.
bruksoares@yahoo.com

²⁶ Engenheira Eletricista. Mestranda na Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI.
lemesandresa@hotmail.com

²⁷ Professor Doutor. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, United States. arqueiroz@ncsu.edu

²⁸ Professor Doutor. Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. marangon@unifei.edu.br

²⁹ Professor Doutor. Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. pfribeiro@unifei.edu.br

demand-side management (DSM) in a microgrid. Comparative studies are carried out between three different models applied in the context of the white and conventional tariffs structure. Significant savings are observed when using a microgrid with DSM without causing a consumer change of habit.

Keywords: Demand-Side Management. Photovoltaic generation. White tariff. Distributed generation.

Introdução

O rápido crescimento da energia renovável como forma de geração de eletricidade tem sido estimulado pela preocupação com o meio ambiente, maior diversidade no uso de fontes energéticas além da possibilidade de descentralização e pulverização da geração. Atualmente, a energia solar fotovoltaica (do inglês, Photovoltaic (PV)) é uma das tecnologias renováveis que mais cresce no mundo, devido a sua instalação simples, pequena área de instalação, podendo ou não estar conectada à rede, por esses motivos essa fonte tem sido popularizada amplamente (Hongxia; Yuqing; Deying, 2017). Dentro desse cenário tem-se a geração distribuída, que representa a geração pulverizada na rede de distribuição e de pequeno porte próxima ou junto ao consumo (INEE, [s.d.]).

De acordo com os dados do Banco de Informações Gerais da Agência Nacional de Energia Elétrica (BIG/ANEEL), no Brasil, dentre as unidades consumidoras com mini e micro geração distribuída, aproximadamente 98% é realizado pela geração PV. Ainda dentre estas unidades, cerca de 79% é da classe residencial e 15% da classe comercial (ANEEL, [s.d.]).

O setor residencial é responsável por 25% da parcela do consumo de todo o Sistema Interligado Nacional (SIN) (EPE, 2015) e ao mesmo tempo possui uma parcela considerável da geração PV (cerca de 79%). Desta maneira, este trabalho propõe a aplicação de um gerenciamento pelo lado da demanda (do inglês, Demand-Side Management (DSM)).

Alguns mecanismos de DSM são propostos através de um Sistema Inteligente de Controle da Energia Residencial (do inglês, Home Energy Management Systems (SHEMS)), tais como os propostos em (Asare-Bediako;

Ribeiro; Kling, 2012), (Vanouni; Lu, 2015), (Chen et al., 2011), (Kim; Lavrova, 2013) e outros, onde em suma, os equipamentos são agendados para funcionar em determinados horários com o objetivo de diminuir o consumo de energia nos horários de ponta.

O presente trabalho propõe a análise de um DSM, no contexto da tarifa branca, aplicado em uma microrrede residencial controlando a energia armazenada em uma bateria de um conjunto de geração PV. A demanda do consumidor não é alterada, porém com a inserção desse conjunto, o consumo líquido demandado da rede é minimizado além de ter o seu pico deslocado, diminuindo a demanda da rede sem alterar a rotina do consumidor.

Tarifa de energia

No Brasil, a tarifa de energia elétrica é classificada em dois grupos de consumidores: grupo A e grupo B. As tarifas do grupo A são para os consumidores atendidos pela rede de alta tensão que varia de 2,3kV a 230kV, sendo ainda divididas em três categorias: convencional, horo-sazonal azul e horo-sazonal verde. A tarifa convencional é determinada pelo consumo de energia e a demanda de potência, independentemente das horas de utilização, do dia e do período do ano. Já para as tarifas horo-sazonais, o valor é calculado levando em consideração o horário de utilização, o dia e o período do ano (PROCEL/ELETROBRAS, 2011).

As tarifas do grupo B são para unidades consumidoras com tensão abaixo de 2,3 kV. Nesse caso, as tarifas são cobradas considerando apenas o consumo de energia em reais por megawatt-hora (PROCEL/ELETROBRAS, 2011). Porém, em janeiro de 2018 irá entrar em vigor uma modalidade de tarifa horária para esta classe de tensão, ou seja, a Tarifa Branca (ANEEL, [s.d.]).

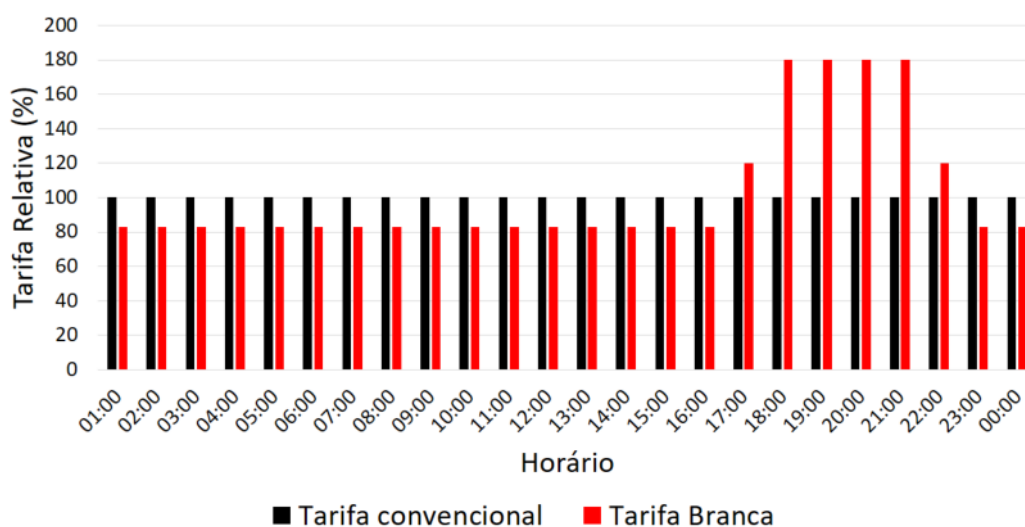
Tarifa branca

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) divulgou em agosto de 2016 que a partir de 2018 todas as distribuidoras do país deverão atender aos pedidos de adesão à tarifa branca para consumidores com média mensal superior a 500kWh, a partir de 2019 para unidades com consumo médio maior que 250 kWh/mês e a partir de 2020 para qualquer consumidor de baixa tensão. Fica excluído aqueles consumidores classificados como baixa renda, beneficiário de desconto, e a iluminação pública.

Na tarifa branca, o valor da tarifa está diretamente relacionado com o horário de utilização da rede. Sendo composta pelo horário de ponta, fora de ponta e intermediário (ANEEL, [s.d.]). A Figura 1 apresenta o gráfico comparativo da tarifa convencional com a tarifa branca.

Tal tarifa não obriga o consumidor a economizar energia ou alterar o seu perfil de consumo, ela induz, através do preço, o consumidor a gerenciar a própria energia utilizada. Esse gerenciamento pode ser por meio de uma mudança de hábito, escolhendo os horários de utilização dos aparelhos (carga), por diminuição do consumo ou outras formas como a possibilidade de geração própria caracterizando os “prossumidores”. O conceito de gerenciamento pelo lado da demanda torna-se mais amplo com a geração distribuída.

Figura 1 - Comparação entre a tarifa branca e a tarifa convencional



Fonte: Próprio autor

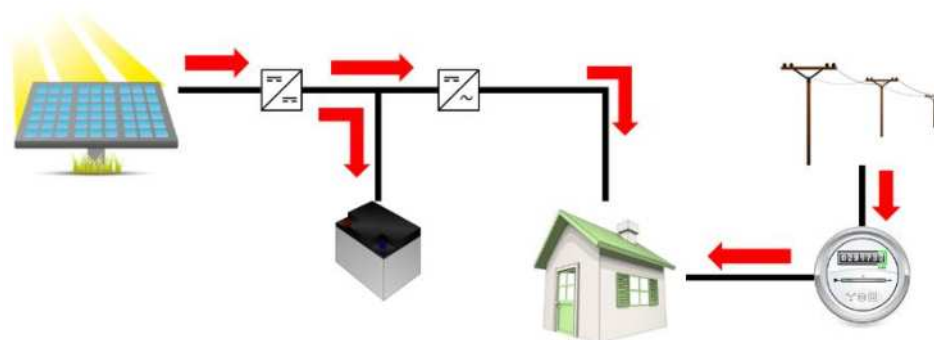
Microrredes

Segundo o Departamento de Energia dos EUA (U.S. Department of Energy, [s.d.]), uma microrrede é um sistema de geração localizado, o qual pode operar conectado ou desconectado da rede tradicional (sistema de distribuição) e operar de forma autônoma.

Neste contexto, uma residência que possui um sistema de geração distribuída PV, associado a um banco de baterias, pode ser considerada uma microrrede. A Figura 2 apresenta um esquema de uma microrrede residencial.

Esse sistema, sem um gerenciamento da energia, gera através dos painéis PV e a energia gerada é utilizada para atender a demanda de consumo. Caso a energia gerada seja maior que a demanda, o excesso é armazenado em um banco de baterias para uma utilização posterior, quando o sistema PV não é capaz de suprir toda a demanda. Porém a utilização da energia da bateria pode ser gerenciada e otimizada, afim de diminuir o custo da conta de energia, ou seja, diminuir a energia consumida da concessionária.

Figura 2 – Esquema de uma microrrede residencial



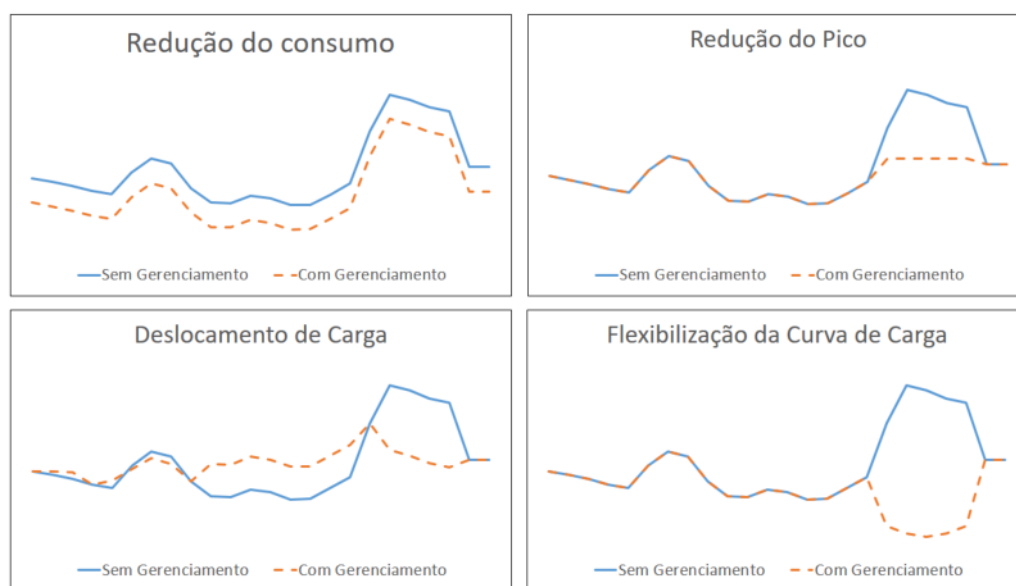
Fonte: Próprio autor

O DSM é o planejamento, a implementação e o monitoramento de atividades designadas para influenciar o consumo de energia, com o propósito de provocar uma mudança na curva de carga da concessionária de energia elétrica (Gellings, 1985).

As técnicas de DSM são de forma a provocar uma mudança na curva de carga (Gellings, 1985), sendo elas: a redução do pico, o preenchimento dos

vales, o deslocamento de carga, a redução estratégica do consumo, o aumento estratégico do consumo e a flexibilização da curva de carga. A Figura 3, apresenta algumas técnicas de DSM.

Figura 3 – Estratégias para DSM



Fonte: Próprio autor

Pode-se observar que as estratégias podem ser utilizadas isoladamente ou em conjuntos de uma ou mais estratégias. Neste presente trabalho, as estratégias adotadas são através de métodos de otimização que realizam o DSM com a finalidade de diminuir os custos relativos ao consumo de energia da concessionária.

É importante observar que a inclusão de geração em uma unidade de consumo muda o conceito tradicional de DSM e coloca um novo ente que é a geração própria alterando a configuração do consumo de energia.

Modelo de otimização

A partir do esquema apresentado na Figura 2, pode-se observar que uma parte da energia consumida pela residência provém da concessionária de

distribuição e outra parte da energia provém do conjunto placa PV e bateria. O objetivo é otimizar o uso da energia provinda da geração PV, ou seja, é minimizar a energia consumida da concessionária de distribuição.

O custo com a energia consumida no período de um dia, discretizado em intervalos de 1 hora, é dado pelo somatório do produto entre a energia consumida da concessionária (Ec_t) e a tarifa no instante t (α_t). Dessa maneira:

$$\sum_{t=1}^T Ec_t \cdot \alpha_t \quad (1)$$

onde, T é o horizonte de otimização, para este caso $T=24$ horas.

Pela lei da conservação de energia do sistema apresentado na Figura 2, tem-se que a demanda de energia da residência é dada pela soma da energia consumida da concessionária (Ec_t) com a energia utilizada do sistema local (Eu_t), sendo o sistema local composto pela geração PV e pela bateria. Matematicamente, tem-se:

$$D_t = Ec_t + Eu_t \quad (2)$$

Ainda pela lei da conservação de energia, a energia da bateria instante t (Eb_t) é dada pela energia da bateria no instante anterior (Eb_{t-1}) somada à sobra de energia, que é dada pela energia da geração PV (Epv_t) menos a energia utilizada do sistema (Eu_t), desta maneira

$$Eb_t = Eb_{t-1} + (Epv_t - Eu_t) \quad (3)$$

Por razões físicas e construtivas, a energia da geração PV e a energia da bateria, possuem limitações. Portanto, estas devem estar entre um valor máximo operativo e um valor mínimo operativo.

$$Epv_{min} \leq Epv_t \leq Epv_{max} \quad (4)$$

$$Eb_{min} \leq Eb_t \leq Eb_{max} \quad (5)$$

O objetivo do problema é maximizar o uso da energia PV, ou seja, é minimizar o custo gasto com energia elétrica, por consequência, faz-se uma otimização do uso da energia consumida da concessionária.

Em problemas de otimização linear, ou programação linear, tem-se como função objetivo encontrar valores ótimos de variáveis de decisão para maximizar ou minimizar uma função objetivo linear, sujeito a um conjunto de restrições lineares de igualdade e/ou desigualdade (Belfiore; Fávero, 2013). Dessa forma, o problema descrito pelas equações (1), (2), (3), (4) e (5), pode ser representado como um modelo de otimização linear.

$$\begin{aligned} \min \sum_{t=1}^T Ec_t \cdot \alpha_t \\ \text{Sujeito a:} \\ D_t = Ec_t + Eu_t \\ Eb_t = Eb_{t-1} + (Epv_t - Eu_t) \\ Epv_{\min} \leq Epv_t \leq Epv_{\max} \\ Eb_{\min} \leq Eb_t \leq Eb_{\max} \end{aligned}$$

Simulação

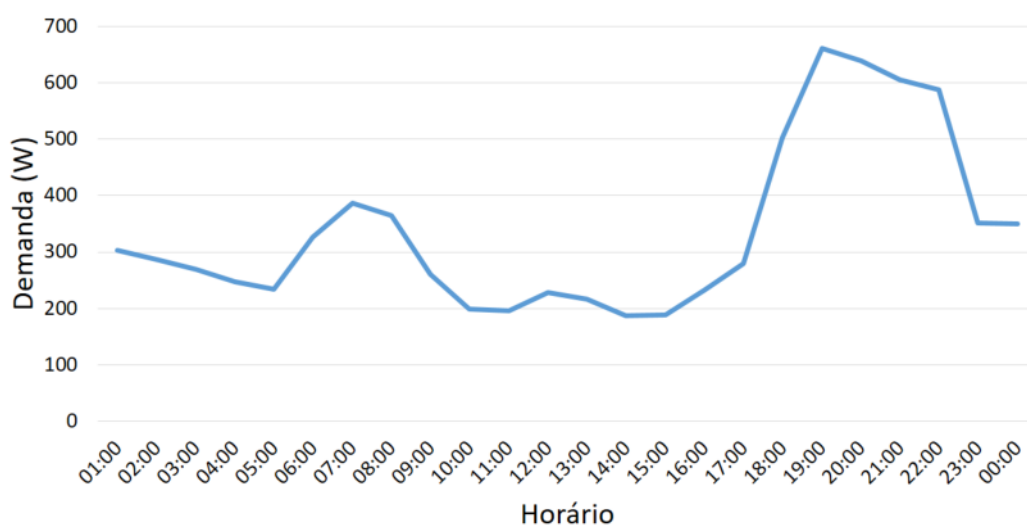
Para se realizar a simulação, foi utilizado um algoritmo computacional desenvolvido no programa *Matlab* que soluciona o problema de otimização de acordo com os dados fornecidos.

Nesta simulação, foi considerado a tarifa branca e a tarifa convencional, conforme discutido nas seções anteriores. Para a demanda diária de energia, foi utilizada uma demanda média no Brasil (PROCEL/ELETROBRAS, [s.d.]), apresentada na Figura 4.

A geração PV foi considerada com base em dados históricos para um sistema de geração localizado na cidade de Itajubá - MG com uma potência instalada de 1kWp e com uma representação aproximada de perdas elétricas na faixa de 10%. Para fins de simulação, foram utilizados os dados relativos ao mês de julho/2014. Os outros meses não foram considerados para simulação, porém este fato não é prejudicial para os resultados, pois como pode ser

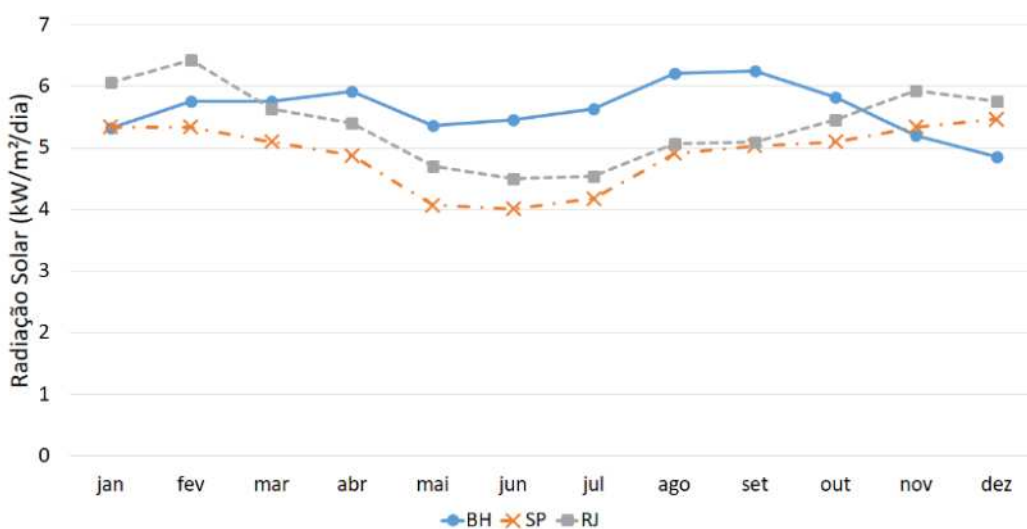
observado na Figura 5 a radiação solar média ao longo do ano, para o estado de Minas Gerais, sofre pouca variação.

Figura 4 – Curva de demanda diária média no Brasil



Fonte: Próprio autor

Figura 5 – Radiação solar anual média



Fonte: Próprio autor

A bateria tem uma diminuição da sua vida útil caso ocorra descargas profundas, e conseqüentemente um aumento no custo do sistema devido a manutenção (PEREZ, 2015). Para evitar tais descargas, foi considerado na restrição representada pela equação (5) do modelo matemático que a carga mínima da bateria ($E_{b_{min}}$) seja 50% da sua carga nominal. A bateria utilizada na simulação possui uma capacidade de 3,6kWh.

Para cada um dos casos que foi simulado, realizou-se uma comparação para três sistemas distintos:

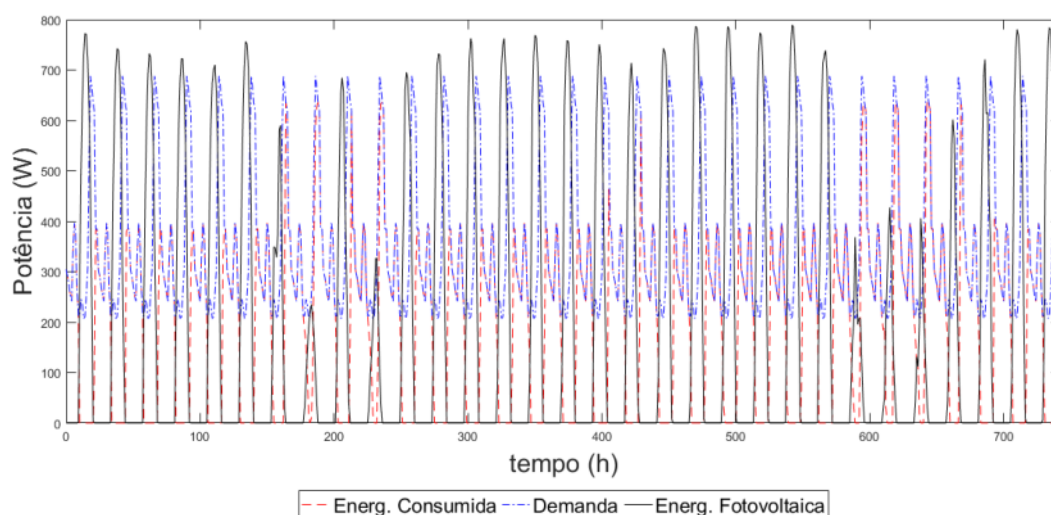
- Sistema com geração PV, com bateria para armazenamento da energia e com um gerenciamento da energia na bateria. Tal sistema é denominado neste trabalho de sistema com armazenamento;
- Sistema com geração PV, porém sem bateria e portanto sem DSM na demanda da instalação para a rede da concessionária, denominado neste trabalho de sistema sem armazenamento;
- Sistema sem a geração PV, denominado neste trabalho de sistema sem PV.

Resultados

Caso 01 - simulação mensal com a "tarifa branca"

Com base nos dados históricos para o mês de julho do ano de 2014, foi realizada a simulação utilizando o sistema de tarifação "tarifa branca". Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Caso 01: Curvas de consumo, demanda e geração PV

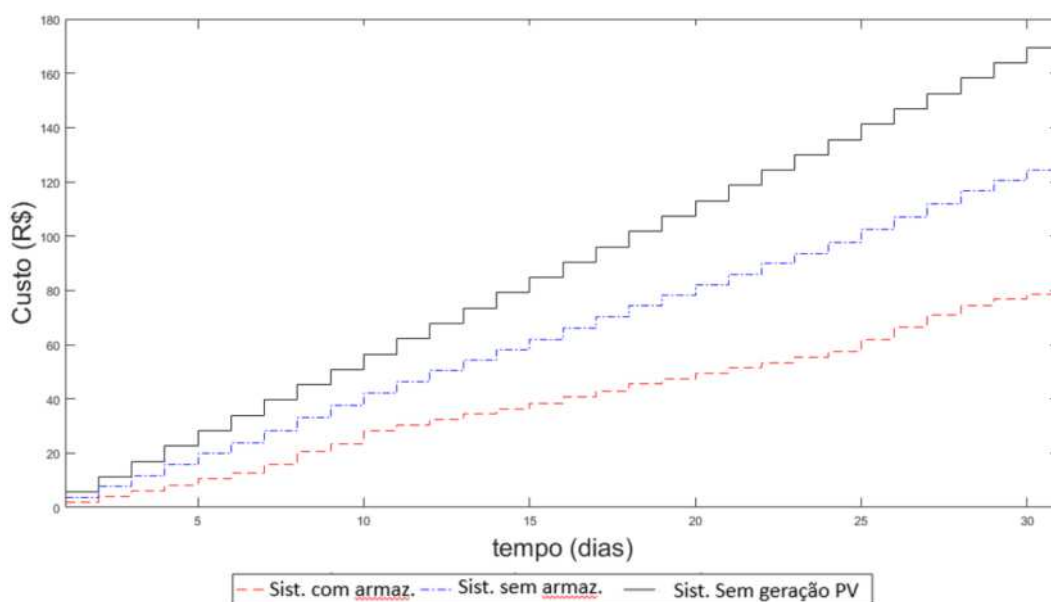


Fonte: Próprio autor

A Figura 6 apresenta a curva de consumo, demanda e geração PV para o mês de Julho/2014. A geração PV apresenta uma variação em alguns dias do mês, mas de uma forma geral manteve-se próxima do seu máximo de geração.

A Figura 7 apresenta o custo acumulado ao longo do mês, comparando-se os três tipos de sistema citados na simulação.

Figura 7 - Caso 01: Custo acumulado em 30 dias



Fonte: Próprio autor

Na Figura 7, pode-se observar que um sistema com armazenamento possui uma economia considerável em relação ao sistema sem armazenamento e também em relação ao sistema sem a geração PV. A Tabela 1 apresenta os valores desses custos ao final do mês.

Tabela 1 – Custo mensal com tarifa branca

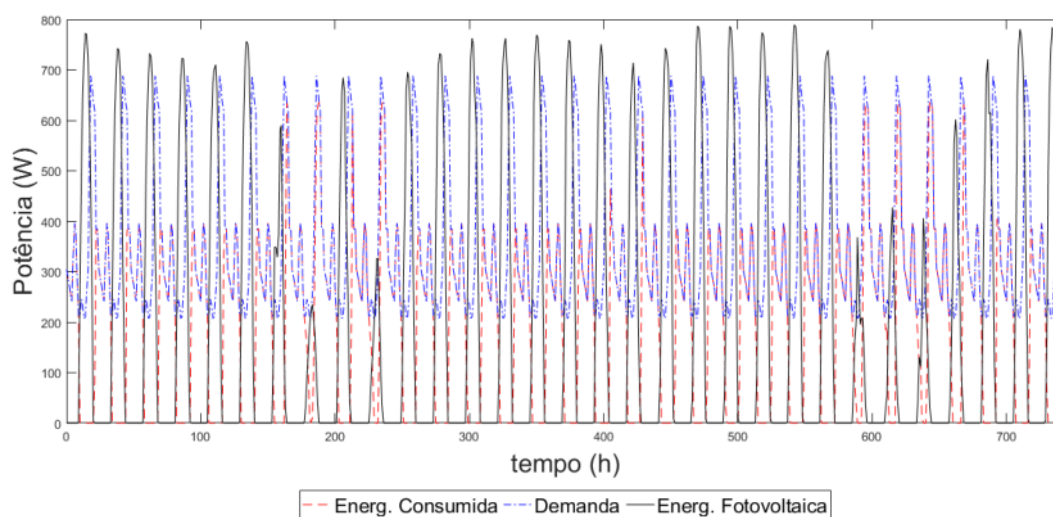
	Sistema com armazenamento	Sistema sem armazenamento	Sistema sem geração PV
Custo (R\$)	80,62	128,27	175,15

Pode-se observar que o custo relativo ao consumo de energia na microrrede com armazenamento é cerca de 62,85% do custo da energia na microrrede sem armazenamento e cerca de 46,03% do custo na microrrede sem a geração PV.

Caso 02 - simulação mensal com a tarifa convencional

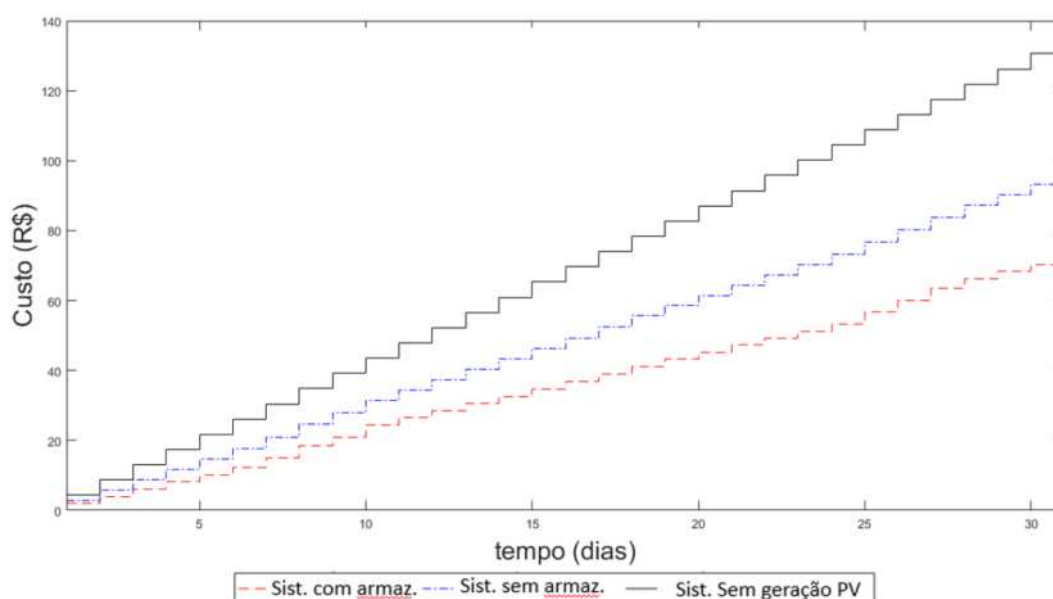
Com base nos dados históricos para o mês de julho do ano de 2014, foi realizado a simulação utilizando o sistema de tarifação convencional. Os resultados obtidos são apresentados pelas Figuras 8 e 9. A Tabela 2 apresenta os valores desses custos ao final do mês.

Figura 8 - Caso 02: Curvas de consumo, demanda e geração PV



Fonte: Próprio autor

Figura 9 - Caso 02: Custo acumulado em 30 dias



Fonte: Próprio autor

Tabela 2 – Custo mensal com tarifa convencional

	Sistema com armazenamento	Sistema sem armazenamento	Sistema sem geração PV
Custo (R\$)	72,34	96,12	134,94

Como pode-se observar, o custo relativo ao consumo de energia na microrrede com armazenamento é cerca de 75,26% do custo da energia na microrrede sem armazenamento e cerca de 53,61% do custo na microrrede sem a geração PV.

Análise financeira

Para realizar uma análise financeira do sistema PV proposto nesse trabalho, foi considerado que o tempo de vida útil deste sistema é de 25 anos, porém sabe-se que a vida útil da bateria e do inversor de frequência é de 5 e 10 anos, respectivamente. Para a análise ser a mais coerente possível, foi considerado um fator de proporção de vida útil para a bateria e inversor de frequência, tal fator foi multiplicado seu valor unitário, ou seja, para o horizonte de 5 anos foi considerado a utilização de 5 baterias 2,5 inversores de frequência.

Considerando o fator de proporção da vida útil de cada equipamento, fez-se um levantamento de custo para um sistema com potência de 1kWp,

bateria, controlador de carga e inversor, obtendo um valor de R\$ 17.171,00. Para o sistema sem armazenamento, a bateria foi retirada dos cálculos e obteve-se um valor de R\$ 10.226,00.

Das Tabelas 1 e 2, pode-se determinar as diferenças de valores entre todos os sistemas e tarifas. As Figuras 10 e 11 apresentam os gráficos com os valores mensais em reais dos sistemas e tarifas, onde um valor positivo significa que o sistema e tarifa é mais econômico quando comparado a outro sistema e tarifa.

Nestes gráficos, a sigla TB representa a tarifa branca e a sigla TC a tarifa convencional. Já as siglas 1, 2 e 3 que sucedem as siglas TB ou TC, representam os sistemas utilizados na comparação, onde o sistema 1 se refere ao sistema com armazenamento, o sistema 2 ao sistema sem armazenamento e o sistema 3 ao sistema sem geração PV.

Como apresentado nas Figuras 10 e 11, somente em seis comparações a tarifa branca é vantajosa para ambos os cenários.

Para realizar uma análise de viabilidade econômica, foi considerado um cenário de partida onde o consumidor não possui geração PV e utiliza a tarifa convencional. A partir daí, o consumidor pode escolher 4 cenários:

- 1) Instalar o sistema com armazenamento e optar pela tarifa branca;
- 2) Instalar o sistema sem armazenamento e optar pela tarifa branca;
- 3) Instalar o sistema com armazenamento e optar pela tarifa convencional;
- 4) Instalar o sistema sem armazenamento e optar pela tarifa convencional.

Para o cálculo do fluxo de caixa, considerou-se no ano zero o investimento realizado para a instalação dos respectivos sistemas e nos anos seguintes foi acrescentado os valores anuais economizados com energia elétrica. Tais valores foram corrigidos anualmente pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA) anual médio dos últimos 8 anos. A partir dessa análise,

obteve-se os seguintes tempos de retorno do investimento do projeto, apresentados na Tabela 3.

Figura 10 – Gráfico dos sistemas com tarifa branca comparada à outros sistemas e tarifas

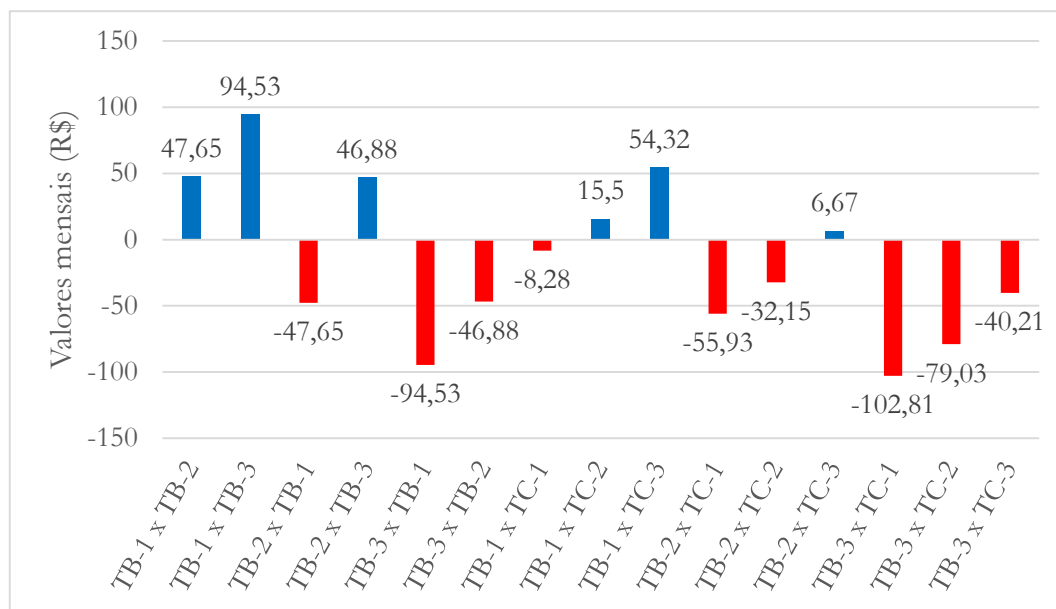


Figura 11 – Gráfico dos sistemas com tarifa convencional comparada à outros sistemas e tarifas

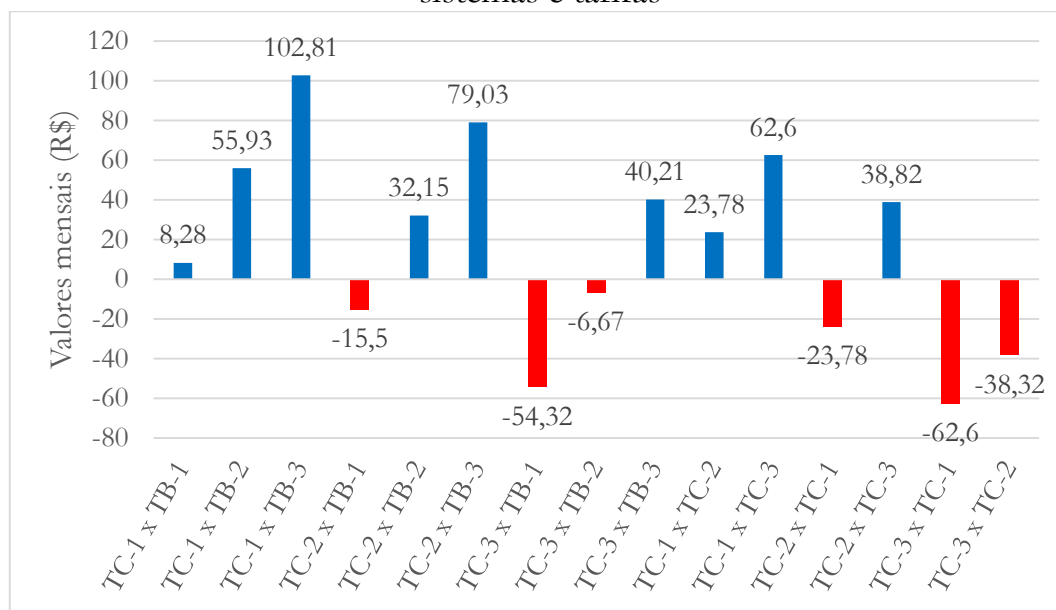


Tabela 3 – tempo de retorno do investimento de cada sistema em relação ao sistema sem geração PV e om a tarifa convencional

	Sistema com armazenamento e tarifa branca	Sistema sem armazenamento e tarifa branca	Sistema com armazenamento e tarifa convencional	Sistema sem armazenamento e tarifa convencional
Tempo de retorno (anos)	16	36	15	15

Da Tabela 3, pode-se observar que se o consumidor optar pelo sistema sem armazenamento e com a tarifa branca, ao final dos 25 anos, o valor investido não será recuperado.

Conclusões

O presente artigo mostrou o estudo do DSM utilizando uma bateria como forma de deslocar o consumo a fim de reduzir o custo mensal de aquisição de energia da concessionária sem provocar uma mudança na rotina do consumidor. Foram comparados os custos e o consumo de energia no mês para dois sistemas de tarifação distintos: uma tarifa “flat” e outra com três postos tarifários. Além disto foram consideradas três configurações de microrrede residencial: com PV e com armazenamento; com PV e sem armazenamento; e, sem PV.

Para ambos os casos com PV, a microrrede com armazenamento mostrou-se obter uma economia considerável em relação às outras configurações.

Com a utilização do sistema com armazenamento apresentado no trabalho, a utilização da tarifa branca não apresentou ser vantajosa, porém esse sistema aliado a uma mudança de hábito, a curva de carga tende a se deslocar mais e conseqüentemente há um aumento no valor economizado.

O estudo de viabilidade econômica e financeira demonstrou que a instalação de um sistema PV, com e sem armazenamento de energia e utilizando a tarifa convencional, possui um tempo de retorno de investimento de 15 anos, enquanto o a instalação de um sistema PV com armazenamento de energia e utilizando a tarifa branca possui um tempo de retorno de investimento de 16

anos. Apenas o sistema PV sem armazenamento de energia e com tarifa branca, não possui um retorno financeiro do investimento, pois a vida útil do sistema é de 25 anos.

Apesar dos tempos de retorno de investimento serem altos, esses números tendem a diminuir, pois com o avanço da tecnologia e com a popularização da utilização de sistemas PV, o preço de instalação tende a diminuir nos próximos anos (Messenger; Abtahi, 2017).

Se o consumidor apresentar uma curva de carga muito diferente da apresentada neste trabalho, um novo estudo de viabilidade econômica deve ser realizado a fim de verificar qual sistema e tarifa são mais adequados a este consumidor. A mesma coisa irá ocorrer para consumidores de regiões diferentes, pois diferentes regiões são atendidas por diferentes concessionárias de distribuição e consequentemente as tarifas podem ser diferentes.

Para trabalhos futuros, sugere-se uma análise financeira mais profunda e detalhada, considerando o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Referências

- ANEEL. **Banco de Informações de Geração: BIG**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp>>. Acesso em: 2 nov. 2016a.
- ANEEL. **Tarifa Branca**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em: 7 nov. 2016b.
- ASARE-BEDIAKO, B.; RIBEIRO, P. F.; KLING, W. L. Integrated energy optimization with smart home energy management systems. **3rd Innovative Smart Grid Tech. Europe**, 2012.
- BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- CHEN, C. et al. Smart energy management system for optimal microgrid economic operation. **IET Renewable Power Generation**, v. 5, n. 3, p. 258, 2011.
- EPE. **Estimativa da capacidade instalada de geração distribuída no SIN: Aplicações no horário de ponta**. p. 25, 2015.
- GELLINGS, C. W. The concept of demand-side management for electric utilities. **Proceedings of the IEEE**, v. 73, n. 10, p. 1468–1470, 1985.

Hongxia, Z.; Yuqing, T.; Deying, C. Application of solar photovoltaic generation in the world. **MATEC Web Conference**, v. 108, 2017.

INEE. **O que é geração distribuída**. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp>. Acesso em: 2 nov. 2016.

KIM, B.; LAVROVA, O. Two hierarchy (home and local) smart grid optimization by using demand response scheduling. **Innovative Smart Grid Technologies Latin America**, 2013.

PEREZ, F. **Inserção e Controle de Armazenadores de Energia em Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

PROCEL/ELETRÓBRAS. **Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/Sinpha/Home.asp>>.

PROCEL/ELETRÓBRAS. **Manual de Tarificação da Energia Elétrica**. p. 56, 2011.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **The Role of Microgrids in Helping to Advance the Nation's Energy System**. 2016.

VANOUNI, M.; LU, N. Improving the centralized control of thermostatically controlled appliances by obtaining the right information. **IEEE Transactions on Smart Grid**, v. 6, n. 2, p. 946–948, 2015.

TEMA LIVRE

**ANÁLISE NUMÉRICA UTILIZANDO O
MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS PARA
RADIER EM CONCRETO ARMADO****NUMERICAL ANALYSIS USING THE FINITE
ELEMENT METHOD TO SHALLOW REINFORCED
CONCRETE**

Cláudio Márcio Ribeiro³⁰
Prof. Dr. Thiago Bomjardim³¹
Prof. Dr. Romero César Gomes³

Submissão: 30/10/2017

Revisão: 21/11/2017

Aceite: 11/12/2017

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso para uma solução em fundação do tipo radier, demonstrando ser uma solução competitiva e racional. Pretende-se apresentar as análises de otimização da geometria do radier, utilizando 3 tipos de solos com consideração dos efeitos da interação solo estrutura-ISE, propondo a geometria ideal para o cada tipo de maciço geotécnico. Utilizou-se para a análise um software comercial de Elementos Finitos. Como resultados obteve-se: deslocamento (recalque) na fundação, tensão resultante do solo e quantitativos de materiais.

Palavras chave: Radier. Análise numérica. Maciço geotécnico. Método dos Elementos Finitos

Abstract: “The objective of this article is to present a case study on a solution about the Slab Foundations, which could be competitive as well as realistic. This article pretends to demonstrate the slab foundation analysis and its geometry optimization, based on three kind of soils, considering the effect of Soil-Structure Interaction (SSI). Also, proposing an ideal geometry for each kind of these geotechnical works. For the analysis was utilized a software with the capability of the Finite Element Methods (FEM), which the results are, the soil tension, the foundation settlement and the material take-off.

Keywords: Raft Foundation, Numerical Analysis, Geotechnical Characters, Finite Element Methods (FEM)

³⁰ Mestrando em Engenharia Geotécnica. NUGEO/UFOP.
cmr7solucaoestrutural@gmail.com

³¹ Doutor em Engenharia Geotécnica. Professor Adjunto IV. PUC-MG. porto@pucminas.br

³ Doutor em Engenharia Geotécnica. UFOP. Professor Titular. romero@em.ufop.br

Introdução

A geotecnia tem diversas aplicações no ramo da engenharia, dentre elas, na área de fundações. O segmento de engenharia de fundações, ora abordado, vem se aprimorando e evoluindo nas últimas décadas, e a cada dia surgem inovações nas técnicas construtivas.

Sabe-se que os empreendimentos de engenharia vêm exigindo na área geotécnica, constante especialização dos profissionais de engenharia e arquitetura, objetivando o aprimoramento das técnicas de fundação a serem aplicadas nas novas construções. Neste sentido, soluções que garantam segurança, reduzam tempo da obra, dentre outras que otimizem a sua execução e proporcionem economia, são demandas atuais essenciais para o sucesso e consolidação de um empreendimento de construção, e para seus fins comerciais. De conseguinte, os processos construtivos e as gestões dos projetos geotécnicos, exigem dos engenheiros de fundações conhecimentos aprofundados nas áreas de mecânica dos solos e rocha, e também de geologia de engenharia.

Portanto, gerar soluções inovadoras e economicamente viáveis dentro deste campo da engenharia, resulta em desafios a serem superados nesta área específica.

Sob tais aspectos, os projetos de fundações são desenvolvidos considerando dois modelos consagrados mundialmente pela geotecnia, conforme especificados abaixo e já definidos pela NBR 6122/2010:

- Fundação rasa: sapatas, sapatas corridas, blocos e pequenos tubulões, radier;
- Fundação profunda: tubulões profundos, estacas (escavadas e cravadas).

Segundo a NBR 6122/2010, radier é o elemento de fundação superficial que abrange parte ou a totalidade dos pilares de uma estrutura, distribuindo-lhe os carregamentos.

Assim sendo, a utilização da solução em radier para fundação de edifícios torna-se cada vez mais necessária, diante do atual cenário econômico brasileiro. Rapidez e economia na execução são alguns dos principais fatores que incentivam a aplicação do radier. Por outro lado, torna-se necessária a utilização de ferramentas computacionais, que possibilitem cada vez mais análises geotécnicas/estruturais rigorosas sob o ponto de vista conceitual, evitando-se, assim, previsões inadequadas e consequentemente, danos estruturais praticamente irreversíveis (**Figura 1**).

Figura 1 - Trinca em Alvenaria Estrutural provocada por recalque na fundação.



Fontes: <http://estamosricos.com.br/comparacoes/predios-do-minha-casa-no-rio-terao-que/> Acessado em: 21 out. 2017.

Materiais de Métodos

Modelagem do radier para estudo de caso

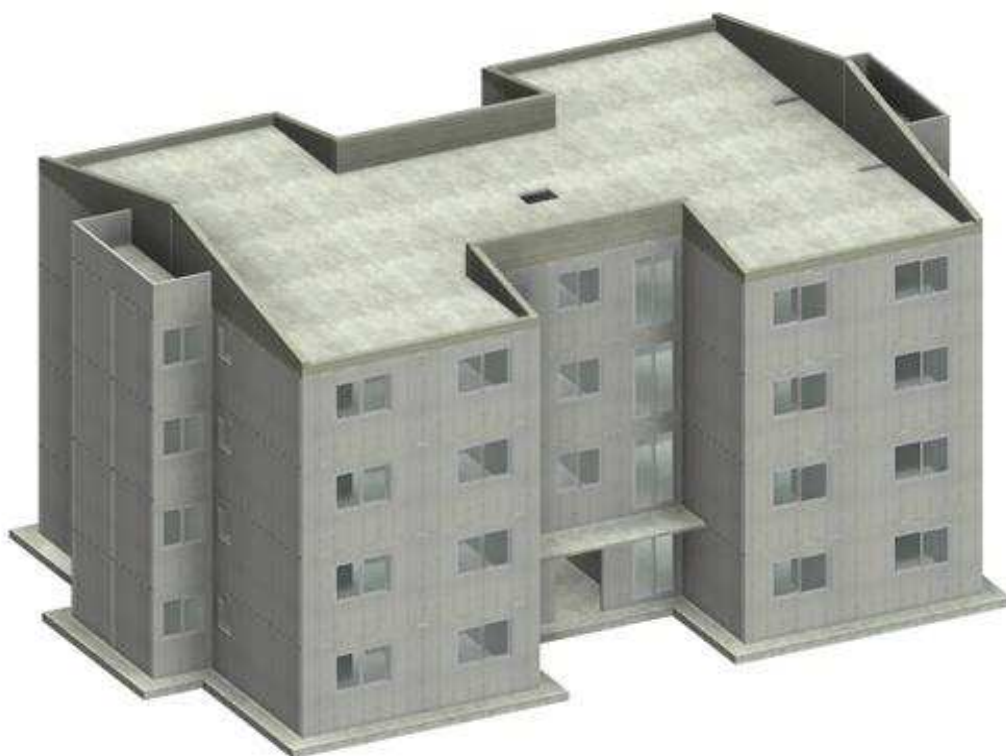
O estudo de caso em explanação, apresenta metodologia para dimensionamento de um projeto em radier de concreto armado, em edifício residencial de quatro pavimentos, com paredes de concreto armado moldado *in*

loco. Esse estudo foi idealizado para a empresa Impacto Engenharia e Empreendimentos Ltda., localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais. Os projetos foram concebidos para o programa Minha Casa Minha Vida, na cidade de São Joaquim de Bicas, Minas Gerais. Esse empreendimento foi classificado, segundo a NBR-12721/2006, como edificação de uso residencial, de padrão PP-4B (Prédio Popular de Quatro Pavimentos com baixo padrão de Acabamento). Dentro dessa classificação, foi aplicada a melhor metodologia e logística na concepção do projeto de fundação. Obteve-se dados de sondagens de 3 furos no qual foram executados segundo procedimento da NBR 6484/2002, tendo solo coesivo como resultado para os três furos.

Caracterização da edificação

O edifício residencial tem quatro pavimentos, e foi projetado em conformidade com as seguintes concepções arquitetônicas:

- I. Pavimento térreo sem pilotis (Figura 2) com quatro apartamentos, com uma unidade adaptada para pessoas portadoras de necessidade especiais (PNE), e com área total de projeção de 208,86 m²;
- II. Pavimento tipo com quatro apartamentos, sem adaptações especiais;
- III. Pavimento cobertura sem acesso, com telhado cerâmico cobrindo todos os apartamentos;
- IV. Toda a arquitetura deste edifício foi concebida para utilização de estrutura de paredes de concreto armado, com modelagem estrutural no conceito de paredes em monolítico sólido, semelhante à metodologia de cálculo de alvenaria estrutural (Figura 3).

Figura 3. Modelo estrutural do edifício com paredes de concreto armado.

Dentro destas modelagens da fundação dos radies, adotaram-se os parâmetros da tabela abaixo, como base para o dimensionamento estrutural e geotécnico de cada um dos modelos (tabela 2).

Tabela 2. Modelos e seus parâmetros utilizados na análise de elementos finitos.

Grupo	Modelos	Consistência dos solo NBR 7250/82	NSPT adotado Média N° goples	Tensão admissível do Solo (MPa)	Espessura do Radier(cm)
1	1 a 3	MOLE	5	0,10	15 - 25 - 40
	4 a 6	MOLE	5	0,10	15 - 25 - 40
	6 a 9	MOLE	5	0,10	15 - 25 - 40
2	10 a 12	MÉDIO	10	0,20	15 - 25 - 40
	13 a 15	MÉDIO	10	0,20	15 - 25 - 40
	16 a 18	MÉDIO	10	0,20	15 - 25 - 40
3	19 a 21	RIJO	15	0,30	15 - 25 - 40
	22 a 24	RIJO	15	0,30	15 - 25 - 40
	25 a 27	RIJO	15	0,30	15 - 25 - 40

Dados para concepção do radier

O software Cypecad realiza cálculos e dimensionamento de estruturas e fundações em concreto armado, madeira e aço para estruturas submetidas a esforços verticais e horizontais. Com ele é possível criar desenhos que ilustram as cargas existentes, os esforços em cada ponto da estrutura, deformações, armaduras longitudinais e transversais designadas, assim como a compatibilidade com arquivos DWG, além de listagens de dados e resultados de cálculos.

O radier em questão é uma laje maciça, cuja discretização dos planos se realiza em elementos finitos de malha 20 x 20 cm, onde se efetua uma condensação estática de todos os graus de liberdade. O programa trabalha com 6 graus de liberdade, sendo 3 de rotação e 3 de translação em torno dos eixos: X, Y e Z. Considera-se inderfomabilidade em seu plano e deformação por cortante. As lajes de fundação têm discretização idêntica às de lajes maciças de piso, com molas, cuja constante se define a partir do coeficiente de Winkler, em que cada plano pode ter coeficientes diferentes.

Foram feitas 27 modelagens numéricas, conforme tabela 2, com diferentes características geométricas e com propriedades que as distinguem, como a espessura da laje de fundação e o comprimento de borda/rodapé, além de propriedades geotécnicas, variáveis quanto à tensão admissível do solo e, conseqüentemente, o seu coeficiente de recalque.

São relacionados os Modelos através dos quais foram realizadas análises numéricas pelo Método dos Elementos Finitos, sendo fornecidos parâmetros de geometria, tensão admissível e coeficiente de recalque (K_v s) baseado na teoria de Winkler, e utilizados dados fornecidos pelo método Morrison (1993) (tabela 3).

Tabela 3. Modelos utilizados na simulação numérica dos radies.

MODELOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO NUMÉRICA				
MODELO	ESPESSURA DO RADIER (H) cm	FÔRMA COMP. RODAPÉ	TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO (MPa)	COEFICIENTE DE RECALQUE Kvs (KN/m³)
MODELO 1	16	Sem borda	0,10	22000
MODELO 2	25	Sem borda	0,10	22000
MODELO 3	40	Sem borda	0,10	22000
MODELO 4	16	60	0,10	22000
MODELO 5	25	60	0,10	22000
MODELO 6	40	60	0,10	22000
MODELO 7	16	120	0,10	22000
MODELO 8	25	120	0,10	22000
MODELO 9	40	120	0,10	22000
MODELO 10	16	Sem borda	0,20	40000
MODELO 11	25	Sem borda	0,20	40000
MODELO 12	40	Sem borda	0,20	40000
MODELO 13	16	60	0,20	40000
MODELO 14	25	60	0,20	40000
MODELO 15	40	60	0,20	40000
MODELO 16	16	120	0,20	40000
MODELO 17	25	120	0,20	40000
MODELO 18	40	120	0,20	40000
MODELO 19	16	Sem borda	0,30	60000
MODELO 20	25	Sem borda	0,30	60000
MODELO 21	40	Sem borda	0,30	60000
MODELO 22	16	60	0,30	60000
MODELO 23	25	60	0,30	60000
MODELO 24	40	60	0,30	60000
MODELO 25	16	120	0,30	60000
MODELO 26	25	120	0,30	60000
MODELO 27	40	120	0,30	60000

O Cypecad, por meio do Método dos Elementos Finitos, analisou a laje de fundação como um sistema de molas, adotando a metodologia de Winkler. São apresentadas as malhas que ilustram os lançamentos dos modelos, especificando-se os números de nós e os números de elementos para modelos de radier sem borda (**Figura 4**), com borda com comprimento de 60 cm (**Figura 5**) e com borda com comprimento de 120 m, respectivamente (**Figura 6**).

Figura 4. Modelo de malha para um radier sem borda

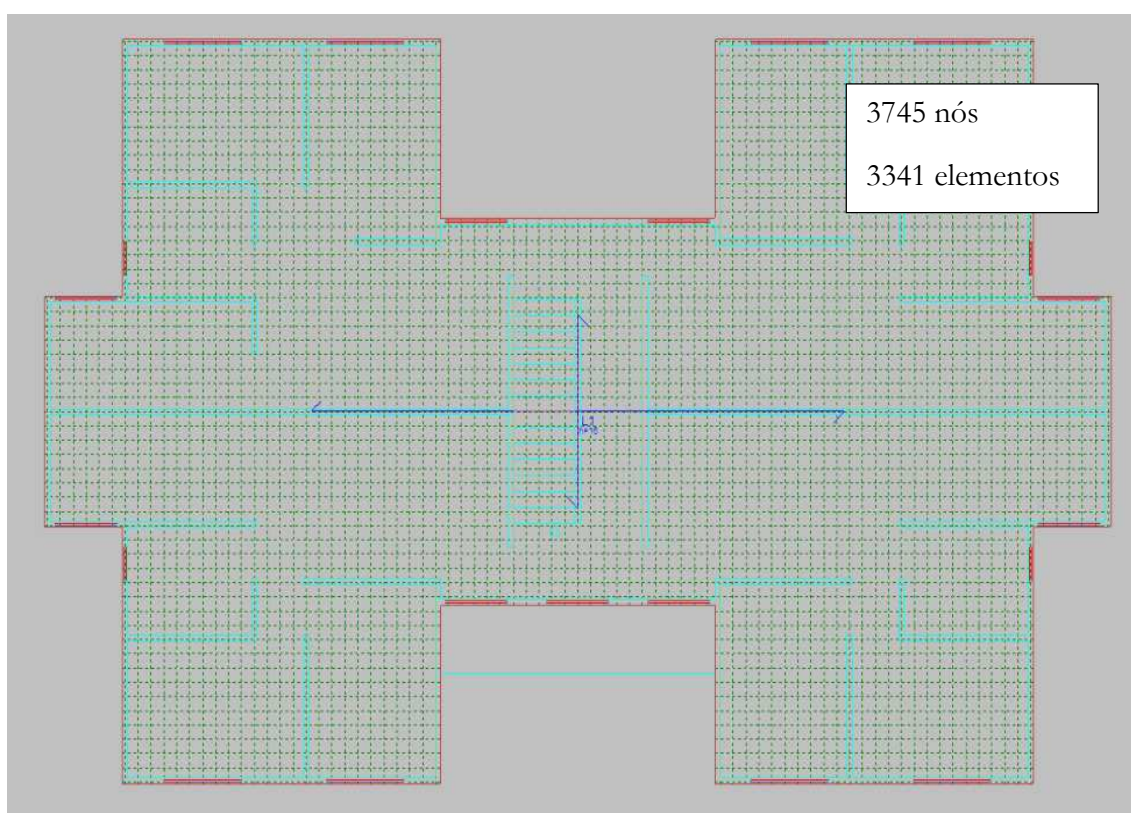


Figura 5. Modelo de malha para um radier com 60cm de borda.

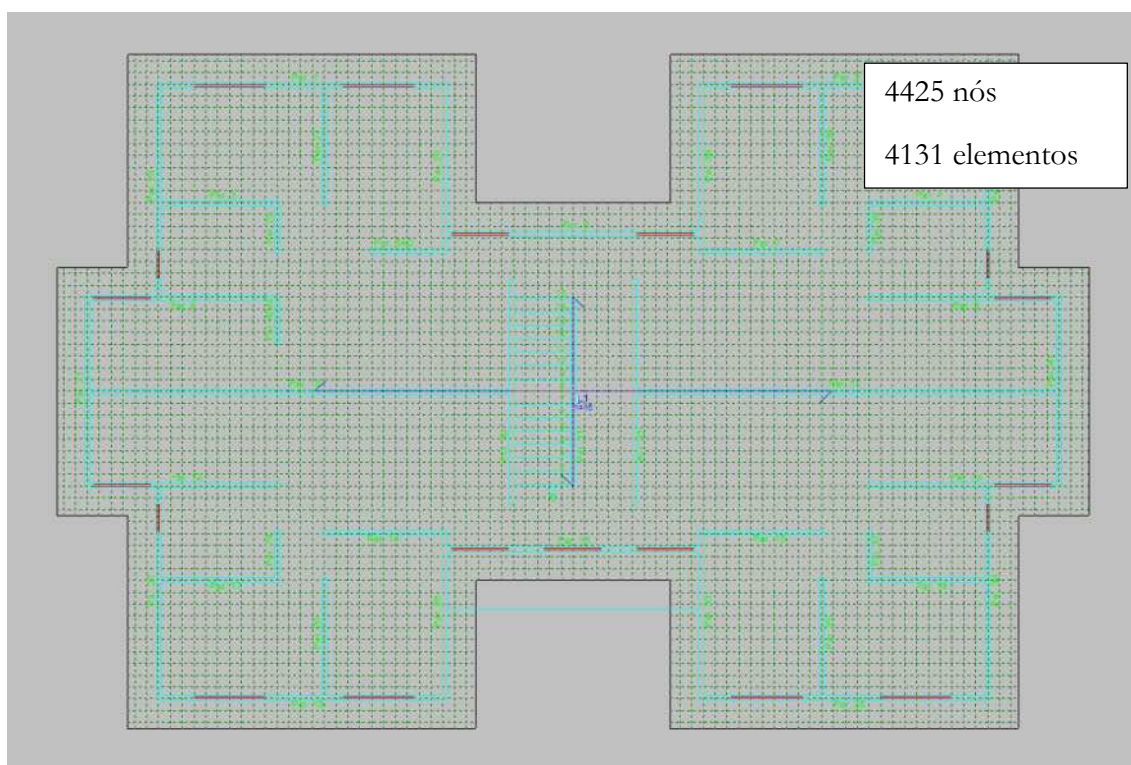
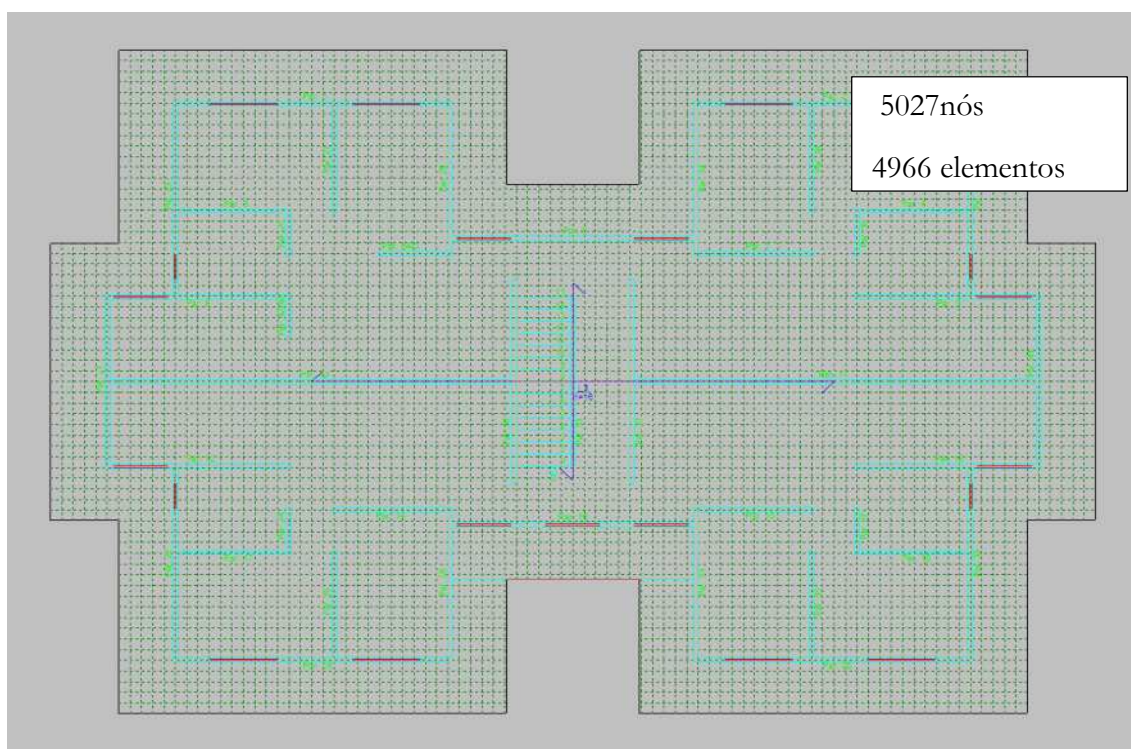
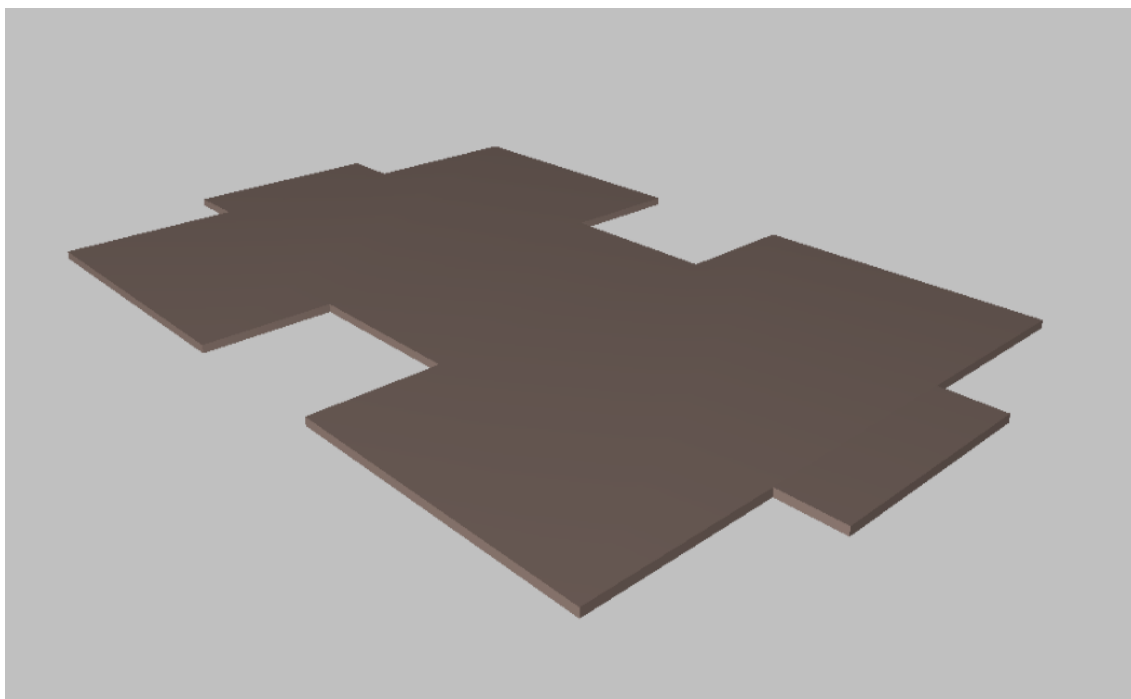


Figura 6. Modelo de malha para um radier com 120cm de borda.



Utilizando-se o *software* Cypecad, gerou-se uma imagem 3D dos elementos de fundação tipo radier que foram analisados (**Figura 7**).

Figura 7. Modelo 3D do radier.



Resultados

Os resultados das análises numéricas obtidas nos 27 (vinte e sete) modelos propostos de radier, foram comparados e analisados para a obtenção de parâmetros de tensões e deslocamento, verificando-se o quanto a geometria da fôrma influencia na distribuição das tensões sobre o solo, e qual foi o deslocamento que cada placa apresentou de acordo com os parâmetros de espessura e utilização do coeficiente de recalque K_{vs} adotados em cada análise. São apresentados 3 dos 27 modelos feitos em modelagens de elementos finitos, apresentando-se os principais resultados de isovalores para tensão no solo e deslocamento do radier (Figuras 8 a 13).

Figura 8. Tensão resultante no solo do Modelo 1 (tensão em MPa).

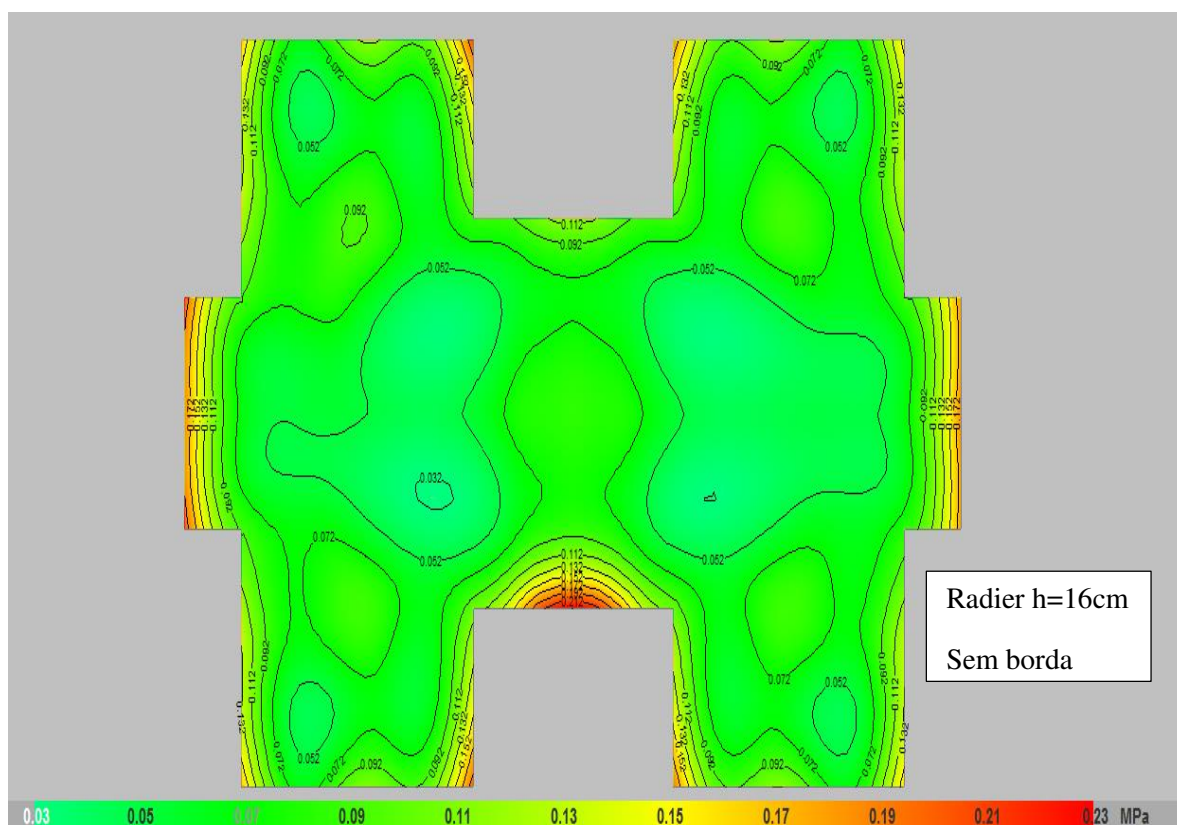


Figura 9. Recalque no radier do Modelo 1 (deslocamento em mm)

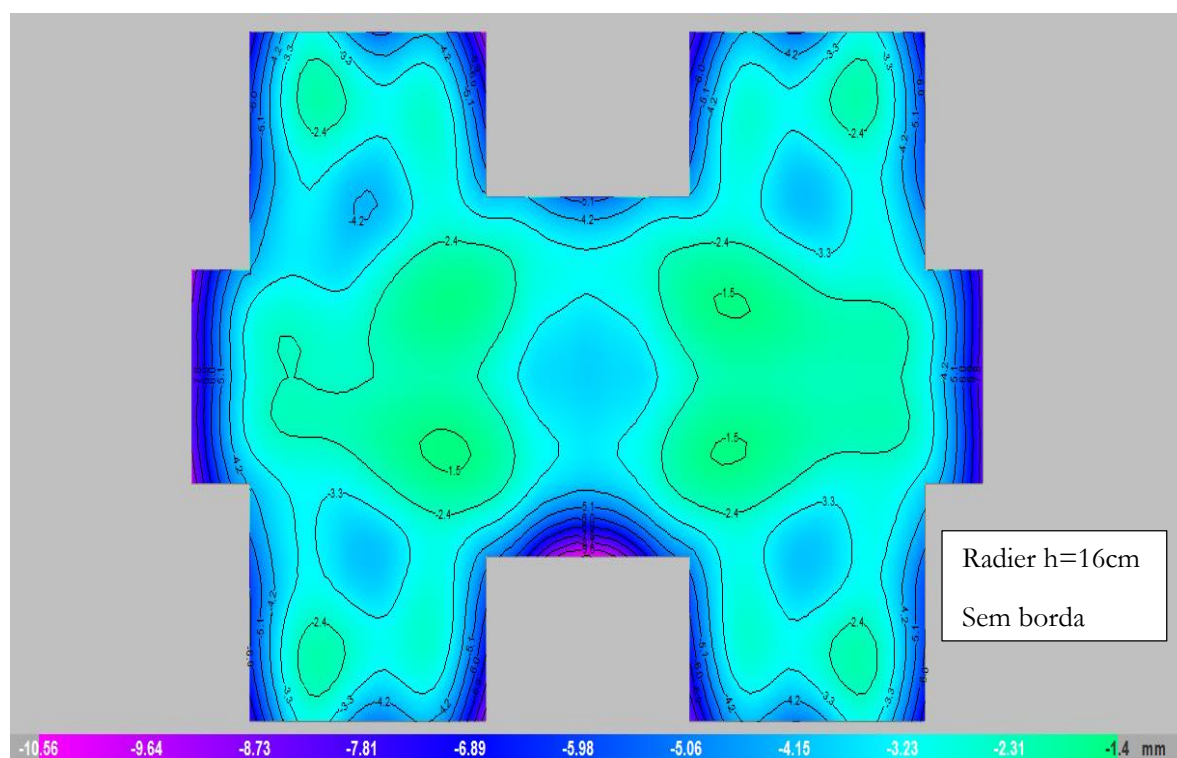


Figura 10. Tensão resultante no solo do Modelo 10 (tensão em MPa).

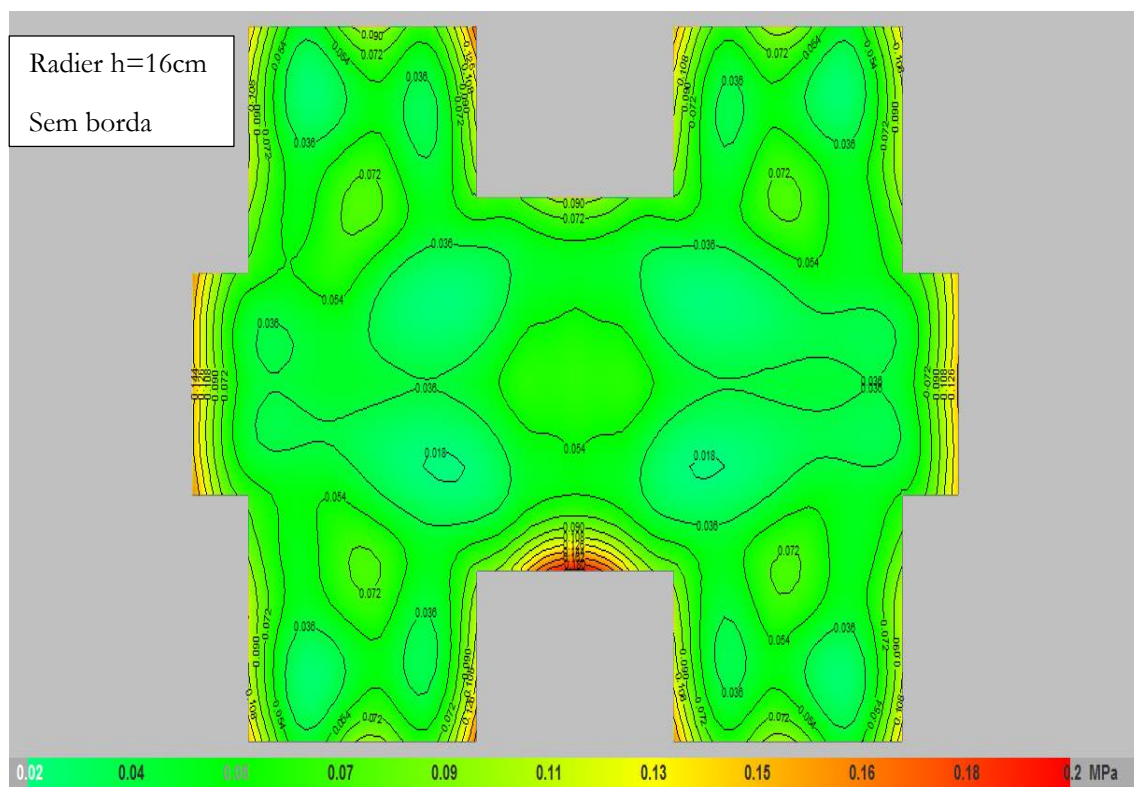


Figura 11. Recalque no radier do Modelo 10 (deslocamento em mm).

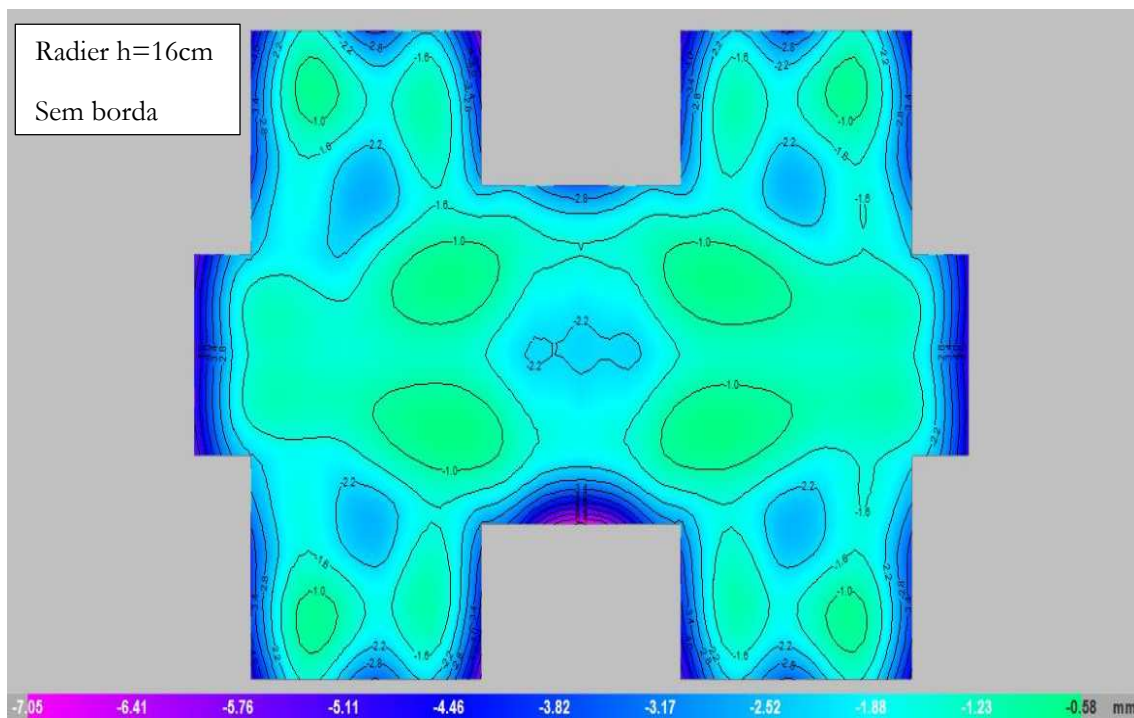


Figura 12. Tensão resultante no solo do Modelo 19 (tensão em MPa)

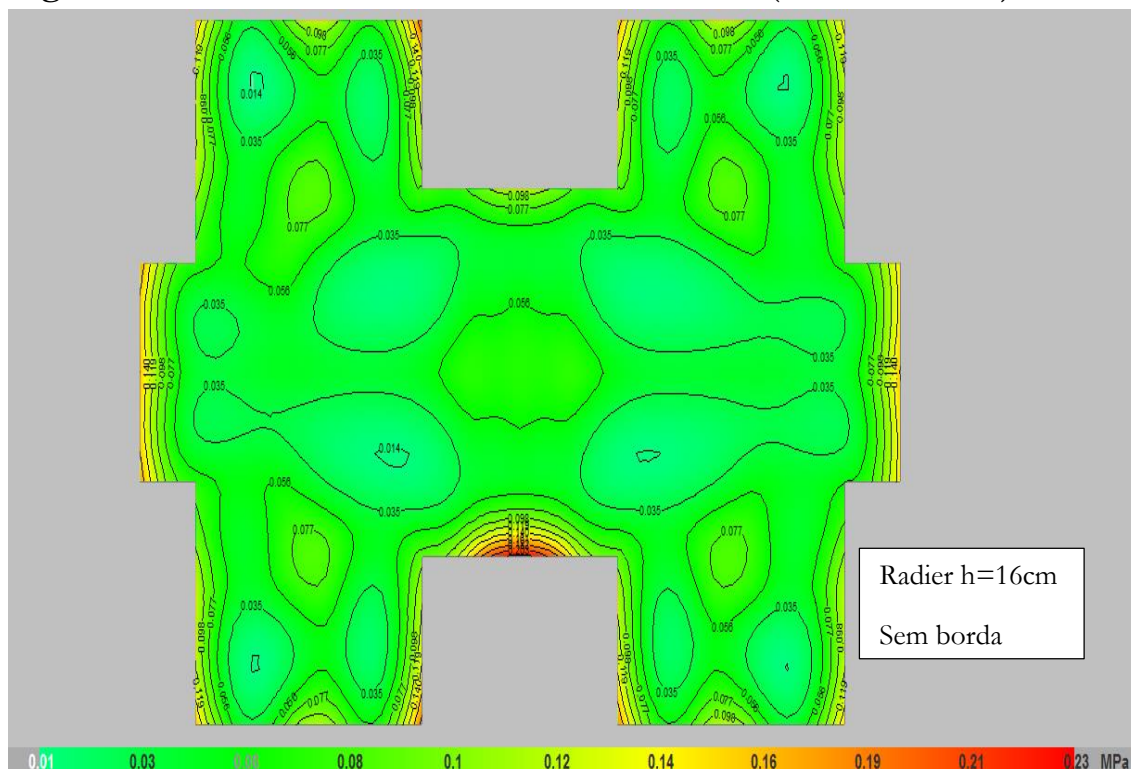
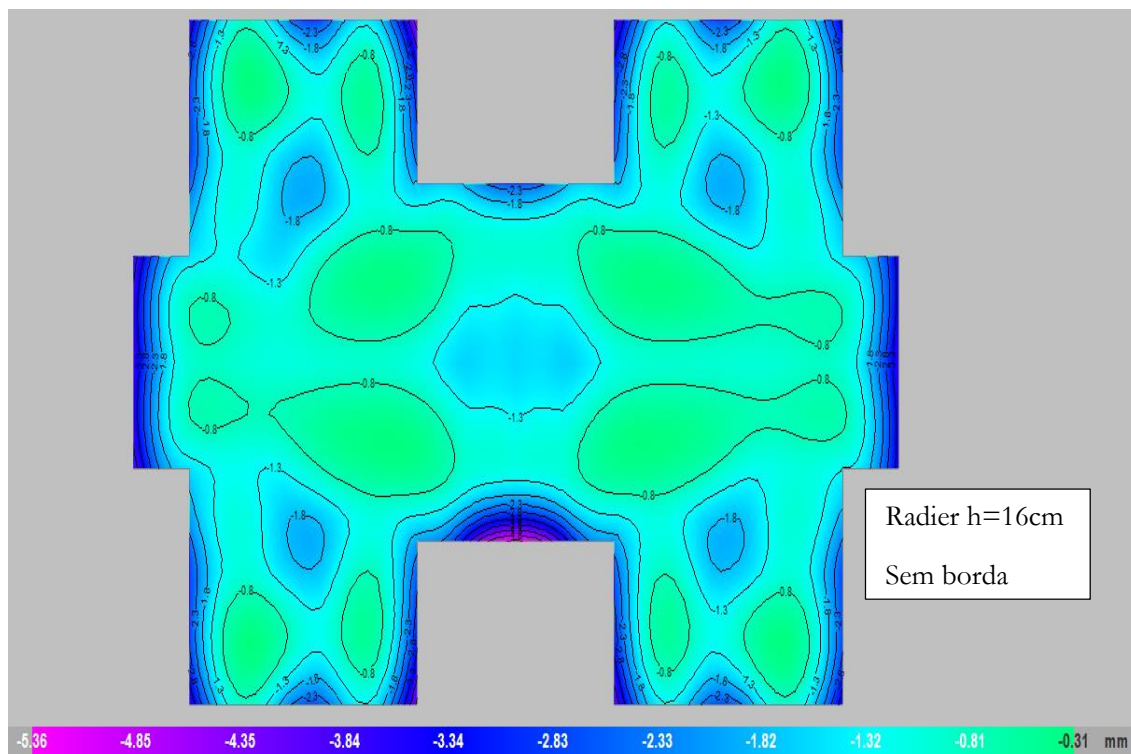


Figura 13. Recalque no radier do Modelo 19 (deslocamento em mm).



Para melhor compreensão, apresenta-se uma planilha das análises numéricas encontradas, comparativa de tensões admissível e máxima resultantes (**tabela 4**), recalques totais e deslocamentos máximos (**tabela 5**) e taxa de insumos: fôrma, volume de concreto e aço (**tabela 6**), para os 27 modelos analisados.

Tabela 4. Resultados da tensão admissível nos Modelos de radier analisados.

MODELO	TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO σ_a (MPa)	TENSÃO MÁXIMA RESULTANTE NO RADIER σ_r (MPa)	TENSÃO $\sigma_a < \sigma_r$	% UTILIZAÇÃO DA TENSÃO ADMISSÍVEL
Modelo 1	0,1	0,23	Não Ok	230,00%
Modelo 2	0,1	0,16	Não Ok	160,00%
Modelo 3	0,1	0,14	Não Ok	140,00%
Modelo 4	0,1	0,09	Ok	90,00%
Modelo 5	0,1	0,07	Ok	70,00%
Modelo 6	0,1	0,06	Ok	60,00%
Modelo 7	0,1	0,07	Ok	70,00%
Modelo 8	0,1	0,06	Ok	60,00%
Modelo 9	0,1	0,06	Ok	60,00%
Modelo 10	0,2	0,2	Ok	100,00%
Modelo 11	0,2	0,14	Ok	70,00%
Modelo 12	0,2	0,11	Ok	55,00%
Modelo 13	0,2	0,09	Ok	45,00%
Modelo 14	0,2	0,08	Ok	40,00%
Modelo 15	0,2	0,07	Ok	35,00%
Modelo 16	0,2	0,08	Ok	40,00%
Modelo 17	0,2	0,07	Ok	35,00%
Modelo 18	0,2	0,06	Ok	30,00%
Modelo 19	0,3	0,23	Ok	76,67%
Modelo 20	0,3	0,15	Ok	50,00%
Modelo 21	0,3	0,11	Ok	36,67%
Modelo 22	0,3	0,1	Ok	33,33%
Modelo 23	0,3	0,09	Ok	30,00%
Modelo 24	0,3	0,07	Ok	23,33%
Modelo 25	0,3	0,09	Ok	30,00%
Modelo 26	0,3	0,07	Ok	23,33%
Modelo 27	0,3	0,06	Ok	20,00%

Tabela 5. Resultados de recalques/deslocamentos diferenciais.

MODELO	RECALQUE TOTAL MÁXIMO $S_{máx}$ (mm)	RECALQUE TOTAL MÍNIMO $S_{mín}$ (mm)	RECALQUE DIFERENCIAL MÁXIMO $\delta_{máx}$ (mm)	DISTÂNCIA ENTRE OS DOIS PONTOS (mm)	RECALQUE DIFERENCIAL ADMISSÍVEL δ_{adm} (mm)	$\delta_{máx} \leq \delta_{adm}$
1	-10,56	-1,4	-9,16	4300	8,6	Não ok
2	-7,44	-1,99	-5,45	6000	12	Ok
3	-6,25	-2,54	-3,71	6300	12,6	Ok
4	-5,54	-1,29	-4,25	4600	9,2	Ok
5	-4,66	-1,82	-2,84	5200	10,4	Ok
6	-4,1	-2,39	-1,71	6300	12,6	Ok
7	-4,7	0,3	-5	6000	12	Ok
8	-4	-0,31	-3,69	5900	11,8	Ok
9	-3,65	-0,97	-2,68	12800	25,6	Ok
10	-7,05	-0,58	-6,47	4400	8,8	Ok
11	-4,77	-1,01	-3,76	4700	9,4	Ok
12	-3,76	-1,31	-2,45	6300	12,6	Ok
13	-3,28	-0,61	-2,67	4500	9	Ok
14	-2,8	-0,91	-1,89	4800	9,6	Ok
15	-2,42	-1,23	-1,19	6300	12,6	Ok
16	-2,86	0,26	-3,12	5700	11,4	Ok
17	-2,39	-0,09	-2,3	6000	12	Ok
18	-2,13	-0,42	-1,71	6000	12	Ok
19	-5,36	-0,31	-5,05	4300	8,6	Ok
20	-3,58	-0,61	-2,97	4600	9,2	Ok
21	-2,66	-0,84	-1,82	6400	12,8	Ok
22	-2,26	-0,3	-1,96	4500	9	Ok
23	-1,99	-0,56	-1,43	4800	9,6	Ok
24	-1,7	-0,79	-0,91	5900	11,8	Ok
25	-2,04	0,19	-2,23	6200	12,4	Ok
26	-1,69	0	-1,69	5800	11,6	Ok
27	-1,49	-0,25	-1,24	6800	13,6	Ok

Tabela 6. Volumes de fôrma, consumo de concreto e aço dos Modelos.

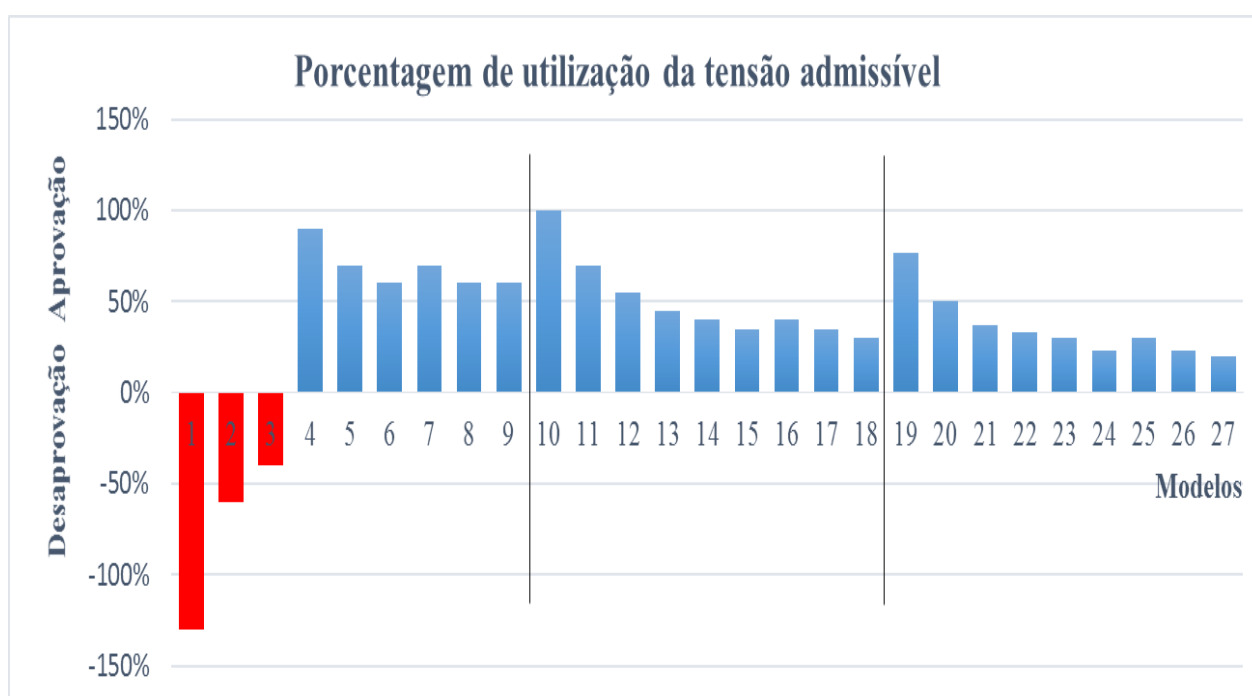
MATERIAIS UTILIZADOS				
GRUPO	MODELO	FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	AÇO (kg)
1	Modelo 1	-	-	-
	Modelo 2	-	-	-
	Modelo 3	-	-	-
	Modelo 4	13,54	41,31	3416
	Modelo 5	21,16	64,55	2982
	Modelo 6	33,86	103,28	3749
	Modelo 7	14,31	49,67	4169
	Modelo 8	22,36	77,61	3624
	Modelo 9	35,78	124,17	4529
2	Modelo 10	12,78	33,42	3594
	Modelo 11	19,96	52,21	2908
	Modelo 12	31,94	83,54	3100
	Modelo 13	13,54	41,31	3008
	Modelo 14	21,16	64,55	2730
	Modelo 15	33,86	103,28	3704
	Modelo 16	14,31	49,67	3820
	Modelo 17	22,36	77,61	3202
	Modelo 18	35,78	124,17	4451
3	Modelo 19	12,78	33,42	3223
	Modelo 20	19,96	52,21	2826
	Modelo 21	31,94	83,54	3058
	Modelo 22	13,54	41,31	2926
	Modelo 23	21,16	64,55	2639
	Modelo 24	33,86	103,28	3612
	Modelo 25	14,31	49,67	3424
	Modelo 26	22,36	77,61	3127
	Modelo 27	35,78	124,17	4433

Discussão

Analisando-se os modelos em que a tensão admissível é maior que a tensão solicitante, calcula-se a porcentagem de utilização da tensão resultante, ou seja: qual a proporção da tensão admissível que está sendo utilizada, como mostrado na **tabela 4**. Ressalta-se que, para cálculos estruturais de fundações em geral, considera-se a tensão admissível igual à tensão solicitante, utilizando-se sempre os fatores de segurança necessários, de tal forma que a resistência do solo estaria sendo totalmente usada, fato este que, dependendo do caso, pode gerar economia de materiais.

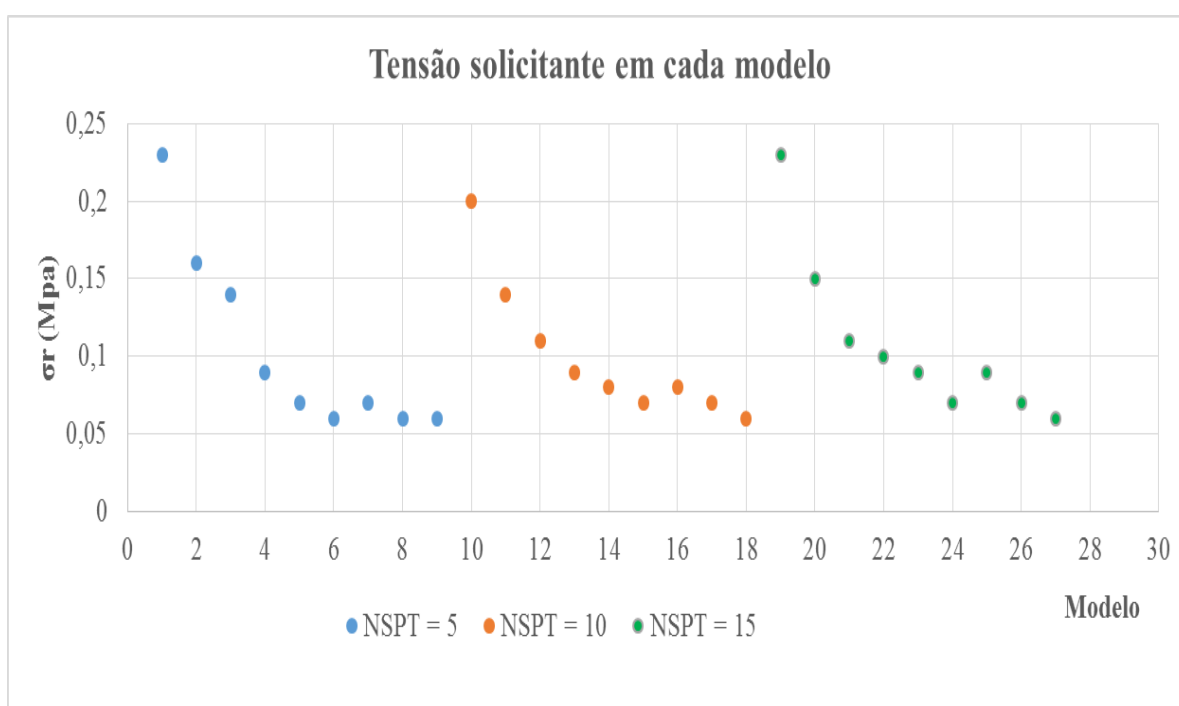
Primordialmente, destaca-se que as análises feitas têm o intuito de balizar a escolha de um modelo mais adequado para fundações do tipo radier. Contudo, vários fatores podem influenciar essa tomada de decisão. O modelo mais indicado é aquele cujos parâmetros geotécnicos, geométricos e estruturais estejam dentro das taxas mais próximas ao valor de 100%. Esse fator, porém, depende da interação entre o solo e a estrutura de fundação que culminará na melhor escolha para cada modelo de fundação (gráfico 1).

Gráfico 1. Demonstra a utilização de tensão admissível do solo nos Modelos.



Analisando-se os valores mostrados na **tabela 4**, constata-se que alguns modelos do grupo 1: Modelos 1, 2 e 3, não estão de acordo com a premissa $\sigma < \sigma_r$. Isso significa que os modelos em questão não suportam a tensão que está sendo solicitada. Logo, o solo poderá entrar em ruptura. Ainda dentro desse grupo, merece destaque o Modelo 4, que teve 90% de aproveitamento da tensão resultante, o que, *a priori*, faz com que seja considerado um modelo altamente indicado para todos dentro do grupo 1 (gráfico 2).

Gráfico 2. Demonstra a tensão solicitante do solo nos Modelos.



Para o grupo 2, todos os modelos apresentam tensões resultantes menores ou iguais à tensão admissível. Entretanto, o Modelo 10 tem 100% da utilização da tensão resultante, o que mostra um indício de que seja o modelo “ideal”, pelo menos para esse requisito.

Já no grupo 3, o Modelo 19 teve aproximadamente 77% de aproveitamento da tensão resultante, sendo esse o modelo que apresenta melhor resultado.

As lajes do radier apresentam um recalque máximo admissível, que deve

ser menor do que o recalque máximo gerado pelos esforços solicitantes da estrutura. Para análise de recalques diferenciais específicos ou distorções angulares, também foi possível a avaliação conforme valores da **tabela 5**. Devido ao fato de estar em contato com o solo, a laje de fundação não tem seu maior recalque diferencial no centro da placa, como as lajes convencionais, sendo suas deformações tecnicamente conhecidas como deslocamentos. Com o uso do *software* Cypecad, para simulação numérica, obtém-se os valores dos recalques (deslocamentos) em toda a placa, conforme ilustrados nas figuras de isovalores para deslocamentos **Figuras 9, 11 e 13**. Segundo BJERRUM (1963), o recalque diferencial máximo $\delta_{\text{máx}}$ resulta da diferença entre os recalques máximos e mínimos, e a distância entre esses dois pontos, se refere ao vão que foi analisado para o cálculo da distorção angular β e dado para cada tipo de solo.

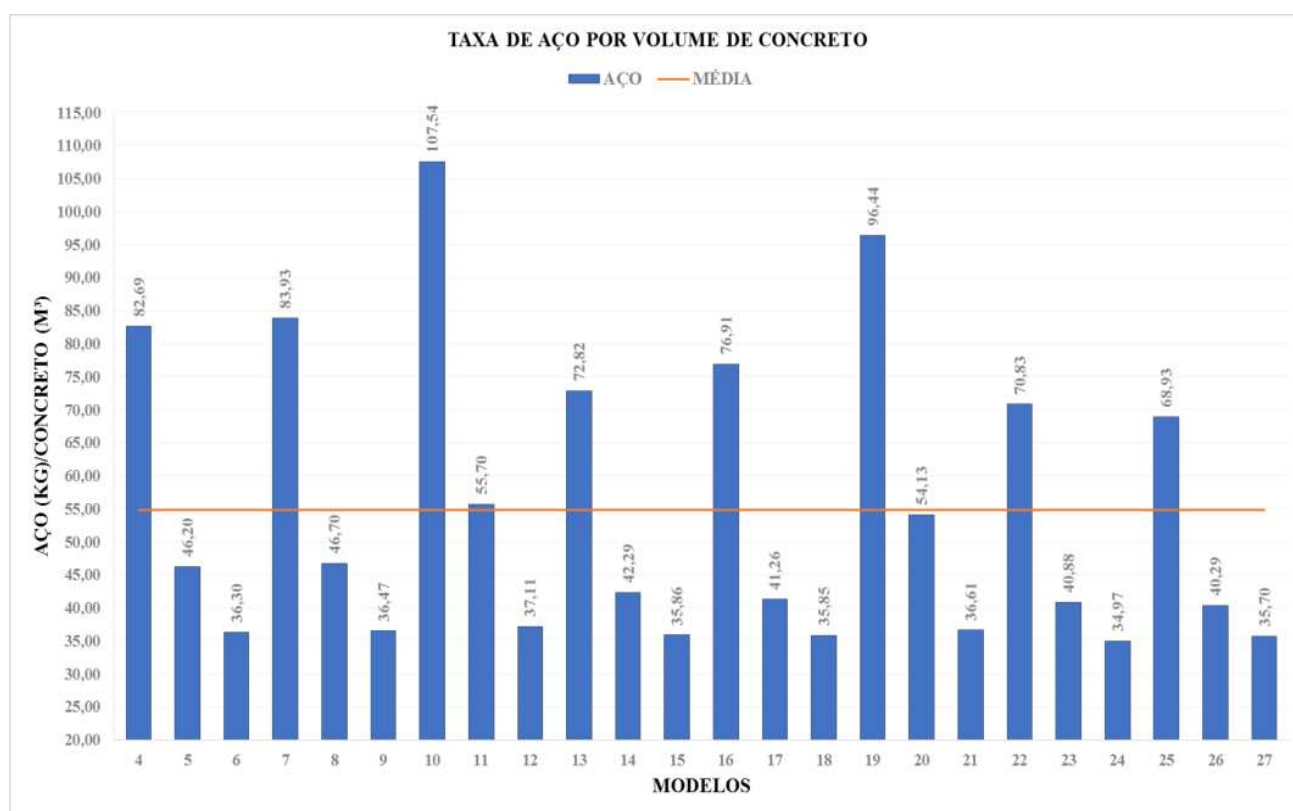
Na **tabela 5** ficou demonstrado os valores de deslocamento/recalque diferencial máximos e admissíveis, comparando-os com os gerados pelos esforços solicitantes, e também, os valores de distorção angular para cada modelo, sendo que, para se atingir um limite seguro de não-ocorrência de fissuras em obras prediais, considerou-se um valor máximo de β igual a $1/500$. Para o cálculo do recalque diferencial máximo admissível, utilizou-se a razão entre a distância entre os dois pontos (vão) analisados $L/500$, ou seja: os modelos que tiverem recalque diferencial devido ao esforço solicitante, menor do que o recalque diferencial admissível, também terão valores de distorção angular inferiores a $1/500$. Os valores de recalque/deslocamento negativos representam uma conversão (afundamento) usada pelo programa.

Com os resultados da **tabela 5**, percebe-se que apenas o Modelo 1 teve recalque/deslocamento diferencial máximo maior do que o valor admissível, e é o único modelo em desacordo com o valor de β estabelecido anteriormente. O deslocamento/recalque total $S_{\text{máx}}$ do radier não deve ultrapassar 25 mm, conforme recomendações de SOUZA (2012), e de acordo com os valores da **tabela 5**, todos os modelos em questão têm deslocamentos menores. Assim

sendo, todos estão de acordo com o quesito deslocamento final. Logo, os modelos estão dentro dos limites do Estado-Limite de Serviço (ELS), com exceção do Modelo 1.

Aumentando-se a espessura do radier, reduz-se a taxa de diminuição da quantidade de aço por metro cúbico de concreto (tabela 6). Com isso, há grande variação das taxas de aço vinculadas aos modelos de espessura de 16 cm, sendo que essa taxa diminui quando se trata de espessura de 25 cm, até se tornar praticamente irrelevante para radier com espessura de 40 cm (gráfico 2).

Gráfico 2. Resultados com taxa de aço utilizado por cada Modelo.



Conclui-se, portanto, que o aumento da espessura do radier está diretamente relacionado com a diminuição da taxa de aço por volume de concreto, sendo que há variação de acordo com a rigidez do solo. Quanto maior a rigidez do solo, menor a taxa de aço por volume de concreto, se forem comparados três modelos que têm a mesma espessura e o mesmo comprimento de borda, mas com N_{SPT} diferentes. Para espessuras de 16 cm e de 25 cm,

Modelos 25 e 26, respectivamente, possuem menores consumo de volumes de concreto e aço. Esse fato se deve ao maior comprimento da borda e à maior tensão admissível do solo. Já para os radiers de espessura de 40 cm, não se observam grandes diferenças de taxas de aço, devido às escolhas das barras feitas na homogeneização, e o modelo mais indicado é o Modelo 6. Todavia, é necessária a realização de outras análises, avaliando-se as variações de comprimento de borda e de tensão admissível.

Conclusões

Conclui-se que este trabalho, ao analisar numericamente a fundação em radier de concreto armado, com a utilização de software em elementos finitos, permitiu as seguintes observações:

- a rigidez do solo e seus parâmetros geotécnicos são os fatores mais determinantes para o dimensionamento da espessura da placa do radier, sendo, inclusive, o que garante que a fundação atenda os pré-requisitos relativos ao dimensionamento dos estados-limites últimos e de serviço;
- a correta obtenção dos valores da tensão admissível para cada tipo de solo utilizados nos modelos, após rigidez obtida por meio do ensaio de SPT, constitui um dos principais dados que possibilitam o perfeito dimensionamento do radier;
- comprovou-se que a influência da rigidez e da tensão admissível do solo, quando não obtidas e utilizadas de forma correta, poderão trazer sérios problemas de deslocamentos e tensão resultantes excessivas na placa do radier;
- constatou-se que a geometria da borda e da espessura do radier, são os dois principais fatores que exercem influência sobre o dimensionamento que determina a escolha do modelo ideal para esse tipo de fundação;
- após se atingir a tensão admissível necessária com determinada

geometria, ao se aumentarem as dimensões do radier no mesmo grupo, não se observa diferença alguma considerável em ganho de resistência, apenas um aumento de consumo;

- as tensões admissíveis do elemento de fundação, de acordo com os valores estipulados neste trabalho, demonstram que as fundações que têm índice de aproveitamento de tensão na ordem de 40% da tensão solicitante, são as que apontam para o melhor modelo de radier a ser adotado.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7250. *Identificação e descrição de amostras dos solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos*. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. NBR 6502. *Rochas e Solos*. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484. *Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721. *Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios*. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122. *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro, 2010.

BJERRUM, L. Discussion - Section VI Interaction between structure and soil., EUROPEAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 3., ISSMFE, Wiesbaden, v. II, v. 2, p. 135-137, 1963.

BJERRUM, L. Discussion. EUROPEAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 3, Wiesbaden, v. III, p. 135, 1963.

CYPECAD – *Manual do sistema Cypecad 3D* – O Software do calculista moderno - Critérios de cálculo. São Paulo: Múltiplos Computação Gráfica, 2017.

MORRISON, NELSON. *Interacción suelo-estructuras: semi-espacio de winkler*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 1993.

SOUZA, FÁBIO ALBINO. *Radier:: projeto e execução*. Notas de aula. Belo Horizonte, 2012

TEMA LIVRE

**TECNOLOGIAS NOS PROCESSOS DE
RECRUTAMENTO E SELEÇÃO DE PESSOAS:
MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA****TECHNOLOGIES IN PERSONNEL RECRUITING
PROCESSES AND PERSONNEL SELECTION:
ACADEMIC PRODUCTION MAPPING****Denis Juliano Gaspar³²****Gisele Maria Schwartz³³**

Submissão: 29/09/2017

Revisão: 30/10/2017

Aceite: 10/11/2017

Resumo: As tecnologias têm sido cada vez mais utilizadas pelas empresas da atualidade nos Processos de Recrutamento e Seleção de Pessoas, uma vez que trazem agilidade e também economia para os envolvidos nesse processo. Apesar destes aspectos, não se conhecem ainda os problemas e preocupações envolvendo sua efetividade, bem como, suas limitações e barreiras, sendo necessários novos olhares a este respeito. Este estudo de natureza qualitativa, teve por objetivo mapear os estudos acadêmicos que abordam a utilização de tecnologias nos processos de Recrutamento e Seleção. O estudo foi desenvolvido por meio de revisão sistemática aliada a uma pesquisa exploratória realizada no Portal de Periódicos CAPES/MEC, levando-se em consideração trabalhos que tratassem especificamente das temáticas Recrutamento e Seleção de Pessoas e Tecnologias, com olhares, tanto para os recrutadores e selecionadores, como também, para os participantes dos processos seletivos. Os dados foram analisados por meio da Técnica de Análise de Conteúdo. Os resultados demonstram pouca produção acadêmica a respeito da temática e, embora, os estudos apresentem aspectos positivos sobre a utilização das tecnologias nos processos de recrutamento e seleção de pessoas, alguns cuidados devem ser tomados, sobretudo, no que tange à exposição de informações e, até mesmo, à imagem dos candidatos na *Internet*. Torna-se necessário ampliar este escopo de pesquisas, no sentido de subsidiar os olhares dos selecionadores aos candidatos a vagas no mercado de trabalho.

Palavras chave: Recrutamento de Pessoas. Seleção de Pessoas. Tecnologias.

³² Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias pela UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Coordenador dos Cursos de Administração e Gestão de Recursos Humanos do Centro Universitário Anhanguera de Pirassununga - SP. E-mail: denis.gaspar@anhanguera.com

³³ Livre-Docente no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. E-mail: schwartz@rc.unesp.br

Abstract: The technologies have been widely utilized by modern companies in Personnel Recruiting Processes and Personnel Selection, in order to bring agility and economy to people involved as well. Although these aspects, it is unknown the problems and concerns involving their effectiveness, as well as, its limitations and obstacle, which are necessary a closer appreciation. This qualitative nature study, was focused on the survey of academic studies approach the application of technologies in Personnel Recruitment and Selection Processes. The study was developed through systematic review associated with an exploratory research accomplished by periodicals website at CAPES/ MEC, also considering studies which tackle with specific themes of Recruitment and Personnel Selection and Technologies, focused on, recruitment team as well as selectors and selection processes participants. Data was descriptively analyzed by Content Analysis Technique. Results show a few academic production about the theme, even though they show positive aspects about technologies utilization in personnel recruitment and selection processes, some precaution is recommended, mainly about information exposure, and even, candidates image on the *Internet*. It is important to extend this scope about researches in order to support the selectors approach to candidates and their position in the market place.

Keywords: Personnel Recruitment. Personnel Selection. Technologies.

Introdução

O desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias nos diferentes países e a crescente utilização das máquinas no cotidiano das pessoas em sociedade, têm causado mudanças significativas nas relações do ser humano com os grupos em que se encontra inserido, seja no grupo familiar, seja em uma reunião de amigos, seja em uma organização de trabalho na escola ou em empresa. As transformações protagonizadas pelas tecnologias exigem dos homens e mulheres da atualidade olhares cada vez mais voltados à flexibilidade para aceitação do novo, sem deixar de lado a visão crítica necessária para discernir os benefícios e malefícios causados a esses homens e mulheres em questão.

A globalização, as inovações tecnológicas constantes e as exigências do mercado cada vez mais competitivo impulsionaram as empresas na procura de maior flexibilidade e adequação ao ambiente, para poderem usufruir as oportunidades quando estas surgirem (Dutra, 2009). Esse esforço alavancou uma mudança de mentalidade organizacional, para manter diferenciais de competitividade. As empresas passaram a enxergar a importância do papel do profissional para pensar nas estratégias de inovações e adaptações ao novo. Os

talentos tornaram-se, então, essenciais para a continuidade das organizações (Pontes, 2010).

Neste novo ambiente de busca de pessoas capazes de inovar e resolver os problemas das empresas, tornou-se fundamental atrair e reter talentos, aumentando, assim, o desafio de encontrar a pessoa certa para o lugar certo nas empresas, cujo instrumento é o Planejamento, Recrutamento, Seleção e Integração de Pessoal (Pontes, 2010). Na busca por esses novos talentos, o papel das tecnologias representada pela *Internet*, por exemplo, é de suma importância, na atualidade, podendo reduzir os custos advindos desse trabalho, diminuição do tempo, maior rapidez nas respostas do processo, maior comodidade por parte dos empregadores e candidatos, visibilidade das vagas, entre outras vantagens (Abreu, et al., 2014). Desde a atração do candidato à seleção, do recebimento do currículo até a aprovação como colaborador de determinada empresa, ocorre a influência das tecnologias às quais se tem acesso nos dias de hoje.

Por outro lado, quando as tecnologias não estão presentes nesses processos, as empresas acabam perdendo agilidade e até mesmo dinheiro, bem assim, perdem, muitas vezes, a chance de somar ao seu quadro de colaboradores pessoas competentes, que podem agregar grandes valores aos times empresariais, por se aterem apenas a dados curriculares, em primeira instância. Os chamados serviços *online* de recrutamento apresentam-se como valiosas ferramentas para candidatos e empresas (Chiavenato, 2004), uma vez que favorecem o contato imediato entre as partes envolvidas, em um único momento.

Entretanto, não se sabe, especificamente, se o uso da tecnologia apresenta apenas fatores positivos dentro do contexto corporativo, ou se já existem estudos desenvolvidos para ampliar as limitações possivelmente existentes sobre esta utilização no contexto dos processos de Recrutamento e Seleção de colaboradores. Sendo assim, surgem as seguintes inquietações: quais

os impactos do uso das tecnologias nos processos de Recrutamento e Seleção, na visão de estudiosos desta área? Quais os pontos que favorecem e que desfavorecem a utilização das tecnologias nesses processos? Quais aspectos são mais evidenciados no olhar dos pesquisadores?

Para tentar elucidar esses desafios, o presente estudo teve por objetivo mapear os estudos acadêmicos que abordam a utilização de tecnologias nos processos de Recrutamento e Seleção. Esta iniciativa teve o intuito de compreender essa evolução e o impacto que estes recursos podem exercer na perspectiva da entrada de trabalhadores nas organizações e nos postos de trabalho.

Revisão de Literatura

Embora seja comum considerar Recrutamento e Seleção como algo único, são fases distintas de um mesmo processo que se complementam. Em linhas gerais, o Recrutamento engloba procedimentos para atrair o indivíduo a concorrer a uma determinada vaga de uma organização e a Seleção ocorre quando o candidato, após ter passado pelo recrutamento, é chamado pela empresa para dar continuidade ao processo que finda em sua escolha ou não para a vaga a qual concorre. Vários autores descrevem o Recrutamento e Seleção como processos diferentes entre si, mas, codependentes (Almeri; Martins; De Paula, 2013). O recrutamento é um procedimento com técnicas para atrair potenciais candidatos à ocupação da vaga ou função que se está a oferecer. O foco desse procedimento são as necessidades da empresa, presentes e futuras, lançando-se mão do mercado para a busca desses profissionais. Chiavenato (2004) sustenta que o recrutamento é dividido em 03 fases, sobre as quais devem ser levantadas as questões: a) o que a empresa precisa, em termos de contingente humano; b) o que o mercado de Recursos Humanos pode oferecer; e c) quais as técnicas de recrutamento devem ser aplicadas como a divulgação eficiente para atrair candidatos em potencial.

A essência do recrutamento é, pois, colecionar candidatos à fase seguinte, a qual os selecionará. A fase seletiva, por sua vez, é procedimento de escolha e classificação dos candidatos. Ainda de acordo com Chiavenato (2004) a seleção pretende solucionar: a) a adequação da pessoa ao cargo e vice-versa; e b) a eficiência e satisfação da pessoa ao cargo.

Além dessas questões, a seleção e o recrutamento de pessoal também são balizados pela decisão de realizar um remanejamento interno (recrutamento interno) ou renovação e complementação de pessoal (recrutamento externo). Pode haver, ainda, seleções mistas (internas e externas, respectivamente).

Dentro dessa nova etapa (seleção), dá-se ênfase à entrevista como um instrumento vital (Carvalho; Nascimento; Serafim, 2012), capaz de avaliar as características pessoais, qualidades, o vigor físico, se este for necessário à função, dentre outros atributos. Ao lado do candidato, a entrevista proporciona informações para também ele decidir se a vaga lhe interessa ou não.

Autores como Faissal et al. (2005) e Almeida (2009) preferem intitular de captação ou atração o procedimento ora chamado de recrutamento, prestigiando a ação como busca de talentos a somar à organização. A escolha por capacidades e aptidões físicas e/ou mentais sempre esteve presente nas sociedades. Com o passar dos anos, o desenvolvimento das indústrias trouxe novas exigências, aumentando ainda mais o papel do selecionador em encontrar o “[...] homem certo para o cargo certo [...]” (Chiavenato, 2004, p. 87).

Foi a partir da Revolução Industrial, no século XVIII, que o tema passou a ser análise de estudos. O surgimento das primeiras unidades fabris, no século XVIII, acarretou mudanças na aplicação dos conhecimentos administrativos (Maximiano, 2008). A Revolução Industrial se traduzia na invenção das máquinas, seu uso por parte dos trabalhadores e o aumento da produtividade das empresas. Trabalhadores eram arregimentados na zona rural para trabalhar nas fábricas. Eram as primeiras seleções para ingresso das pessoas nas organizações, ainda que de forma rudimentar e sem muitos critérios.

No final do século XIX e início do século XX, a Revolução Industrial chega à América do Norte, onde encontrou solo fértil para sua expansão, não apenas na economia, mas também, em criações de teorias sobre produção, desenvolvimento de técnicas de eficiência e resolução de problemas. A esse movimento dá-se o nome de Administração Científica (Maximiano, 2008).

O maior expoente desse movimento é Frederick Winslow Taylor, o qual era sócio e chegou a ser presidente da Sociedade Americana dos Engenheiros Mecânicos, fundada em 1880, considerada o berço da Administração Científica. De acordo com Caravantes, Panno e Kloeckner (2005), Taylor inseriu, entre os princípios da Administração Científica, a seleção dos trabalhadores. Entre os vários problemas detectados por Taylor, um deles estava ligado à inserção de trabalhadores em tarefas, para as quais estes não possuíam aptidão.

Para Maximiano (2008), Taylor defendia que um funcionário deveria ser selecionado para ocupações apropriadas a ele, ou seja, esse funcionário deveria ser escolhido de acordo com as características do cargo. Já Chiavenato (2000) cita Taylor como defensor da seleção científica dos trabalhadores, que ocorre em consonância com a tarefa atribuída.

A especialização da mão de obra obteve seu ápice com Henry Ford. Maximiano (2008) descreve que Ford criou a produção massificada, por meio da qual o produto é dividido em partes, tal como seu processo de fabricação. Cada trabalhador tem uma tarefa fixa dentro de uma etapa predefinida. Essa mecanização do trabalho humano rendeu críticas estampadas de forma inteligente no filme “Tempos Modernos” (Chaplin, 1936).

O Taylorismo e Fordismo se expandiram nesse período em que as organizações focavam sua eficiência produtiva, sem se importar com o custo humano e social (Maximiano, 2008). Este fato impulsionou muitos conflitos entre trabalhadores e empresários.

É preciso destacar que, mesmo com a visão técnica se expandindo, havia aqueles que, já consideravam que o desempenho da organização dependia

também do comportamento das pessoas. Maximiano (2008) descreve que, entre os estudiosos que se preocuparam com o comportamento humano e seu impacto na administração da empresa, estavam Mary Parker Follet, o casal Frank e Lilian Gilbreth, Henry Gantt e Hugo Munsterberg.

Essa visão da empresa reduzida a relações industriais perdurou até a década de 50 (Chiavenato, 2014). Foi na década de 60 que se tornam mais aparentes as fissuras nos modelos de gestão de pessoas centrados no paradigma Taylorista/Fordista, o qual se intensificou na década de 70 (Dutra, 2009).

Dutra (2009) cita que, ainda na década de 80, Charles Fombrum e Rothwell já vislumbravam novos conceitos sobre pensar as pessoas na geração de valor para as organizações. Esse entendimento, contudo, se intensificou, na década de 90. Assim, o processo evolutivo da gestão de pessoas, na qual se inclui o subsistema de Recrutamento e Seleção, pode ser visto em três fases (Dutra, 2009). Uma primeira fase operacional, em que a pessoa é vista como recurso produtivo e que se iniciou com a era industrial e se prorrogou até a década de 60. Em seguida, aparece a fase gerencial, entre os anos 60 e 80, coincidente com a chamada era da informação, quando a pessoa é vista como ser humano e o papel do setor de recursos humanos é chamado a participar do desenvolvimento operacional. Por último e desde a década de 80 e 90, a era do conhecimento, na qual se enxergam a pessoa e seus talentos como papel estratégico nas organizações.

Os olhares se voltam, então, ao subsistema de Recursos Humanos, por meio do qual os colaboradores dão entrada nas organizações: o recrutamento e seleção. Tashizawa, Ferreira e Fortuna (2006) consideram o recrutamento e seleção o início da cadeia operacional da gestão de pessoas.

Assim, dada a importância da pessoa com seu papel estratégico dentro das organizações, algumas obras têm-se debruçado especificamente sobre o tema recrutamento e seleção, pois são o meio de entrada dos talentos nas empresas. Neste período hoje vivenciado, a responsabilidade do selecionador

em encontrar a pessoa ideal para o cargo certo (Chiavenato, 2004) é mais intensificada.

Os recursos humanos são vistos, hoje, como essenciais para o aumento da competitividade nas organizações e, por esse motivo, os processos de recrutamento e seleção têm despertado grande atenção, pois estão diretamente ligados à qualidade dos trabalhos. Um processo de seleção efetivo é aquele que encontra a pessoa adequada para determinado trabalho, e por ser este um fator tão crítico, alguns estudos neste campo encontram-se em desenvolvimento (Hung-Tso, 2010).

Os aspectos nunca antes vivenciados pela humanidade, como globalização, desenvolvimento tecnológico e transformações na sociedade, mostraram que a sobrevivência de uma organização está diretamente vinculada às habilidades e características das pessoas que pertencem ao seu quadro (Chiavenato, 2004). Por conseguinte, a base da excelência empresarial é, hoje, o elemento humano. Se o humano tem sido lembrado nas organizações que adotam políticas de desenvolvimento de recursos humanos, há também necessidade de processos contínuos de aprendizagem para que ocorra a consolidação constante de novos modelos de gestão de pessoas (Mascarenhas; Vasconcelos, F.; Vasconcelos, I., 2005).

Importante ressaltar que o assunto não é mais versado como simples escolha daquele que pretende ocupar a vaga, mas se eleva o processo como busca do candidato que melhor corresponderá aos atributos da vaga, observando suas competências, qualidades, além de outros aspectos necessários à organização e à adequação do candidato a ela. O enfoque, felizmente, está se desenvolvendo na construção de uma nova mentalidade empresarial (Faissal et al., 2005), para o desenvolvimento sadio da sociedade como um todo. Para Carvalho, Nascimento e Serafim (2012) ao tratar de Recrutamento de Pessoas, ocorre uma interessante consideração a respeito desse procedimento, sob a

ótica do candidato e, como tal, traz importantes estratégias para a organização chegar a um resultado seguro.

Para chegar a esse denominador comum, questiona-se sobre a possibilidade de aplicar um processo de recrutamento que, além de atender às necessidades da empresa, contemple a necessidade dos candidatos, especialmente quando estes não forem escolhidos. Fundamental é dizer que os novos olhares ao recrutamento e seleção caminham ao lado de um novo papel desejado pelas organizações, sejam elas privadas, públicas, cooperativas, grupos, dentre outras.

Dutra (2009) descreve com praticidade, que o papel das empresas é criar um espaço, fomentar o desenvolvimento e oferecer suporte e condições para satisfação mútua de expectativas e necessidades. Para o autor, esse novo papel das organizações, não quer dizer que estas se tornaram altruístas, porém, se refere ao fato de se tratar, justamente, de uma questão de sobrevivência e alavanca de competitividade, uma vez que pessoas respeitadas e valorizadas têm maior comprometimento com a empresa, promovendo um diferencial de produtividade e criatividade.

Importa descrever que os processos de recrutamento e seleção não sofreram alterações apenas no enfoque a ser direcionado (mais humanizado), mas passaram por transformações, em consequência do surgimento das tecnologias dos tempos atuais. O advento das tecnologias ao acesso de todos trouxe alterações na vida em sociedade, na vida das empresas e, como consequência, refletiu também nos Processos de Recrutamento e Seleção de Pessoas.

Há alguns anos, as pessoas elaboravam seus currículos e os entregavam nas empresas pessoalmente ou por meio de outras pessoas. Os diversos testes utilizados nos processos de seleção, inclusive as entrevistas, ocorriam nas dependências das organizações, ou em escritórios das empresas especializadas em contratação. Esse comportamento está mudando, impulsionado sobretudo

pela *Internet*. Ao uso da *Internet* nos processos de seleção deu-se o nome de captação e seleção *online* (Almeida, 2009).

Já em 2005, era vislumbrada a tendência que dez anos depois é concretizada. Martins (2005) apregoava, há 10 anos, que o recrutamento *online* já era a forma mais inteligente de se recrutar candidatos. Descreve, ainda, as funcionalidades para o processo seletivo e os diferenciais do chamado *e-recruitment*, como gestão da entrega dos *e-mails* enviados aos candidatos; entrevistas e dinâmicas de grupo *online*; envio *online* de currículo; sistema avançado de busca de vagas e agentes de busca ativos; portal na *Intranet* para recrutamento interno; acesso à empresa em qualquer lugar do mundo; publicação de vagas no seu *website*, na sua *Intranet* e em outros *sites* de emprego.

Com o avanço das tecnologias, a utilização da *Internet* permite que, cada vez mais, a informação seja utilizada pelos gestores de recursos humanos, os quais, muitas vezes, efetuam buscas em *sites*, como Facebook®, LinkedIn® e Twitter®, para levantar antecedentes dos candidatos às vagas de suas organizações. Vale ressaltar que a utilização de informações vem causando discussões na esfera legal em empresas que operam em países como os Estados Unidos (Slovensky; Ross, 2012).

A tecnologia representada pela *Internet* é descrita como um alívio para os indivíduos, da mesma forma que a distância deixou de representar barreiras para aqueles que fazem uso dos sistemas. Hoje, os candidatos a empregos possuem condições de avaliar oportunidades de trabalho de qualquer parte do mundo. Por outro lado, aqueles que fazem as seleções nas empresas também possuem outras condições para agregar e agrupar informações dos candidatos sem encontrá-los fisicamente (Francisca; Abdullateef, 2015).

Em um primeiro momento, as organizações que tão logo implantaram tecnologias para Recrutamento e Seleção, o fizeram como uma possível solução para redução de custos, tempo e eficiência ligados a tais processos. Para Almeida (2009) ocorreu grande aumento na utilização das tecnologias nesses

processos, sobretudo por conta da informatização. O currículo passou a ser enviado por meio da *Internet* e as organizações buscam, a cada dia, aprimoramento dos seus bancos de currículos, os quais estão cada vez mais completos. Muitas empresas fazem uso do envio de testes de personalidade, entre outros testes, por meio eletrônico, agilizando o processo por inteiro.

Apesar dos aspectos positivos da seleção *online*, Almeida (2009) enfrenta a questão, alertando que o que existe atualmente é um cenário confuso, com questionamentos e decepção por parte de recrutadores e candidatos, pois, muitas empresas ativam uma mensagem automática de recebimento de currículo, ficando o candidato sem notícias de eventuais etapas de recrutamento ou seleção. Isso ocorre porque, na maioria dos casos, esses currículos são transportados para uma base de dados e ali ficam armazenados, sem análises e procedimentos mais aprofundados.

A situação de envio de currículos se tornou tão corriqueira, que algumas empresas adotaram *softwares*, os quais nada mais são do que sistemas que trabalham com informações e procedimentos padronizados (Faissal et al., 2005). Contudo, Faissal et al. (2005) advertem que é quase impossível chegar a um sistema inteligente, capaz de cumprir todo o processo seletivo, sem um selecionador. Isto porque, esse tipo de seleção fica a mercê de estratégia de decisão por computação, a qual, parece demonstrar algumas incapacidades. Com base nessa perspectiva de contraponto entre aspectos positivos e negativos apontados pelos estudos anteriormente elencados, tornou-se instigante investigar outros estudos acerca desta temática.

Método

Este estudo tem uma natureza qualitativa e foi realizado por meio de revisão sistemática, a respeito das temáticas Recrutamento e Seleção de Pessoas e as Tecnologias, aliada a uma pesquisa exploratória, utilizando-se dos dados constantes no Portal de Periódicos da CAPES/ MEC. A consulta a esta base

ocorreu entre os meses de Outubro e Novembro de 2015. Como critério de inclusão da investigação no renomado Portal de Periódicos, estabeleceu-se que a pesquisa deveria aludir a trabalhos que tratassem especificamente das temáticas Recrutamento e Seleção de Pessoas e Tecnologias, com olhares, tanto para os recrutadores e selecionadores, como também, para os participantes dos processos seletivos.

Para que a coleta *online* dos dados da pesquisa exploratória ocorresse, optou-se pela busca avançada, com seleção de publicações em artigos, teses e dissertações em qualquer idioma. Inicialmente, foram utilizadas as palavras-chave “seleção de pessoas” e “tecnologias”, “recrutamento de pessoas” e “tecnologias”, “recursos humanos” e “tecnologias”, “gestão de pessoas” e “tecnologias”, “testes de seleção de pessoal” e “tecnologias”, “jogos de empresas para seleção de pessoal” e “tecnologias”, “entrevistas para seleção de pessoal” e “tecnologias” e “técnicas de dinâmica de grupo” e “tecnologias”. Entretanto, devido ao número reduzido de trabalhos encontrados a partir de uma primeira sondagem, optou-se pela utilização dos termos em questão, também no idioma Inglês. Desta forma, foram incluídas as palavras-chave “*personnel recruitment*” e “*technologies*” e “*personnel selection*” e “*technologies*”.

Para o procedimento de análise dos dados, optou-se pela Técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011) e também descrita por Richardson et al. (2008). De acordo com esses autores, tal técnica de análise propõe em seu método etapas como a de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos, além de sua interpretação. Foram estabelecidas duas categorias de análise, buscando centralizar aquilo que realmente tem significado para o estudo: Categoria A – Utilização de Tecnologias em Recrutamento e Seleção e Categoria B – Postura Ética com as Informações da *Internet*.

Resultados

Após o término do processo de coleta, foram encontrados 1240 artigos de periódicos na íntegra, envolvendo a temática em questão. Deste total, 406 artigos foram encontrados com as palavras-chave “personnel selection” e “technologies”, 37 artigos com as palavras-chave “personnel recruitment” e “technologies”, 3 artigos com as palavras-chave “recrutamento de pessoas” e “tecnologias”, 15 artigos com as palavras-chave “seleção de pessoas” e “tecnologias”, 297 artigos com as palavras-chave “recursos humanos” e “tecnologias”, 14 artigos com as palavras-chave “gestão de pessoas” e “tecnologias”, 131 artigos com as palavras-chaves “testes de seleção de pessoal” e “tecnologias”, 57 artigos com as palavras-chave “jogos de empresa para seleção de pessoal” e “tecnologias”, 269 artigos com as palavras-chave “entrevistas para a seleção de pessoal e tecnologias” e, finalmente, 11 artigos com as palavras-chave “técnicas de dinâmicas de grupo” e “tecnologias”. Após análise apurada, verificou-se que apenas 6 artigos poderiam ser utilizados, visto que os demais, embora possuíssem as palavras buscadas, não contribuíam para a discussão proposta por este estudo, isto é, os demais artigos não atendiam ao critério de inclusão anteriormente proposto, haja vista que tratavam especificamente de aspectos técnicos de elaboração de sistemas de lógica computacionais, construção de instrumentos para validação em seleção de pessoas ou, até mesmo, de questões que não utilizavam das tecnologias no momento de recrutar e selecionar pessoas.

Com o intuito de melhor compreender os componentes das discussões, optou-se pela elaboração de resumos dos artigos selecionados para análises. Estes resumos são apresentados a seguir:

Artigo 1 - *Cybervetting, Online Information, and Personnel Selection: New Transparency Expectations and the Emergence of a Digital Social Contract*

Este artigo de Brenda L. Berkelaar objetivou analisar o modo como os empregadores e candidatos percebem o *cybervetting*, uma estratégia que utiliza *sites* de redes sociais para avaliar candidatos em processos seletivos. Essa extração de informações auxiliaria os empregadores na tomada de decisão em relação ao candidato selecionado. O estudo chama a atenção para questões ligadas à aceitação e negação desse recurso do *cybervetting* por ambos os lados (empregadores e candidatos), para as relações de carreira e emprego, bem como, para questões éticas e legais na utilização desses meios tecnológicos.

Em seus resultados, o estudo alerta para preocupações dos dois vértices citados em relação à utilização das informações *online* na seleção de pessoas. Embora muitos não concordem com essa prática do *cybervetting*, também a consideram inevitável. Uma parte dos participantes da pesquisa considera a importância da transparência nos processos que fazem uso de consultas dos candidatos pela *Internet*, ou seja, que os candidatos tivessem conhecimento desses processos. Surgiram, também, preocupações ligadas a informações mal interpretadas, desatualizadas e, até mesmo, imprecisas. O estudo finaliza, ressaltando a necessidade de se considerarem as tecnologias como práticas cotidianas dos processos de seleção de pessoas, carreiras e relações de trabalho.

Artigo 2 – *New technology in personnel selection: How recruiter characteristics affect the adoption of new selection technology.*

Este artigo de Janneke K. Oostrom, Dimitri van der Linden, Marise Ph. Born e Henk T. van der Molen buscou a amplitude na compreensão dos efeitos causados pelas novas tecnologias na seleção de pessoas, em especial foco para aqueles que são responsáveis por esse processo, ou seja, os recrutadores. Para os autores, os estudos, de até então, têm focado mais atenção na perspectiva

dos candidatos e não nos recrutadores, o que poderia limitar o entendimento dos efeitos das tecnologias nos processos de seleção de pessoas.

Entre seus resultados, os autores apresentam lacunas no que tange a conhecimentos sobre as ferramentas de tecnologia da informação por alguns profissionais que recrutam pessoas. Destacam, portanto, a ocorrência de profissionais de recrutamento e seleção que apresentam dificuldades em manusear certas ferramentas tecnológicas. Esta limitação é preocupante, uma vez que traz prejuízos ao processo de seleção.

Entre as conclusões, o artigo destaca a necessidade de treinamento dos profissionais que laboram com seleção de pessoas, para melhor atuação em seus processos. Ainda, o estudo propõe um sistema de recompensas para encorajar os recrutadores e selecionadores na utilização de tecnologias em seus processos. Desta forma, os profissionais que demonstrassem melhoria em seu desempenho utilizando as tecnologias, seriam melhor recompensados.

Artigo 3 -Online Employment Screening and Digital Career Capital: Exploring Employers' Use of Online Information for Personnel Selection

Este artigo de Brenda L. Berkelaar e Patrice M. Buzzanell discute o relato dos empregadores em relação à utilização das informações *online*, no que se refere à avaliação de pessoas em processos de seleção. A análise dos dados das entrevistas demonstrou que os empregadores fazem uso das informações *online* em seus processos de seleção. O estudo também buscou compreender os impactos das tecnologias nos processos organizacionais, destacando, inclusive, como as informações *online* utilizadas para seleção de pessoas podem afetar a produtividade e satisfação dos funcionários.

Os resultados demonstram que as tecnologias afetam as organizações e a vida de cada indivíduo, bem como, as normas sociais, em diferentes contextos. Também foi possível perceber a utilização das informações pelos

empregadores, na busca de seus futuros empregados ou colaboradores, em diferentes localidades.

Em suas conclusões, o estudo aponta também o cuidado que os trabalhadores devem ter com as informações digitais por eles divulgadas. Esse cuidado deve ser mantido, mesmo em momentos ou situações em que não se está buscando uma posição no mercado de trabalho, haja vista que qualquer dado divulgado pode ser captados a qualquer instante.

Artigo 4 – New technology: the potential impact of surveillance techniques in recruitment practices

Este artigo de Rosalind H. Searle, por meio da revisão de publicações entre os anos de 1998 e 2004, buscou analisar e comparar as mudanças na atração, seleção, pesquisa e processos de avaliação, objetivando suscitar discussões a respeito da vigilância, privacidade e questões de igualdade. Neste contexto, a vigilância está relacionada ao desenvolvimento e aplicação de ferramentas e técnicas de recolhimento e divulgação dos dados dos candidatos.

As mudanças são analisadas por três partes interessadas: os candidatos, as empresas e os selecionadores. O estudo analisa o papel de vigilância e identificação das questões inerentes à privacidade, ao controle e à divulgação de informações sobre os candidatos, ligadas ao contexto de Recursos Humanos.

O artigo também salienta, desde 1998, o aumento da existência de aplicativos em *sites* corporativos para fins de recrutamento e afirma que, frente às tecnologias, a igualdade de acesso ao mercado de trabalho, bem como, a diversidade da força de trabalho, poderia ser afetada em grupos de indivíduos que não obtivessem conhecimentos e, até mesmo, condições econômicas para as tecnologias. O estudo indaga a respeito de quais candidatos estão buscando empregos por meio dos sistemas *online*, levando, assim, a casos de sucesso e insucesso.

Em suas conclusões, a autora discorre a respeito da necessidade de maior concentração nas questões de privacidade e igualdade sobre o impacto das

novas práticas de atração, pesquisa e avaliação, identificando tensões e incompatibilidades entre as partes interessadas no processo de recrutamento, frente às novas tecnologias.

Artigo 5 - *The Effects of Information Technology on Recruitment*

Este artigo de Parbudyal Singh e Dale Finn examina os efeitos da tecnologia da informação nos processos de recrutamento das empresas. Para tanto, apresenta uma visão geral do recrutamento e sua utilização frente às tecnologias da informação. Apresenta como principais vantagens da utilização das tecnologias nos processos de recrutamento, a velocidade e conveniência, facilidade de busca de certa qualidade dos candidatos, redução de custos de colocação no emprego, acesso a maior número de candidatos, entre outros.

O estudo traz luzes ao impacto da utilização de tecnologias para recrutamento, sobre as pessoas, processos e estruturas das empresas. Aponta que o aumento da utilização destas tecnologias resulta em mudanças fundamentais nas funções de recrutamento de uma empresa, incluindo seus recrutadores, suas operações e suas estruturas.

Em suas finalizações, o artigo discute os desafios e perspectivas enfrentados pelos recrutadores em mercados cada vez mais tecnológicos. Para os autores, as organizações devem fazer uso das tecnologias como complemento de sua estratégia de recrutamento, obtendo, assim, melhores resultados.

Artigo 6 - *The worker as politician: How online information and electoral heuristics shape personnel selection and careers*

Este artigo de Brenda L Berkelaar, Joshua M Scacco e Jeffrey L Birdsell propõe discussões a respeito da utilização das informações *online*, com foco na reputação, seleção de pessoas e gestão de carreiras e, ainda, destaca a utilização de uma nova visão para avaliação dos trabalhadores, em que este seria analisado

como um agente político. Conforme os autores, os empregadores passariam a buscar em seus candidatos valores, comportamentos, personalidades e reputação, da mesma maneira como buscam em seus políticos. O termo *Cybervetting* é mais uma vez utilizado, demonstrando, assim, preocupações com a avaliação dos candidatos e empregados frente às informações *online*.

De acordo com o artigo em questão, na opinião de boa parte dos empregadores, candidatos a empregos são muito parecidos com figuras públicas, que representariam suas empresas, por isso, tamanha ligação com o papel do político. Ainda de acordo com esses empregadores, as informações *online* necessitam transmitir imagens positivas dos candidatos e trabalhadores, sendo, as mesmas, também esperadas de funcionários eleitos a cargos públicos.

Em suas conclusões, os autores reforçam o cuidado necessário que devem ter candidatos e empregadores para a construção de reputações fora dos limites convencionais da busca pelo emprego e recolocação profissional. Essa preocupação se deve ao fato de que tais reputações, que extrapolam a vida profissional, são cruciais nas decisões de contratação e sucesso no desenvolvimento da carreira de cada profissional.

Discussão

Primeiramente, faz-se necessário salientar a escassez de artigos acadêmicos com a temática envolvendo Recrutamento e Seleção de Pessoas e Tecnologias no idioma português, utilizado no Brasil. Embora a utilização das referidas tecnologias esteja em escala crescente, os profissionais brasileiros de Recursos Humanos e Administração escrevem pouco, no âmbito acadêmico, a esse respeito. Este fato pode ser comprovado com o número reduzido de artigos encontrados na pesquisa exploratória realizada junto ao Portal de Periódicos da CAPES/ MEC. É bastante restrito, portanto, o número de artigos que tratam das análises, desafios e tendências do uso de tecnologias nos processos de recrutamento e seleção de pessoas.

De acordo com Meneses et al. (2014), os dez primeiros anos de pesquisa em Gestão de Pessoas deste século demonstraram a forte utilização de obras internacionais nas pesquisas realizadas, o que destaca essa baixa produtividade nacional a este respeito. Este fato acaba por prejudicar a capacidade nacional para teorização da área de gestão de pessoas, impactando, inclusive, novas perspectivas de intervenção. O presente estudo corrobora esta observação, salientando, com base na pesquisa exploratória realizada, que ainda existe uma baixa produção acadêmica em relação ao subsistema recrutamento e seleção de pessoas e sua relação com as tecnologias em âmbito nacional, nos dias atuais.

Após analisar os seis artigos, buscou-se discutir os principais temas abordados, de acordo com as duas Categorias elencadas no Método do presente estudo. Para a Categoria A – Utilização de Tecnologias em Recrutamento e Seleção, foram focalizados aspectos como a utilização de *sites* para avaliar candidatos; os efeitos da utilização das tecnologias nos processos de recrutamento e seleção de pessoas; a necessidade de estudos ligados à utilização das tecnologias com foco nos recrutadores e a possível ausência de conhecimentos em tecnologias por parte dos recrutadores e selecionadores, juntamente com a necessidade de treinamentos para motivar o conhecimento nas tecnologias para recrutamento e seleção de pessoas.

Para a Categoria B – Postura Ética com as Informações da *Internet*, foram considerados aspectos relativos à transparência dos empregadores para com os candidatos, em relação à utilização da *Internet*, na busca de informações *online* para os processos seletivos e a necessidade de cuidados com as informações digitais por parte dos trabalhadores, mesmo em momentos em que não ocorre a busca pelo emprego.

A utilização de *sites* na avaliação de candidatos tem feito parte do dia a dia de muitos selecionadores. Estes já fazem uso das redes sociais para levantar informações a respeito de seus candidatos durante o processo seletivo,

inclusive, sobre aspectos pessoais e de preferências e afinidades, os quais não constam, necessariamente, dos currículos.

De acordo com essas avaliações apontadas nos artigos 1, 3, 4 e 6, Lair, Sullivan e Cheney (2005) argumentam que, quando os empregadores valorizam as informações *online*, os empregados absorvem essas mudanças e aplicam em suas práticas de carreira e empregabilidade. A cada dia, práticas como estas são realizadas nas organizações da atualidade, ou seja, cada vez mais se faz uso de *sites* para levantamento de candidatos a vagas no mercado de trabalho.

Para Berklaar, Scacco e Birdsell (2015), as informações *online* antecipam o aumento de oportunidades nos processos seletivos. Para esses autores, a visibilidade dada às pessoas por meio da *Internet* frente aos processos de seleção de pessoas e também de carreiras tende a aumentar. A aceitação desta afirmativa poderia trazer oportunidades aos trabalhadores, sendo estas relacionadas à construção da reputação desses trabalhadores, as quais poderiam afetar decisões ligadas às suas carreiras.

Embora seus estudos tenham sido direcionados para os Estados Unidos, Slovensky e Ross (2012) também discorreram a respeito da utilização de *sites* e redes de relacionamentos, como Facebook®, LinkedIn®, MySpace®, entre outros, pelos gestores de recursos humanos, com o objetivo de levantar informações dos candidatos. Estes estudos reiteram o que foi apresentado nos artigos 1, 3, 4 e 6, a respeito da utilização dessas tecnologias. Entretanto, conforme o artigo 2 apontou, muitas vezes, estes recursos são utilizados por apenas uma das partes, haja vista fatores limitantes de uso, como a ineficiência na utilização de tecnologias ou outros elementos.

Em relação aos efeitos das tecnologias nos processos de recrutamento e seleção de pessoas, com base nos artigos analisados, parece ter havido maior facilidade de busca de oportunidades e inserção de currículos, para os candidatos que buscam trabalho nas diversas partes do mundo. Também foram apontados ganhos para as empresas que têm acesso às informações dos

candidatos, sem a necessidade de estar com esses candidatos fisicamente presentes, sobretudo no artigo 3.

Neste mesmo sentido, Francisca e Abdullateef (2015) evidenciam que a distância não se apresenta mais como barreira para aqueles que se utilizam das tecnologias, pois os candidatos podem avaliar as oportunidades de emprego de qualquer localidade. Da mesma forma, aqueles que recrutam e selecionam as pessoas possuem as mesmas condições de utilização das tecnologias e de acesso aos candidatos, ampliando-se as opções para ambos, empregador e candidato.

De acordo com Almeida (2009), a informatização permitiu o aumento das tecnologias em recrutamento e seleção de pessoas, desde o envio de um currículo, até a participação em testes de personalidade, entre outros testes. Conforme o artigo 3 evidenciou, este processo contribui para o aumento da visibilidade por parte daqueles que se candidatam e buscam por vagas em diferentes localidades, apesar de apontar também o cuidado que os trabalhadores devem observar nas próprias informações apresentadas na *Internet*, à mercê de interpretações diversas, que podem trazer prejuízos aos seus protagonistas, merecendo novos olhares a este respeito em outros estudos. Tais cuidados com informações dispostas de forma *online*, também foram apresentadas nos artigos 4 e 6.

É possível dizer que pouco ainda se sabe sobre as reações dos recrutadores frente às tecnologias para seleção, merecendo, portanto, aprofundamento em novos estudos. Este aspecto foi apontado no artigo 2. O artigo 5, menciona o papel do recrutador como desafio frente a perspectivas de mercados tecnológicos. Para Anderson (2003) a questão da adoção de tecnologias, bem como, as expectativas e reações daqueles que recrutam pessoas, ainda são assuntos que prescindem de dados e, por isso, há necessidade de novas pesquisas.

A ausência dessas pesquisas limita a compreensão sobre as novas tecnologias em seleção de pessoal (Oostrom et al., 2013). Esta afirmação tem

suas bases no fato de serem os recrutadores e selecionadores os responsáveis pela utilização das tecnologias nesses processos, o que também ficou patente no artigo 2.

Em relação à possível ausência de conhecimentos em tecnologias por parte dos recrutadores e selecionadores, juntamente com a necessidades de treinamentos para motivar o conhecimento dessas tecnologias para recrutamento e seleção de pessoas, apontada no artigo 2, são necessárias maiores abordagens a respeito desta ótica, pois a inexistência de tais condições traria prejuízos às organizações. Para Foina e Moraes (2015), o conhecimento em tecnologias é importante para os processos de Recursos Humanos, uma vez que agregam melhorias às organizações, tais como, capacitação profissional e retornos financeiros.

Autores como Silva e Froehlich (2014) salientam a ausência de profissionais de recursos humanos, em certa parcela de empresas, com capacitação para administrar processos que envolvam a utilização de tecnologias. Isto reitera, assim, as discussões propostas no artigo 2. a este respeito.

Para Marques e Lazzarini Neto (2002), a utilização de técnicas e tecnologias na execução dos trabalhos não são suficientes, pois há que se lançar mão de treinamentos e aprendizados contínuos. Os mesmos autores discorrem, ainda, que a inovação pretendida pelas empresas ocorrerá, quando existir um fluxo permanente, por meio do qual as tecnologias da informação fortaleçam a gestão de recursos humanos e a gestão de recursos humanos fortaleça as tecnologias de informação.

Já Feitosa e Silva (2014) afirmam que o treinamento organizacional oferece aprendizado e reciclagem de conhecimentos, elevando, assim, a qualidade dos trabalhos desempenhados nos diversos setores das empresas. A implantação de treinamentos voltados a suprir as lacunas de certos profissionais

de recrutamento, talvez auxiliasse as organizações da atualidade na resolução destas questões, elevando a qualidade de seus serviços prestados.

Os aspectos relativos à transparência dos empregadores para com os candidatos em relação à utilização da *Internet*, na busca de informações *online* para os processos seletivos, apresentados nos artigos 1, 3, 4 e 6, estão totalmente ligados ao fator credibilidade. É primordial que as empresas façam uso da transparência em seus processos de seleção, permitindo, assim, que candidatos e empresas promovam a credibilidade ao processo (Silva, F.; Silva, M., 2006).

Informações advindas das redes sociais podem auxiliar os recrutadores e selecionadores, uma vez que esses profissionais passam a ter conhecimentos prévios a respeito do comportamento de seus candidatos, antes da entrevista designada. Sendo assim, a ética deve prevalecer: os critérios e ferramentas utilizadas no processo precisam ser apresentados previamente (D'ávila; Régis; Oliveira, 2010).

Já em relação à necessidade de cuidados com as informações digitais por parte dos trabalhadores, mesmo em momentos em que não ocorre a busca pelo emprego, discutidas nos artigos 3 e 6, são posturas cada vez mais salientadas por aqueles que demonstram maiores conhecimentos em recrutamento e seleção no advento das tecnologias. Para Gomes (2011), o trabalhador há de observar a qualidade das informações, sejam elas imagens, sejam elas opiniões, para que estas, assim, não influenciem de maneira negativa a pesquisa *online* efetuada pelos recrutadores e empresas em geral. Autores como Souza Neto et al. (2015), apontam, em suas pesquisas, unanimidade de seus entrevistados em relação a informações publicadas, demonstrando preocupações desses indivíduos com suas imagens divulgadas nas redes.

O trabalhador poderá obter vantagens ao utilizar as tecnologias *online*, se aprender a lidar efetivamente com todas as ferramentas disponíveis para as mais diversas situações de sua narrativa de vida, fortalecendo sua imagem frente às redes sociais e *Internet*. Por outro lado, caso não tome os devidos cuidados com

a exposição de sua imagem, poderá colocar em risco sua reputação frente às empresas contratantes, mesmo que a imagem ruim, registrada em certo momento, não represente o caráter e comportamento reais daquele candidato.

Autoras como Laimer e Giachini (2015) discorrem a respeito das condutas positivas e negativas que podem influenciar os processos de atração e seleção de pessoas com utilização das redes sociais. Para elas, os indivíduos devem apresentar perfis que demonstrem proatividade, bons relacionamentos e fácil aceitação aos processos de mudanças. Advertem, outrossim, quanto a erros de digitação, discussões de cunho preconceituoso e, até mesmo, ofensivo, condutas que podem comprometer o futuro de um candidato no processo seletivo que pretender participar.

Considerações Finais

Tendo em vista a investigação das temáticas recrutamento e seleção de pessoas e seus efeitos frente às tecnologias, em artigos de periódicos veiculados pelo Portal de Periódicos da CAPES/ MEC, o estudo buscou levantar os impactos do uso dessas ferramentas nestes importantes subsistemas de atração de pessoas para as organizações, ressaltando aspectos mais evidenciados nos olhares dos pesquisadores.

Foi observado que os profissionais de recrutamento e seleção utilizam *sites* de redes sociais na avaliação comportamental prévia dos candidatos, situação que chama a atenção para mudanças de posicionamentos dos candidatos, selecionadores e, inclusive, empregados já pertencentes aos quadros funcionais das empresas.

Questões relacionadas à ausência de conhecimentos em tecnologias por parte de parcela de profissionais de recursos humanos que atuam em recrutamento e seleção, também foram percebidas. Da mesma forma, ficou patente a necessidade de treinamentos para suprir as lacunas envolvendo a rotina desses profissionais.

Na busca de pontos que favoreçam ou desfavoreçam a utilização das tecnologias nos processos aqui relacionados, o estudo também salientou a necessidade de transparência por parte dos empregadores para com seus candidatos, trazendo credibilidade ao processo e relacionamento entre as partes. Evidenciou-se, ainda, a necessidade de cuidados com as informações digitais dos trabalhadores, mesmo em momentos em que estes não se encontram à procura de emprego.

Outra contribuição da presente análise é a relevância apontada pelos estudiosos da moderna gestão de pessoas e, também, pelos profissionais do mercado da atualidade, sobre o uso de tecnologias neste subsistema. Para esses, é imprescindível estreitar laços com os processos relacionados a um mundo cada vez mais tecnológico.

Grande parte dos artigos encontrados discorreu sobre questões ligadas a sistemas de lógica computacionais para seleção de pessoas, bem como, para validação desses instrumentos, deixando de lado o aspecto humano das relações entre recrutadores e candidatos inseridos nas diversas posições de trabalho. Tais estudos valorizaram a discussão entre os cálculos utilizados na formação dos sistemas computacionais e também formação dos instrumentos utilizados nos processos de seleção, desprivilegiando questões ligados ao relacionamento entre selecionadores e candidatos. Desta forma, são sugeridos novos estudos e reflexões, com o objetivo de incentivar a ampliação da produção acadêmica em temas ligados ao Recrutamento e Seleção de Pessoas frente às tecnologias no Brasil, favorecendo o crescimento e maior representatividade nas áreas envolvidas.

REFERÊNCIAS

ABREU, N. R. et al. *E-recruitment* no setor hoteleiro: um estudo na cidade de Maceió. **Revista GEINTEC: gestão, inovação e tecnologias**, São Cristóvão, v. 4, n. 5, p. 1292-1309, 2014,. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/343/482>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

ALMEIDA, W. **Captação e Seleção de Talentos:** com foco em competências. São Paulo: Atlas, 2009.

ALMERI, T. M.; MARTINS, K. R.; DE PAULA, D. S. P. O uso das redes sociais virtuais nos processos de recrutamento e seleção. **Revista de Educação, Cultura e Comunicação do Curso de Comunicação Social das Faculdades Integradas Teresa D'Ávila**, Lorena, v. 4, n. 8, p. 77-94, jul./dez.2013. Disponível em: <<http://publicacoes.fatea.br/index.php/eccom/article/viewFile/635/453>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

ANDERSON, N. *Applicant and recruiter reactions to new technology in selection: A critical review and agenda for future research*. **International Journal of Selection and Assessment**, Amsterdam, v. 11, n. 2/3, p. 121-136, jun./ set. 2003. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/228254231_Applicant_and_Recruiter_Reactions_to_New_Technology_in_Selection_A_Critical_Review_and_Agenda_for_Future_Research>. Acesso em: 24 ago. 2015.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERKELAAR, B. L. *Cybervetting, Online Information, and Personnel Selection: New Transparency Expectations and the Emergence of a Digital Social Contract*. **Management Communication Quarterly**, Thousand Oaks, v. 28, n.4, p. 479-506, nov. 2014. Disponível em: <<http://mcq.sagepub.com/content/28/4/479.full.pdf+html>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

BERKELAAR, B. L.; SCACCO, J. M.; BIRDSSELL, J. L. *The worker as politician: How online information and electoral heuristics shape personnel selection and careers*. **New Media & Society**, Londres, v. 17, n. 8, p. 1377-1396, set. 2015. Disponível em: <<http://nms.sagepub.com/content/17/8/1377>>. Acesso em: 4 set. 2015.

BERKELAAR, B. L.; BUZANELL, P. M. *Online Employment Screening and Digital Career Capital: Exploring Employers' Use of Online Information for Personnel Selection*. **Management Communication Quarterly**, Thousand Oaks, v. 29, n. 1, p. 84-113, fev. 2015. Disponível em: <<http://mcq.sagepub.com/content/29/1/84>>. Acesso em: 11 ago. 2015.

CARAVANTES, G. R.; PANNO, C. C.; KLOECKNER, M. C. **Administração:** teoria e processo. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

CARVALHO, A. V.; NASCIMENTO, L. P.; SERAFIM, O. C. G. **Administração em Recursos Humanos**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas:** o novo papel dos recursos humanos nas organizações. Barueri: Manole, 2014.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CHIAVENATO, I. **Planejamento, Recrutamento e Seleção de Pessoal:** como agregar talentos à empresa. São Paulo: Atlas, 2004.

D'ÁVILA, G. C.; RÉGIS, H. P.; OLIVEIRA, L. M. B. Redes Sociais e indicações para processos de recrutamento e seleção: uma análise pela perspectiva dos candidatos. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 65-80, jan./jun. 2010.

Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-66572010000100006>. Acesso em: 14 dez. 2015.

DUTRA, J. S. **Gestão de Pessoas: modelos, processos, tendências e perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2009.

FAISSAL, R. et al. **Atração e Seleção de Pessoas**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

FEITOSA, G. S.; SILVA, E. R. R. A relevância do treinamento e desenvolvimento de pessoas: um estudo de caso na faculdade metropolitana. **Cadernos da Escola de Negócios**, Curitiba, v. 1, n. 12, p. 27-38, 2014. Disponível em: <<http://revistas.unibrasil.com.br/cadernosnegocios/index.php/negocios/article/view/115/104>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

FRANCISCA, O.; ABDULLATEEF, I. Applicant Tracking System for Nigeria Federal Road Safety Corps. **British Journal of Applied Science & Technology**, Londres, v. 6, n. 3, p. 202-215, jan. 2015. Disponível em: <<http://search.proquest.com/docview/1655503217?pq-origsite=gscholar>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

FOINA, P. R.; MORAES, A. R. Um novo RH com inovações tecnológicas: um estudo na área de recursos humanos em uma instituição financeira. **Universitas Gestão e TI**, Brasília, v. 5, n.1, p. 67-76, jan./ jun. 2015. Disponível em: <<http://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/gti/article/view/3234>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

GOMES, A. F. P. **Recrutamento nas redes sociais online**. Lisboa, ISEG, 2011, 87 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Humanos) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3394/1/Recrutamento%20redes%20sociais%20on-line.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2015.

HUNG-TSO, L. Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment analysis approaches. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, v. 59, n. 4, p. 937-944, nov.2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835210002512>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

LAIMER, V. R.; GIACHINI, V. A utilização das redes sociais no processo de recrutamento e seleção nas empresas. *Revista de Administração e Comércio Exterior*, Passo Fundo, v. 1, n. 1, p. 22-36, 2015. Disponível em: <<http://seer.faculdadejoaopaulo.edu.br/index.php/racex/article/view/2/19>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

LAIR, D. J.; SULLIVAN, K.; CHENEY, G. Marketization and the recasting of the professional self: the rhetoric and ethics of personal branding. **Management Communication Quarterly**, Thousand Oaks, v. 18, n. 3, p. 307-343, fev. 2005. Disponível em: <<http://mcq.sagepub.com/content/18/3/307.full.pdf+html>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

- MARQUES, M.; LAZZARINI NETO, S. Capital humano e TI gerando vantagem competitiva. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-16, jul-dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a16.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2015.
- MARTINS, L. C. Recrutamento *online*: – uma realidade cada vez mais presente nas empresas. **RH.com.br**. São Paulo, mai. 2005. Disponível em: <<http://www.rh.com.br/Portal/Recrutamento/Selecao/Artigo/4101/recrutamento-on-line-uma-realidade-cada-vez-mais-presente-nas-empresas.html>>. Acesso em: 21 ago de 2015.
- MASCARENHAS, A. O.; VASCONCELOS, F. C.; VASCONCELOS, I. F. G. Impactos da tecnologia na gestão de pessoas – um estudo de caso. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 125-147, jan./ mar. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552005000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 ago. 2015.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração**: da revolução urbana à revolução digital. São Paulo: Atlas, 2008.
- MENESES, P. P. M. et al. A produção científica brasileira sobre a gestão de recursos humanos entre 2001 e 2010. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 110-134, jul./ ago. 2014. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/RAM/article/view/5593/5075>>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- OOSTROM, J. K. et al. New technology in personnel selection: How recruiter characteristics affect the adoption of new selection technology. **Computers in Human Behavior**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 2404-2415, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563213001763>>. Acesso em: 16 ago. 2015.
- PONTES, B. R. **Planejamento, Recrutamento e Seleção de Pessoal**. São Paulo: LTR, 2010.
- RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2008.
- SEARLE, R. H. *New technology: the potential impact of surveillance techniques in recruitment practices*. **Personnel Review**, Bingley, v. 35, n. 3, p. 336 – 351, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/00483480610656720>>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- SILVA, C. T.; FROEHLICH, C. As contribuições da tecnologia da informação nos processos de recursos humanos em uma empresa do segmento calçadista. **Diálogo**, Canoas, v. 1, n. 26, p. 77-96, ago. 2014. Disponível em: <<http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Diálogo/article/view/1497>>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- SILVA, F. C.; SILVA, M. S. V. Recrutamento e seleção: recursos humanos desenvolvendo o capital humano. **Revista Administra-Ação**, Anápolis, v. 1, n. 3, p. 98-109, 2006. Disponível em: <<http://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/administracao/article/view/351/352>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

SINGH, P., FINN, D. *The Effects of Information Technology on Recruitment*. **Journal of Labor Research**, New York, v. 24, n. 3, p. 395 – 408, set. 2003. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12122-003-1003-4>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

SLOVENSKY, R.; ROSS, W. H. **Should human resource managers use social media to screen job applicants?** Managerial and legal issues in the USA. **Info**, Bingley, v. 14, n. 1, p. 55 – 69, 2012. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/14636691211196941>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

SOUZA NETO, R. A. et al. Recrutamento e seleção nas redes sociais: a percepção dos estudantes de administração da UFRN. **Organizações em contexto**, São Bernardo do Campo, v. 11, n. 22, p. 313-346, jul./ dez. 2015. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/OC/article/viewArticle/5513>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

TACHIZAWA, T. ; FERREIRA, V. C. P.; FORTUNA, A. A. M. **Gestão com Pessoas: uma abordagem aplicada às estratégias de negócios**. São Paulo: FGV, 2006.

TEMPOS MODERNOS. Direção: Charlie Chaplin. Produção: Charlie Chaplin. Roteiro: Charlie Chaplin, 1936. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ieJ1_5y7fT8>. Acesso em: 6 ago. 2015.

TEMA LIVRE

**MÍDIA E REPRESENTAÇÕES SOCIAIS: IMPACTOS
SOCIOCULTURAIS E AMBIENTAIS DA PONTE DA
INTEGRAÇÃO BRASIL/ARGENTINA
MEDIA AND SOCIAL REPRESENTATIONS: SOCIOCULTURAL
AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE BRAZIL /
ARGENTINA INTEGRATION BRIDGE**

Muriel Pinto³⁴Cristóvão Domingos de Almeida³⁵

Submissão: 29/09/2017

Revisão: 30/10/2017

Aceite: 10/11/2017

Resumo: O objetivo é analisar as relações socioculturais da fronteira, São Borja-Brasil / Santo Tomé-Argentina. A fronteira é marcada pelo limite do Rio Uruguai, com importância para os processos de comunicação, as relações comerciais e as ações dos ribeirinhos na contemporaneidade. Fundamentamos o estudo nos conceitos de mídia, memória, representações sociais, identidades socioterritoriais e na interpretação das articulações políticas durante o período de construção da ponte da integração. Metodologicamente, utilizamos a pesquisa documental e levantamento das reportagens sobre a construção da ponte da Integração para compreender a partir de análise de conteúdo a historiografia regional e as práticas socioculturais da fronteira. Inferimos que a fronteira é uma região porosa e também seletiva, que se caracteriza por uma identidade fronteiriça marcada por interações culturais missioneira, gaúcha e ribeirinha. Concluímos que os impactos da construção da ponte geram preocupação por parte dos populares com uma provável extinção de modos de vida tradicionais.

Palavras-chave: Mídia, Fronteira, Representações e Identidades.

Abstract: The objective is to analyze the socio-cultural relations of the border, São Borja-Brazil / São Tomé-Argentina. The boundary is marked by the boundary of the Uruguay River, with importance for the communication processes, the commercial relations and the actions of the riverside ones in the contemporaneity. We base the study on the concepts of media, memory, social representations, socio-territorial identities and on the interpretation of political articulations during the period of construction of the integration bridge. Methodologically, we used the documentary research and survey of the reports on the construction of the Integration Bridge to understand from a content analysis the regional historiography and the socio-cultural practices of the border. We infer that the frontier is a porous and also selective region, characterized by a border identity marked by missionary, gaucho and riverside cultural interactions. We conclude that the impacts of the construction of the bridge generate concern on the part of the popular ones with a probable extinction of traditional ways of life.

Keywords: Media; Border; Representations; Identities.

³⁴ Doutor em Geografia, Mestre em Desenvolvimento Regional e licenciado em geografia. É professor no mestrado profissional em Políticas Públicas e na graduação na Universidade Federal do Pampa. E-mail: murielpinto@unipampa.edu.br

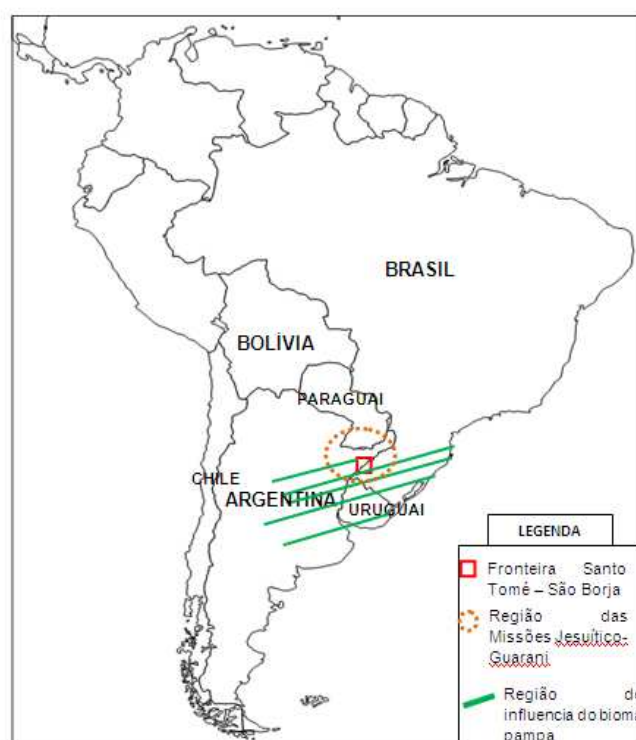
³⁵ Pós-doutor em Comunicação e Práticas de Consumo, doutor em Comunicação e Informação, Mestre em Educação e graduado em Relações Públicas. É professor Adjunto na Universidade Federal do Pampa. E-mail: cristovaoalmeida@unipampa.edu.br

Introdução

A fronteira São Borja-Brasil/ Santo Tomé-Argentina, esta regionalizada no bioma do pampa, também conhecido como região socioambiental de campanha. Geograficamente estas cidades localizam-se respectivamente nas regiões Sudoeste Rio-Grandense do Estado do Rio Grande do Sul, e Departamento de Santo Tomé, Província de Corrientes, Argentina. Estas municipalidades também se integram na chamada região histórica das Missões Jesuítico-Guarani da América do Sul.

A fronteira Brasil/Argentina, limita-se via rio Uruguai. Ao longo da história, o rio foi de grande importância socioeconômica, pois serviu como acesso para o traslado de índios guarani da redução jesuítica de Santo Tomé para fundarem a redução de São Francisco de Borja ainda no século XVI. O rio também serviu como via de escoamento da produção de charque e de erva-mate que eram produzidas nessa região.

Figura 1: Localização da fronteira São Borja-Brasil/ Santo Tomé-Argentina



Fonte: Elaboração Muriel Pinto

Nas últimas décadas, o rio Uruguai tornou-se uma via estratégica para as relações comerciais do Conesul. Em 1997, foi construída a ponte da integração na fronteira São Borja-Santo Tomé. Até então, o traslado entre as duas municipalidades era via balsa, que ligava o porto do lado brasileiro, até o chamado porto do formigueiro em solo argentino.

O debate sobre a construção da ponte de Integração, conforme consta nos documentos do Ministério dos Transportes, iniciaram-se na década de 30, no governo Getúlio Vargas. No entanto, a primeira ponte a ser construída na região fronteira-Oeste do Rio Grande do Sul, foi à ponte entre Uruguaiana-Libres. Segundo relatos expostos no jornal Folha de São Borja, a demora de sessenta anos para a construção da devida obra, ocorreu em virtude da falta de articulação política e deficiência na elaboração do projeto e adequações no edital de licitação.

A região fronteira São Borja-Santo Tomé esteve envolvida em diversas trajetórias históricas relevantes para o cenário da América do Sul. Elas foram reduções Jesuítico-*Guarani* nos séculos XVI e XVII, seus territórios serviram de entrada para Guerra do Paraguai, foram locais de nascimento de personalidades políticas como Getúlio Vargas e João Goulart e do reacionário Andresito Guacurari. Menciona-se também as suas influências nas relações socioculturais do pampa.

Esses períodos históricos contribuíram para a construção de discursos, símbolos, práticas culturais, tradições e costumes regionais. Tais fatores possibilitaram a produção de diversos bens culturais, que estão espacializados no território fronteiro através de tipologias patrimoniais. As práticas sociais e as manifestações culturais fronteiriças representam discursos e símbolos identificados com o período das Reduções Jesuítico-*Guarani*.

Estes aglomerados reducionais possuíam um planejamento urbano avançado para época, que se espelhavam em modelos barrocos. A estrutura urbana das reduções era constituída por *cabildo*, praça, igreja, cemitério, escolas,

oficinas, canteiros. Atualmente muitos municípios missioneiros adequaram suas áreas centrais ao perímetro urbano das antigas reduções, para organizá-las de acordo com as estruturas reducionistas.

Portanto, analisaremos as relações socioculturais da fronteira São Borja-Brasil/ Santo Tomé-Argentina, voltando-se para a interpretação das articulações políticas realizadas no período da construção da ponte da integração, evidenciando as narrativas da mídia, a memória e as identidades socioterritoriais contemporâneas. Para tanto, realizou-se análise de conteúdo da historiografia regional, e das práticas socioculturais da fronteira, centrando em três momentos históricos: o período reducional do século XVI, a construção da ponte da integração e as práticas sociais contemporâneas.

Fronteira cultural e as articulações com a memória e a identidade

As cidades fronteiriças constituem redes de interação amplas e complexas. Em função das especificidades das relações entre os agentes sociais que habitam essas áreas, é comum encontrarmos estudos de fronteira sobre as chamadas cidades-gêmeas. Para Oliveira e Silva (2008), as cidades-gêmeas são pares de centros urbanos geograficamente próximos, divididos por um limite internacional. Elas podem ser definidas como núcleos centrais da fronteira. No caso das cidades de faixa de fronteira, são importantes as interações com espaços não-contíguos do que com o espaço adjacente.

O processo de construção das fronteiras culturais ocorre nas ações de integração transfronteiriça que envolvem diversos atores sociais. As articulações englobam diversos níveis sociopolíticos, bem como as esferas federais, estaduais, municipais e, representantes da sociedade civil. Segundo Grimson (2005), estes atores estão constantemente inseridos em lógicas locais de disputas e articulações, onde os agentes fronteiriços possuem interesses, práticas e discursos contrastantes e não homogêneo ao Estado, o que expõem disputas por características e sentidos da fronteira.

Para Grimson (2005) as fronteiras constituem um terreno produtivo para pensar as relações de poder no plano sociocultural, visto que os interesses e identificações dos atores locais encontram diversas articulações e, muitas vezes, entram em conflitos com os planos e a inserção do Estado Nacional. Grimson (2005, p. 67) afirma que “las comunidades fronterizas pueden ser agentes de cambios sociopolíticos significativos más allá de su localidad e incluso más allá de su estado”.

Nessa perspectiva, as agências locais nos mobilizam a refletir sobre a produção e reprodução da fronteira. Para Grimson (2005) é necessário pensar sobre a maximização dos benefícios econômicos da existência do limite, em contrapartida da construção fronteiriça amparada nas ações coletivas, práticas cotidianas e manifestações culturais.

Segundo Grimson (2005, p. 133):

En el Cono Sur, aunque no conozcamos casos tan extremos, recién comienza a asumirse el desafío de pensar como agentes fronterizos a los jesuitas de las reducciones, a los guaraníes, a los bandeirantes, a los fazendeiros riograndenses y a muchos otros sectores sociales que tuvieron un papel relevante – a través de sus propios éxitos y sus fracasos, como la Guerra Guaranítica de mediados del siglo XVIII– en la construcción de las fronteras políticas en el Cono Sur.

Percebe-se que o conhecimento histórico e cultural das regiões fronteiriças torna-se fatores relevantes para pensar como estão constituídas as fronteiras e as relações socioculturais e ambientais transfronteiriças. O desafio proposto por Grimson (2005), nos ajudam a incluir os jesuítas, os guaranis e os fazendeiros rio-grandenses como agentes fronteiriços. Essas ações sintonizam com o processo de construção e de integração da fronteira entre Brasil e Argentina, através, por exemplo, de um canal de ligação: a ponte. Estes atores sociais contribuíram para a estruturação de ações culturais, econômicas e políticas que se integram a partir das margens do rio Uruguai.

As fronteiras são lugares de interações, de trocas e também de conflitos. Essas misturas são vitais para o fortalecimento das ações sociais, do conhecimento do Outro (Freire, 2005), na construção da identidade e é um espaço propício para a difusão cultural com um forte valor simbólico. Para Grimson (2005) as zonas fronteiriças são espaços onde se produzem as identidades transnacionais. Vale ressaltar que as identidades servem como mecanismos de compreensão da cultura política e das fronteiras culturais existentes nessas localidades.

Grimson (2007) sugere que a compreensão do Outro, das suas culturas, das suas formas de identificação, é decisivo para avançar nas relações, nas práticas comunicacionais e nos projetos de integração. Destaca-se, nesse contexto, que os Estados veem diminuindo a proteção fronteiriça, no entanto, utilizam outras formas de controle e regulamentação. Ou seja, estamos acompanhando, a substituição de um modelo de territorialização por outro (Grimson, 2005), o controle pelo viés da virtualização.

A construção de pontes nas áreas fronteiriças se destaca como um dos principais projetos que reforçam o controle da fronteira. O nosso entendimento é de que a construção de novas estradas e pontes beneficia amplamente o comércio terrestre entre países, sem se preocupar com o fortalecimento das ações socioculturais das populações fronteiriças. Com essa atitude, os Estados dificultam a circulação de pequenas mercadorias, chamado de “contrabando formiga” e favorecem o fluxo em grande escala.

A consequência do controle da circulação é a anulação da história e das tradições locais (Grimson, 2007), visto que à construção de pontes expõem a representação de uma divisão territorial, que ignora as relações sociais, culturais e históricas entre as cidades fronteiriças. Nesse sentido, a fronteira que é um lugar de trocas e intercâmbios socioculturais entre as populações passa a ser controlada e reconfigurada.

Representações sociais e identidades socioterritoriais e ambientais fronteiriças

As representações sociais podem ser descritas como ideias que são refletidas no espaço. Por sua vez, as paisagens culturais representam elementos materializados no ambiente, ajudando a promover diálogo entre as práticas abstratas com os símbolos territoriais, elementos fundamentais na construção de efeitos, sentidos e significados das coisas.

Apropriamos da definição de representações como sendo formas de conhecimento social, que envolvem relações de pertencimento socioespacial reproduzida principalmente através de práticas comunicacionais. Nessa perspectiva, elencamos como uma das principais características das representações sociais: as relações com o Outro, uma vez que as representações sociais são os processos de mediações sociais (Jovchelovitch, 2009).

A materialização das representações sociais pode ocorrer através de paisagens culturais. Maciel (2001) afirma que compreender as representações sociais é preciso estar atento “tanto através dos processos visíveis, quanto por meio dos aspectos míticos dos lugares, e a paisagem pode ser fundamental nesta conexão obrigatória entre pensamento e imagem”. Desse modo, as paisagens culturais contribuem na produção de símbolos e de elementos culturais que são essenciais na reflexão conceitual das representações sociais.

Pensar e argumentar sobre as paisagens culturais envolvendo simbologias orgânicas e ao mesmo tempo manifestações abstratas, é estabelecer conexões com os valores, os saberes e as manifestações culturais. Di Méo (2005) define as paisagens culturais como um objeto etnológico, ou seja, as representações se manifestam sobre diversos panoramas, dentre elas, o patrimônio, os lugares de vida e as formas espaciais da atividade econômica.

Vale destacar também que as representações sociais se articulam com as identidades socioculturais fronteiriças. Para tanto, destacamos que as narrativas

e os símbolos culturais regionais expõem paisagens e elementos culturais identificados com manifestações culturais relacionados no meio ambiente chamado pampa, a cultura missioneira e ribeirinha³⁶. Essas constatações foram identificadas a partir da análise das imagens e dos conteúdos jornalísticos, dos discursos públicos, das narrativas musicais³⁷, nos materiais de divulgação turística, nos discursos de projetos públicos, como se expressa na **figura 2**.



Figura 2: Layout do sítio da Prefeitura de São Borja-RS (Fonte: www.saoborja.rs.gov.br)

A fronteira possui diversos elementos culturais e ambientais relacionados ao período Jesuítico-*Guarani*. As áreas urbanas das cidades apresentam marcadores territoriais que se identificam com as missões, onde se percebe monumentos e instituições culturais que representam a cultura missioneira. Os municípios de fronteira preservam os símbolos dos monumentos relacionados às missões, por exemplo, em São Borja, verificamos a cruz de Lorena, estátua de São Francisco de Borja e monumento do Tricentenário da fundação da Redução saoborjense. Já em Santo Tomé é fácil identificar a estátua mítica do índio Andresito Guazurari Artigas, as pedras e os diversos monumentos representando o período reducional. (Pinto, 2010, p. 11).

³⁶ Também foram identificados elementos culturais que exaltam as lideranças políticas e os militares nacionais.

³⁷ Destacamos as composições musicais do grupo “Os Angueras” de São Borja.

Além do patrimônio missioneiro, a fronteira apresenta uma grande quantidade de elementos culturais ligados à cultura do pampa³⁸, também conhecidas como manifestações gaúchas. Dentre elas, destacam-se as práticas e os costumes identificados como: o chamamé, a chimarrita, dança e canto típicos da região; os artefatos e vestimentas, tais como, bombacha, alpargata, boina, chiripá, lenço, cinto, entre outros. Consideramos também como patrimônio cultural, o chimarrão, a riqueza gastronômica, as manifestações artísticas e populares, tais como: festivais musicais, rodeios, grupos de dança e entidades culturais gaúchas (Pinto, 2011). Observamos que a cultura material e as manifestações artísticas gaúchas estão expostas em museus, centro de tradições gaúchas (CTG's) e centros culturais. Esses espaços se destacam como centros de difusão da cultura do pampa.

A musicalidade regional destaca-se como uma importante forma de difusão de representações sociais. Na fronteira anualmente ocorrem diversos festivais de música³⁹, que expõem composições de estilos nativistas, concursos de sambas e de carnavais. Nestes encontros de artistas exaltam-se as narrativas com teor de pertencimento a cultura gaúcha, missioneira, e ribeirinha.

Para Di Méo (2005, p.1), as festas e festividades possuem grandes implicações geográficas:

Estes eventos novos ou renovados são caracterizados por cuidados institucionais e uma dimensão artística aumentada. Eles também apontam para o surgimento de suas funções política, ideológica e econômica. Geograficamente, os festivais retratam a identidade e a imagem das cidades, a solidariedade e unidade regional.

Percebe-se, a partir desta afirmação, que a organização de um evento cultural está marcada pelos sentimentos de pertinência popular e ao mesmo

³⁸ Foram mapeados diversos imóveis com arquiteturas ecléticas na região, estas casas em grande escala são de propriedade dos estancieiros, reprodutores da cultura do pampa.

³⁹ Festivais: da Barranca, festivais de músicas de Carnaval, Ronda de São Pedro (São Borja), e Festival do Folclore Correntino (Santo Tomé).

tempo por relações de poder. Sendo assim, “além do lugar festivo, são territórios que estão em questão, territórios bem reais, ou somente representados, imaginados e sonhados” (Di Méo, 2005, p. 237).

Pinto (2012) também entende que esses encontros são manifestações que visa fortalecer o pertencimento, por exemplo, no Festival Ronda de São Pedro, observa-se uma manifestação exótica, pois a característica do evento, reúne-se para cantar as músicas gaúchas, com temática junina. A partir destas peculiaridades, apresenta-se o que Di Méo (2005) defende, como geografia das redes através dos festivais, ou seja, a cultura missioneira se integra com elementos culturais relacionados a outras escalas regionais, como: elementos nordestinos (no caso da Ronda), cultura correntina da Argentina (chamamé) e cultura rio-grandense.

Por sua vez, as manifestações ribeirinhas expõem representações e paisagens identificadas à cultura da pesca. E, no Cais do Porto, localizado às margens do Rio Uruguai, local onde se tinham as balsas para realizar os traslados, destaca-se como o principal lugar de difusão cultural. E, esse ambiente pode se articular com a ponte de integração, símbolo territorial que se inclui num espaço social identificado com ideias e práticas ribeirinhas. Muito embora, a ponte da Integração contribuiu fortemente para a diminuição das embarcações, da navegabilidade no rio Uruguai, permanecendo visão ampla do rio, visto do alto, em velocidade suficiente para diminuir a contemplação dessa riqueza natural.

Figura 3: Ponte da Integração São Borja/Brasil-Santo Tomé/Argentina



Fonte: Acisb

A região ribeirinha está inserida em espaços com baixo poder aquisitivo, estas áreas estão afastadas do centro da cidade e fortemente afetada pela construção da ponte, principalmente os pescadores. Em São Borja, percebe-se que a população ribeirinha está identificada com o bairro do Passo, o que nos ajuda a compreender as suas manifestações culturais através de ações comunitárias e práticas sociais que valorizam e preservam tradições relacionadas desde a fundação da redução de São Francisco de Borja ainda no século XVI.

Diante disso, observamos que as identidades missioneiras e gaúchas se destacam como hegemônicas na região. Além disso, percebemos as narrativas, as práticas e os símbolos que representam uma identidade ribeirinha nas margens do rio Uruguai, nas palavras de Castells (1999) características de uma identidade residual. Ou seja, a identidade fronteiriça deve ser considerada como um híbrido entre as representações identificadas com as manifestações socioculturais missioneiras e pampianas.

Ponte da integração através do Jornal Folha de São Borja

Entre 1994 a 1997, período da construção da ponte da Integração São Borja-Brasil/Santo Tomé-Argentina, ocorreram diversas divulgações sobre esse acontecimento no principal jornal da cidade: Folha de São Borja. Incluímos também aqui os conteúdos divulgados sobre os processos de articulação política

Binacional com o propósito de identificar as narrativas de exaltação das relações socioculturais fronteiriças; para em seguida analisar os discursos de valorização da história fronteiriça, isto é, o pertencimento às missões, reproduzidos no jornal.

Iniciamos com a pré-análise. Nesta etapa, centramos esforços no levantamento das edições do Jornal Folha de São Borja com matérias relacionadas à construção da ponte da Integração. Além dos documentos jornalísticos, encontramos edições especiais sobre o processo de construção da ponte. Passamos então para a exploração do material encontrado, com objetivo de analisar os conteúdos expostos nas edições do jornal. Para tanto, optamos pela utilização da técnica de enunciação, que se preocupa em interpretar o processo de produção das narrativas. Com essa técnica procuramos analisar os textos através de duas etapas: as unidades de registro, tais como: títulos e conteúdos das matérias, e, unidade de contexto. Nas unidades registradas, verificamos as mensagens emitidas pelos temas.

Após a leitura do Jornal folha de São Borja das edições dos anos de 1994 a 1997, levantamos os seguintes temas: Processo de licitação da obra da ponte; Opiniões sobre a construção da obra; Relação histórica da fronteira São Borja-Santo Tomé; Anúncio do consórcio vencedor para a construção (ato de início da obra); Panorama da construção da obra (símbolos da construção); Planejamento da prefeitura municipal de São Borja para a nova realidade local; Conteúdos públicos e comerciais sobre a ponte; Importância da obra para a integração sulamericana; Benefícios econômicos e sociais com a ponte e como era do interesse dos setores econômicos, dá-se pouca ênfase aos impactos ambientais especialmente aos ribeirinhos e pescadores tanto do lado brasileiro quanto do lado argentino.

Esses temas indicam a centralidade das narrativas especialmente em dois acontecimentos: no processo de licitação da obra e na construção da ponte. Entre os temas relacionados à licitação, observamos que para o lançamento da

obra houve diversas mobilizações políticas e comunitárias que objetivavam obter maior representatividade perante as esferas governamentais, tanto no âmbito Federal, Estadual e Municipal, quanto na provincial argentina. A força dessa mobilização contribuiu para a criação da Comissão Mista Brasileira-Argentina (COMAB), que se responsabilizou pelas negociações políticas-administrativas da obra. Também encontramos narrativas que tratam do tema licitação, tais como: “lançamento oficial do edital da ponte”, “anúncio do consórcio vencedor para construção da ponte”, e “participação do prefeito de São Borja nas decisões sobre a obra (exposição política)”.

Em relação à temática relacionada ao processo de construção da ponte da Integração, identificamos diversas unidades de registro que exaltam as etapas da obra como atos simbólicos. Os títulos das matérias sugerem esses efeitos simbólicos no imaginário coletivo: “ferro e cimento simbolizam mais de meio século de luta coletiva” e “emoção com a colocação da primeira viga no lado brasileiro”.

Ainda cabe mencionar que durante o processo de construção da ponte da Integração, registrou-se as vozes políticas sobre a importância da obra para o desenvolvimento da região e da fronteira. Desse modo, foram reproduzidas mensagens de valorização das relações histórico-cultural da fronteira São Borja/Santo Tomé. Verificamos ainda os benefícios econômicos da ponte como discurso mobilizador da opinião pública. Nesse cenário, a prefeitura municipal de São Borja, apresentou propostas para um melhor planejamento urbano, social e econômica da cidade.

Passamos, então, para a análise contextual. Na análise contextual procuramos identificar as articulações políticas e institucionais realizadas no processo de construção da ponte da Integração. Durante a construção da obra, o Jornal publicou discursos com viés de exaltação histórica e cultural com narrativas de favorecimento das relações de fronteira entre São Borja e Santo Tomé. Entre as principais mensagens que predominaram nos documentos

foram nos editoriais, nos textos de opinião, nas cartas dos leitores, nos encartes especiais sobre a ponte da Integração, nas matérias jornalísticas, na exposição de projeto municipal, nos informes publicitários, nas entrevistas e outros.

Em relação às vozes políticas que emitiram mensagens nas edições do jornal, os discursos foram de exaltação. Os políticos que escreveram mensagens com esse teor foram: o Governador do estado do Rio Grande do Sul, Antônio Britto; o prefeito de São Borja, Luis Carlos Heinze; o ministro dos Transportes, Odacir Klein; o Governador da Província de Corrientes, Rolando Romero Ferris; Intendente de Santo Tomé, Beatriz Farizano, entre outras autoridades políticas. Identificamos também foram mensagens institucionais da Prefeitura e Câmara de Vereadores de São Borja, da Intendência de Santo Tomé, bem como do setor empresarial do município ressaltando o aspecto do desenvolvimento social e econômico a partir da construção da ponte.

Vale destacar que nesses discursos encontramos narrativas de que a proposta da construção da ponte era um projeto almejado há décadas. Percebemos, através das matérias da Folha de São Borja, que a obra já era cogitada desde o primeiro mandato do presidente Getúlio Vargas, na década de 1930. Isso demonstra que ocorreram muitas articulações políticas e mobilizações sociais até a sua concretização em 1997.

[...] a primeira decisão formal, viria apenas em agosto de 1989, pelo ato firmado pelos então presidentes José Sarney e Raul Alfonsín, em Uruguaiana. Pelo acordo de ambos, ficam tomadas duas decisões pioneiras, uma parceria binacional e a concessão de obra pública à iniciativa privada. É criada então a COMAB – Comissão Mista Argentina- Brasil, para cuidar do empreendimento (FOLHA DE SÃO BORJA, 19 de agosto, 1996).

Percebe-se que a COMAB era composta pelas principais lideranças políticas e comunitárias das duas municipalidades. Sua função era estratégica nos processos de negociações, tanto na criação do projeto, no planejamento financeiro, na supervisão e execução da obra. O engenheiro da prefeitura São Borja e diretor da Comissão, Newton Brunelli, foi o responsável pelo processo

de articulação entre os setores da esfera pública e o planejamento para viabilizar a construção da ponte da integração. Nesse sentido, o engenheiro ficou responsável pelo estudo técnico sobre a viabilidade da obra, juntamente com a Fundação Universidade de Córdoba-Argentina. Vale destacar também as negociações diplomáticas, realizadas pelos governos do Estado do Rio Grande do Sul, da Província de Corrientes, e das municipalidades de São Borja e Santo Tomé. A interlocução desses setores públicos foi fundamental no planejamento e na execução da obra.

Num primeiro momento, a obra seria financiada apenas com recursos públicos do Brasil e da Argentina. No decorrer das negociações, perceberam que só se tornaria viável através de parceria com empresas privadas. Para o financiamento da obra, definiram que tanto o Brasil quanto a Argentina faria o investimento de 8 milhões de dólares, além da contrapartida das empresas vencedoras no processo licitatório.

Do processo de elaboração até o lançamento do edital de licitação para construção da ponte da Integração percorreu quatro anos. Houve três processos licitatórios antes do anúncio das empresas vencedoras. Em 1995, foi divulgada a empresa Mercovia S.A como a vencedora do processo licitatório. Já em 1996, iniciou-se as obras, com a sua conclusão no final de 1997. Nesse período, entre a elaboração do edital até o início da obra é possível perceber nas narrativas do Jornal Folha de São Borja, alguns discursos com marcas de disputas e confrontos entre São Borja e Santo Tomé. Um fato gerado e divulgado na imprensa foram as tentativas de mudança do trajeto por parte de Santo Tomé, que almejava que o percurso cruzasse pela área urbana da cidade.

Em relação análise das mensagens de exaltação histórica e cultural das relações de fronteira, foram escritos textos que relacionaram a construção da ponte como uma homenagem aos ex-presidentes nascidos em São Borja, Getúlio Vargas e João Goulart. Tal conteúdo pode ser lido no texto opinativo do Governador do Rio Grande do Sul, Antônio Britto:

Não abrimos mão de nosso passado. Temos muito orgulho dele, mas estamos, mais do que nunca, convencidos de que a melhor forma de homenagear Getúlio e Jango, independente de partidos, é construir um futuro de sucesso, com novas oportunidades de educação, saúde e progresso.

Além da exaltação à memória dos ex-presidentes de São Borja, foi mencionada a importância da trajetória histórica e cultural do local, onde o rio Uruguai e o bairro do Passo se destacaram como lugares de difusão sociocultural para os diversos momentos históricos da fronteira. O texto “a travessia do rio nem sempre, serviu a paz, como agora”, destacou-se por apresentar mensagens que relacionaram à construção da ponte a zona ribeirinha da cidade. Nesse mesmo texto, menciona-se ainda o processo de construção da redução de São Francisco de Borja (século XVI), os confrontos bélicos que ocorreram na fronteira com a Guerra do Paraguai e a invasão de Andresito Artigas⁴⁰. Destacam-se também as transações pacíficas na fronteira especialmente as relações comerciais através do rio Uruguai. Consideramos essas narrativas um espaço de fortalecimento das relações socioculturais e econômicas existentes entre São Borja e Santo Tomé, pois, havia um forte desejo da população em passar livremente de um lugar a outro.

Os conteúdos divulgados pelo Jornal Folha de São Borja revelam que o processo de construção da ponte da Integração envolveu diversas articulações e atores fronteiriços. Para Grimson (2005) as intenções de integração das fronteiras envolvem agentes de diversos níveis sociopolíticos. No caso da fronteira e da construção da ponte da Integração, percebemos um leque de pessoas envolvidas nas negociações, dentre elas, os integrantes da Comissão Mista Brasil-Argentina. Essa Comissão era composta por representantes das municipalidades e da sociedade civil, além é claro dos agentes políticos das três esferas de governo e das mobilizações ativas da organização da sociedade civil.

⁴⁰ Índio *Guarani*, considerado um líder revolucionário regional, que lutou contra a decadência das reduções Jesuítico-Guarani.

Nesse contexto, incluímos também a empresa vencedora do processo licitatório, A Mercovia S.A. Ela se destaca como um ator estratégico, pela agilidade na construção, mesmo sabendo que ela é a detentora dos direitos de concessão, por vinte anos, há um complexo de serviços aduaneiros que atrai investimento e postos de trabalho para as pessoas das duas cidades.

Segundo Grimson (2005) estes atores estão inseridos em lógicas de disputas pelas características e sentidos da fronteira, no entanto, não foi notado nas mensagens jornalísticas, vozes de oposição à construção da ponte. Neste caso, pode ser descrito que houve uma dialética entre “acima” e “abaixo” nas articulações. Percebemos com clareza os discursos das relações de poder entre os atores políticos nas diferentes etapas da construção da obra.

Vale ressaltar que nas matérias divulgadas no Jornal Folha de São Borja, destacam-se as vantagens econômicas que a ponte da Integração poderia trazer para a fronteira. Grimson (2007) argumenta que a construção de pontes e estradas não objetivam beneficiar a população fronteiriça, mas sim favorecem o comércio de grande escala, dificultando o comércio em menores proporções, chamado de “contrabando formiga”.

Certamente a construção da ponte da Integração acelerou o comércio em grande escala, mas também promoveu uma nova forma de controle e de regulamentação da fronteira. Essa preocupação foi divulgada no Jornal Folha de São Borja, aumento do fluxo de caminhões, traslado com maior agilidade, mas controlado na entrada e na saída.

Esse controle da circulação de pessoas é feita através do monitoramento dos veículos e dos registros documentais das pessoas. Essas mudanças de atitudes é uma espécie de anulação da memória, da história, das manifestações culturais e das tradições locais, uma vez que as pontes dificultam as trocas e intercâmbios socioculturais. As matérias publicadas no Jornal Folha de São Borja dão a impressão de que a construção da ponte poderia representar uma

integração sociocultural fronteiriça pelo simples fato do acesso, desconsiderando as vivências e os impactos ambientais.

AS representações identitárias fronteiriças pós construção da ponte da integração

Para fortalecer a ideia de representações identitárias durante o processo de construção da ponte da Integração ocorre um marco histórico: a criação do Mercosul. A consolidação desse bloco visa promover os ideais de integração, multiculturalismo, circulação de capitais, difusão turístico-cultural, entre outros.

Desde a década de 1990, observa-se que diversos projetos internacionais foram criados para melhor planejar os bens culturais e potencializar o turismo nas antigas reduções Jesuítico-*Guarani*. No entanto, deve-se compreender que a fronteira São Borja / Santo Tomé não esteve inserida na grande maioria destas ações de planejamento.

Essa visão se altera após a construção da ponte da integração. Com a facilidade no traslado, geram-se mudanças nas relações socioculturais permitindo o acesso rápido não só para os balneários litorâneos, mas também para os pontos turísticos do pampa e da campanha gaúcha. Outro ponto a ser destacado é a alteração nas relações socioculturais com as comunidades ribeirinhas da fronteira. O traçado da construção da ponte foi edificado numa região afastada das áreas urbanas das duas municipalidades. Essa situação mudou por completo, pois, as relações comerciais entre brasileiros e argentinos, ocorriam no Cais do Porto de São Borja e no porto do formigueiro de Santo Tomé.

Figura 4: Balsa sobre o Rio Uruguai, 1970



Fonte: Acervo Municipal de São Borja

Com a construção da ponte deixou de haver um maior contato da população fronteiriça com as manifestações culturais relacionadas ao rio Uruguai, uma vez que a partir do transporte via balça à comunidade era defrontada com paisagens e práticas socioculturais identificas com a fronteira.

[...] em virtude da ponte ter sido construída em outro espaço. Esse término do traslado de pessoas e veículos no antigo porto, ocasionou mudanças culturais, ambientais e econômicas nessa região ribeirinha, visto que o fluxo era intenso todos os dias da semana. (PINTO, 2010, p. 3).

Neste caso, a ponte representa ao mesmo tempo, uma integração cultural e uma ruptura de algumas práticas como as ações dos ribeirinhos. No entanto, a agilidade de estar do outro lado, possibilita maior contato e conhecimento das manifestações culturais vizinhas. É importante registrar que o traslado através da ponte exige que o habitante fronteiriço possua um veículo, ou utilize o transporte público, o que dificulta a passagem para o país vizinho, visto que a grande maioria da população local é de baixa renda.

Após a conclusão da ponte da Integração, houve um aumento significativo da passagem de veículos leves internacionais pela ponte, principalmente de turistas argentinos que rumam ao litoral brasileiro no final de

cada ano. Em contrapartida nota-se uma oscilação na circulação de veículos leves locais pela ponte, que desde 1998 apresenta ciclos anuais de aumento e queda na passagem de carros.

Portanto, torna-se instigante pensar como que as relações comerciais influenciam nas trocas culturais da fronteira, visto que o fluxo de pessoas pela divisa esta relacionado às taxas cambiais de seus respectivos países. Sendo assim, o ciclo de demanda de pessoas de um lado para outro de uma determinada divisa territorial, relaciona-se com a desvalorização cambial de uma moeda nacional ou com maior poder aquisitivo de um determinado país em relação ao outro (PINTO, 2010).

Conclusão

A fronteira São Borja/Santo Tomé tornou-se uma área estratégica para o comércio exterior do Mercosul, em virtude da construção da ponte da Integração em 1997, porém com impactos socioculturais e ambientais especialmente a população ribeirinha, uma vez que o traçado da ponte foi construído em outro local mais afastado do cais do porto de São Borja e do porto do formigueiro em Santo Tomé. No entanto, a ponte também possibilita maior fluxo de veículos locais para lado argentino, o que propicia novas relações e conhecimentos das manifestações culturais vizinhas.

Neste caso, a ponte representa ao mesmo tempo, integração cultural e uma ruptura de algumas práticas, como a ribeirinha. O estudo proposto centrou-se em analisar as relações socioculturais e ambientais da fronteira, em que buscamos identificar as articulações políticas, os atores envolvidos e as memórias histórico-culturais emitidas nos discursos para garantir a construção da ponte (1994-1997). Percebemos que a construção da ponte era um projeto almejado na região, sendo cogitado ainda no primeiro mandato do presidente Getúlio Vargas, por visualizar as aproximações comerciais entre os dois países.

Mesmo assim, nos registros identificamos as lembranças aos ex-presidentes nascidos em São Borja, Getúlio Vargas e João Goulart como incentivadores do empreendimento. Evidentemente que a construção da ponte ajuda a fortalecer a fronteira como uma região que possui semelhanças e diferenças socioculturais, os fluxos informacionais e as práticas de comunicação, o que permite refletir sobre uma justaposição socioterritorial fronteiriça. Por fim, ressaltamos que a história e as transformações espaciais contemporâneas devem ser valorizadas através da base territorial, que é o lugar do pertencimento.

Referências bibliográficas

CASTELLS, Manuel. **O poder da identidade**. Tradução Klauss Brandini Gerhardt. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GRIMSON, Alejandro. **Pasiones nacionales: política y cultura en Brasil y Argentina**. Buenos Aires: Edhasa, 2007. 640 p.

_____. **Fronteras, estados e identificaciones en el Cono Sur**. En libro: Cultura, política y sociedad Perspectivas latinoamericanas. Daniel Mato. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2005. pp. 127-142.

JOVCHELOVITCH, Sandra. Vivendo a vida com os outros: intersubjetividade, espaço público e representações sociais. In: GUARESCHI, Pedrinho; JOVCHELOVITCH, Sandra. **Textos em representações sociais**. 11. ed., Petrópolis: Vozes, 2009.

KERN, Arno. Entre Mitos e a História: As Missões Jesuíticas Platinas. COLVERO, Ronaldo; MAURER Rodrigo (Orgs.). **Missões em Mosaico. Da interpretação à prática: um conjunto de experiências**. Porto Alegre-RS: Editora Faith, 2011.

MACIEL, C. A. A. M.. **Morfologia da paisagem e imaginário geográfico: uma encruzilhada onto-gnoseológica**. Geographia, Niterói, Universidade Federal Fluminense, ano 3, n. 6. p. 1-12, 2001.

MÉO, Guy di. Le renouvellement des fêtes et des festivals, ses implications géographiques. In: **Annales de géographie**, 2005/3 n° 643, p. 227-243.

OLIVEIRA, Naia, BARCELLOS, Tanya M. de. As áreas de fronteira na perspectiva da globalização: reflexões a partir do caso Rio Grande do Sul/Corrientes. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.19, n.1, 1998. p. 225.

PINTO, Muriel. Interpretação do espaço social da Região Histórica das Missões Jesuítico-Guarani: uma dialética com as reflexões do francês Guy Di Méo. **Revista Confins (Paris)**, v. 16, p. 21, 2012.

_____. A construção de identidades híbridas em território geopoliticamente estratégico: o caso da fronteira missioneira São Borja (Brasil)/ Santo Tomé (Argentina): **Revista Naveg@merica**, Murcia, Espanha, v. 6, p. 1-17, 2011.

_____. A cidade como fenômeno cultural: os impactos territoriais das transformações do patrimônio cultural e da identidade na cidade histórica de São Borja-RS: **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. XVI, p. 1-10, 2010.

SILVA, Ricardo Marques; OLIVEIRA, Tito Carlos Machado de. O mérito das cidades-gêmeas nos espaços fronteiriços. In: **Revista OIDLES** - Vol 2, Nº 5, Universidade de Málaga, 2005.

VELASCO-GRACIET, Hélène. Les frontières et les géographes. **Géoconfluences**. 11 mar 2008. Disponível em <http://geoconfluences.enslyon.fr/doc/typespace/frontier/FrontScient.htm#1>, acesso em 20 jul 2012.

WILDE, Guilherme. Objetos, Personas y Alteridad en el Espacio Misional. COLVERO, Ronaldo; MAURER Rodrigo (Orgs.). **Missões em Mosaico. Da interpretação à prática: um conjunto de experiências**. Porto Alegre-RS: Editora Faith, 2011.

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES

ENTREVISTA COM MARTA CATUNDA: PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CONTEMPORÂNEA

Entrevistador Ivan Fortunato

Marta Bastos Catunda realizou doutorado em Educação na Universidade de Sorocaba, sob orientação de Marcos Reigota, um dos mais reconhecidos ambientalistas e professor de Educação Ambiental brasileiro. A tese da Marta, intitulado “ABC dos Encontros Sonoros: entre cotidianos da educação ambiental” e publicada como e-book (CATUNDA, 2016) é um produto que resultou de 25 anos de estudo, pesquisa e militância educativa, com o propósito de evidenciar a sonoridade como potência para a educação ambiental.

Pedagoga pela Universidade Federal do Mato Grosso com mestrado em Ciências da Comunicação pela Escola de Comunicação e Artes da USP, Marta sempre esteve interessada e saber mais e melhor sobre os sons da vida. Estuda e estudou os cantos dos pássaros, é compositora e musicista, especialista na arte de tocar a craviola. Como educadora, Marta vem trabalhando nos caminhos da Educação Ambiental, desenvolvendo pesquisa de pós-doutorado sob a supervisão de seu orientador de doutorado, o Marcos Reigota, desde 2014. Nesta entrevista, Marta conta um pouco sobre seu passado, presente e futuro com a Educação Ambiental.

1. Marta, qual o sentido de se falar em Educação Ambiental, no mundo contemporâneo?

Resposta: A educação ambiental é o próprio sentido da contemporaneidade, porque é, sobretudo, uma forma de cuidarmos da ecologia relacional seja conosco mesmo, no convívio com os outros e na forma de nos relacionarmos com a natureza .

2. Quais têm sido seus achados mais importantes e interessantes nas pesquisas que têm desenvolvido no campo da Educação Ambiental?

Resposta: Verificar formas relacionais que possibilitem o ser em grupo na formação docente, onde/quando trocar experiências educacionais e sensíveis em relação à educação ambiental podem sensibilizar para as mais diversas questões do cotidiano escolar, em especial para a importância de uma outra percepção auditiva, outro ouvir.

3. Pensando nas Escolas e Universidades, como você tem enxergado as práticas (se é que existem) de Educação Ambiental nesses ambientes de educação formal?

Resposta: Existem inúmeras formas de desenvolver práticas em Educação Ambiental, focando a formação docente ou não. Mas, a principal forma é a partir de Projetos de Extensão, dos Grupos de Estudo e ou Projetos de Pesquisa Temáticos. Isso porque, pode-se conectar com diversos movimentos de transformação da qualidade de vida, entre outros ligados à cultura, arte, esportes, permacultura, agroecologia, e da própria educação, enfim que permitam ampliar as possibilidades de atuação mais direta nas questões ambientais do cotidiano das cidades e municípios.

4. Para encerrar, como tem sido o desenvolvimento da sua pesquisas de pós-doutorado e o que espera alcançar?

Resposta: No pós-doutorado, meu foco principal são as práticas que sensibilizem para a complexidade do contexto educacional e ambiental contemporâneo. A ideia é ir fundo nos conceitos e contextos onde emergem experiências de superação da crise civilizatória. O principal conceito que enfoco na minha pesquisa

é a extinção e, para tanto, utilizo a cartografia de 57 espécies de pássaros da região Neotropical. Tenho, como base, as três ecologias de Felix Guattari e o conceito de margens de Marcos Reigota como reverberações importantes das transformações políticas, climáticas e ambientais, entre outras, para compreender como isso ressoa na educação que estamos produzindo.

Referências

CATUNDA, Marta. **A B C dos encontros sonoros:** entre cotidianos da educação ambiental. São Paulo: Edições Hipótese, 2016. Disponível em <<https://goo.gl/uv5bxB>>, acesso jun. 2017.

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES

JOIAS DO SERTÃO⁴¹

Phelefal

O Sol dardejava seus raios sobre o sertão nordestino mantendo a sua segura. O cálido ar que preenchia os pulmões de cada ser que ousasse andar sob a fúria solar era arrebatador. Apenas pessoas calejadas poderiam vaguear por aquelas terras. Entre esses calejados havia Beltrano, ou melhor, jagunço Beltrano. Tinha esse nome porque seus pais já não tinham mais nome para atribuir ao seu vigésimo filho, e lhe atribuíram um genérico, até demais. Beltrano era jagunço do Coronel Josefino Melo de Andrade, proprietário de vários alqueires de terra que abarcavam parte do sertão e parte de terra boa.

Cel. Josefino designou a Beltrano uma missão um pouco ousada: trazer-lhe joias da cidade. Ele ficou sabendo que o comerciante italiano Mario del Maggio possuía uma máquina que produzia joias valiosas, o que gerou grande cobiça. Todos na cidade próxima a fazenda de Josefino estavam espantados com a novidade. Mario a guardava a sete chaves. Então, jagunço zarpou, sem vela mesmo, a jumento, em direção à cidade.

Lembrara que havia tempo que não ia a cidade. Chegando lá, foi direto ao comércio de Mario, ver como eram essas joias. A loja estava abarrotada de pessoas que saíam com seus sacos de joias. Aguardou a sua vez impacientemente e após usar sua perspicácia sertaneja para perceber quem era Mario, dirigiu-se a ele:

Beltrano: Bom dia meu sinhô Mario! Sou Beltrano, cabra homi, jagunço de Coronel Josefino Melo de Andrade. Venho atrás de umas joias que o sinhô anda vendendo.

⁴¹ O texto a seguir foi resultado de um trabalho para a componente curricular Oficina de Projetos de Ensino: Termodinâmica ministrada pelo Prof. Dr. André Coelho da Silva no 2º Semestre de 2017 no curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – câmpus Itapetininga. O trabalho consistiu em produzir um caso que envolvia conceitos de termodinâmica e que pudesse ser trabalhado em sala de aula.

Mario del Maggio: Sì, sì! Mr. Beltrano, calma, calma mio caro ... te buscarei as joias. Mas quanto voi queres?

Beltrano: Meu sinhô disse que queria umas 100 joia.

Mario adentrou uma porta e foi buscar as cobiçadas joias. Trouxe-as em uma balde metálico.

Mario del Maggio: Aqui estão as joias, mio caro.

Beltrano se maravilhou com o brilho e a transparência das joias. Tocou-as e sentiu sua textura e umidade. Também sentiu uma leve dor nas pontas dos dedos e soltou-as rápido.

Mario del Maggio: Voi tem borsa, mio caro?

Beltrano: Tenho sim sinhô! É esse meu baú de ferro, ferro brabo. Tem que proteger as joia do meu sinhô destas pestes do sertão.

Enfiou as joias no interior do baú, pagou o italiano e saiu andando de volta para a fazenda.

Fora da cidade, sentiu vontade de ver novamente as joias que estavam no baú em cima das ancas do jumento. Parou e tentou pegar uma joia. Quando colocou a mão no interior do baú, sentiu que não haviam as joias e sentiu um líquido quente. Apeando atabalhoadamente e pegando o baú nas mãos, começou a dizer olhando o céu límpido e o horizonte escaldante:

Beltrano: Ai meu Sinhô! Mi roubaram. Mas como? Só pode ser obra do homi lá debaixo – disse fazendo o sinal da cruz – Só pode ter sido ele sim! Sumiu com as joia do patrão e ainda babou no meu baú. Bem que dizem que ele é o cão – falou direcionado para o jumento que abanava as orelhas sem entender nada – E agora entendo o porquê de chamarem o homi lá debaixo de cão.

Jumento: aaaaannnnnnghhhhhhhh! Brrrrrruuuuuuuuuuuuufffffffffffff! – respondeu o jumento abanando o rabo.

Desesperado, voltou à cidade e foi à primeira igreja que vira. Entrou e no genuflexório iniciou as rezas diante da santa imagem. O padre se aproximou,

viu o homem ajoelhado e rezando freneticamente, encostou no homem e perguntou:

Padre: Com licença, mas o que é que o senhor tem, meu filho?

Assustado, Beltrano quase caiu no chão assustando o padre e falou:

Beltrano: Não é seu padrim ... é que eu acho que o homi me assaltou.

Padre: Que homem, meu filho?

Beltrano: O homi ... – apontando o indicador para baixo e fazendo logo em seguida o sinal da cruz.

Padre: Aquele... ah! – Passou a mão na água benta pendurada em um pilar próximo e fez o sinal da cruz sobre a cabeça de Beltrano.

Padre: Mas o que ele te roubou, meu filho?

Beltrano: Me roubou as joia do meu sinhô, Coronel Josefino Melo de Andrade – e mostrou o báu molhado por dentro – e ainda babou no meu baú, é verdade, o homi também é cachorro. Oxente! Cruz credo! – fazendo o sinal da cruz novamente.

Padre: Dê-me o baú, por gentileza – e abençoou o baú com água benta.

Beltrano: O quê que faço meu padrim? O quê que eu faço para levar essas joia pro meu patrão?

Padre: Espere um pouco, meu filho, vou ver se tenho algo para proteger a ti e as joias.

A padre foi buscar uma jarra de barro no fundo da igreja. Trouxe-a até Beltrano que estava na porta da igreja e disse:

Padre: Aqui está meu filho, tome esta jarra de barro e esconda as joias aqui. Mas antes, deixe-me abençoá-la com água benta no verso e no reverso

Pegou uma jarra com água benta e banhou a jarra na parte de fora da entrada da igreja.

Padre: Aqui está meu filho. Que Deus te abençoe e que aquele não lhe atormente mais.

Beltrano: Muito obrigado meu padrim! Agora, quero ver o danado me roubar.

Beltrano colocou a jarra em cima do jumento e partiu para a loja do italiano, acenando para o padre e o padre lhe fazendo o sinal da cruz no ar. O padre falou baixo consigo, olhando o céu:

Padre: O quê que o calor não faz com essa minha gente, meu Senhor? Senhor, tenha misericórdia desse povo – e entrou na igreja fazendo sinal da cruz e cabisbaixo.

Chegando na loja do italiano, falou:

Beltrano: Boa tarde, meu querido Mario! Aqui estou eu di novo.

Mario del Maggio: Boa tarde, seu Bel ... Beltrano ... sim? – falou tentando lembrar o seu nome diante de todos aqueles clientes que atendera naquele dia.

Beltrano: Sim. Estou voltando para pegar mais joia para o meu sinhô. É que as que eu levei, o homi lá debaixo me tomou. Tenho como mostrar! Fui ao padrim e levei este baú todo babado por dentro – disse mostrando o baú para o comerciante - Não dizem que o homi é o cão também. Cruz Credo! – e fez o sinal da cruz.

Mario del Maggio: Molto bene, mas como mi caro? Como pode o cornea lhe roubar as joais? Oh mio Dio! Mamma mia!

Beltrano: Agora, tenho essa jarra abençoada pelo padrim e o Sinhô lá do céu. Faz a gentileza de pegar para mim 100 joia para o meu sinhô?

Mario sem questionar mais, foi pegar-lhe as joias e o ajudou a colocar na jarra benzida. Beltrano lhe pagou o que devia com o seu próprio dinheiro e despediu-se. Colocou a jarra nas costas do jumento e seguiu viagem de volta.

Antes de sair da cidade foi até a igreja e deu ao padre 1 joia como agradecimento. O padre sentiu a sensação esquisita da joia e se despediu com o sinal da cruz no ar. Ao entrar na igreja percebeu que a joia estava se desfazendo aos poucos. Tentou saber o que era aquele líquido e experimentou-o:

Padre: Ôh meu Pai! Bem fresquinho, obrigado meu Senhor, tenha piedade dessa gente que apesar de comprar essas joias, não creio pecarem pela cobiça, mas apenas querem se refrescar.

Fechou a igreja e foi, a passos largos, até a loja do italiano também, adquirir suas “joias”.

Chegando na metade do caminho, Beltrano quis ver se as joias estavam intactas. Abriu a jarra e viu o seu brilho e disse:

Beltrano: E não é que funcionou a jarra do meu padrim! Coisa de Deus é coisa de Deus! Obrigado sinhô por me proteger, abençoe meu padrim – falou consigo próprio levantando as mãos para o céu.

Tampou a jarra e continuou a viagem. Chegando na casa de Cel. Josefino, foi logo apeando a si e a jarra com tremenda felicidade e levou-as ao Coronel que estava sentado em sua banqueta de toco de madeira afiando uma faca. Cel. Josefino levantou-se e logo perguntou:

Cel. Josefino: Ôh meu querido Beltrano! Me trouxe as joias? Me trouxe?

A preocupação com as joias era tamanha que nem se preocupou com o atraso de Beltrano. Beltrano respondeu-lhe com tremenda felicidade:

Beltrano: Sim meu sinhô! Olhe o sinhô memo.

E viu dentro da jarra o leve reflexo das joias.

Cel. Josefino: Muito obrigado meu querido, por hoje é só! Pode tirar o peso do corpo, amanhã nos vemos.

Beltrano se despediu de Cel. Josefino e tomou o caminho até sua casa, próxima dali, em um caminhar contente. Antes, fez o sinal da Cruz ao sair como forma de agradecimento e, abençoado, seguiu o caminho de casa.

Cel. Josefino pegou algumas joias e ficou contemplando-as por um tempo. Despejou parte delas em uma bacia grande de cerâmica com um pouco de água fresca do poço e colocou os pés sobre as joias e disse:

Cel. Josefino: Ufa! Obrigado Pai! Só Beltrano para me enriquecer tanto assim.

Começou a passar as joias em seu corpo já seminu. Aliviando-se do calor que lhe fustigava a alma, purificando-a com joias abençoadas.

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES

O (DES)UMANIZADO

A.M.O.R.

Onde habitam os seres miseráveis, ruas, sarjetas, lugares impalpáveis. Jogados por aí, em algum canto do canto, para viverem imperceptivelmente suas vidas de surda angústia, esperando alguma ajuda à custa. Nem que caia do céu, ou imerja do mar, toda ajuda é um véu, que afaga e mitiga o tempo a apedrejar. Calos, e além calos que calejam a pele d'alma, invisível aos olhos nus, sensível ao coração cru. Nem lágrimas hão de despejar para o sofrimento tentar abrandar, gerar uma poça de tristeza em um canto da cidade, para que alguém venha refletir-se nas mazelas alheias, nem ver a tristeza que permeia as rachaduras duras impuras desta cidade, que como todas as outras abrigam uma realidade, aparentemente incorruptível, inexorável, peremptória ...

Na rua de um padre que entrecorta a cidade, como ponte de ligação, singrando a urbe com essência religiosa, e no encontro dessa com uma outra de um homem de nome derivado de um errante, e outra com um nome de região europeia embutida no fim do nome, havia uma praça e um formigueiro de ônibus com muita reverberação. Os ônibus paravam, circulavam, descansavam, descarregavam, choravam ... Um lugar com um tom e matiz bucólico, ares de despedidas e chegadas. Novos, jovens e velhos ares exalavam sobre a umidade fria. Viagens que acoassavam a mente, fantasiadas, concretizadas, fracassadas, mal terminadas, de muletas. Interior paulista, mas não era só matagal não, cidade urbanizada, gente toda miscigenada, e apressada. Dizem ser terra da pedra... pedra seca... não sei porque seca, chove como em todo lugar. Talvez descubram a secura, talvez habite no interior de alguém, algum lugar, talvez secura das mazelas, de uns e outros que vivem em vidas depredadas.

Em torno do centro de transcedências, estacavam árvores e suas essências, imponentes, requebrando o concreto, demonstrando seu viver

desperto, e enfeitando rusticamente o lugar. Ladeando a onibuserada, assentava-se uma praça, um retângulo de gramado e troncos estruturados, ilhado pelo estacionamento de autos, onde repousavam os bichos gasosos. O pequeno perímetro de matiz esperançosa tornava o ambiente mais frugal e natural entre os veios das quase onipresentes pretas pedras prensadas sob os passos de todas as pessoas. Placas espalhadas diziam o que deveria ser feito para manter a ordem. Imagine se essas falassem, tamanha algazarra, e a ordem nunca existiria, tamanha a desordem de todos por natureza própria. E novamente ladeando a praça, mais próximo do fluxo do título religioso assentavam-se os pontos achapeulados, onde as pessoas esperavam os ônibus subalternos dos ônibus, ditos de viagens. Vale ressaltar que este ponto seria um bom candidato aos menos dramáticos do mundo, pois era possível ver o ônibus chegando de um lado, aguardá-lo circunavegar a rodoviária, parar no ponto e novamente circunavegar a rodoviária, para então depois sair do ciclo rodoviário e tomar seu rumo. Esses pontos, realmente, não venceriam nem um prêmio de tragédia ou drama. Eram resultados de uma engenharia de tráfego desestressada, como se tivessem pensado exatamente assim, para não causarem nem um tipo de sentimento ansioso nos frequentadores daquele ponto, tentando manter a essência boa e tranquila do interior, uma verdadeira joia rara para a alma e o coração.

A praça era ponto de encontro, era casa no ponto, para abrigar quem quisesse: degenerados, andarilhos, maltrapilhos, malandrags, perdidos, de tudo um pouco. Entre os homens e mulheres que dividiam suas colheres, havia algo peculiar e que não se deixava avoar, sem se indagar. Um cachorro com roupa, de camisa, bermuda e meia, o seu rabo sobre a polpa que fazia sua bermuda. Isso mesmo, um cachorro vestido como gente que dormia simplesmente entremeando os demais no gramado.

Mas quem era tal criatura? Quem lhe dera tal luxo de cobrir seu bucho como gente? Sempre fora um cão? Um cão com roupa? Um homem que se fez

cão com roupa? Metamorfose acontece só com borboleta? com cão não? E com homem sim? Por que logo um cão?

Certo dia, aparecera uma criança, fazendo suas andanças pelos estreitos da cidade. Fora parar na praça, não era bom lugar, mas a curiosidade foi matar. Era criança simples, com a puerilidade a flor da pele. Brincava naquela praça despreocupadamente, sem dar conta de todos os possíveis perigos, sem pensar em ampulheta, ponteiro ou tique-taque, apenas o deleite, sem maldade. De um lado, para o outro, volta-volver, deparou-se com o cão em vestimentas, interessou-se e se aproximou com aquiescência. O cachorro esticado e envergado repousava próximo a uma mulher em seus trapos que cobriam o seu leve descarnado corpo, ou talvez o contrário, tamanha a penúria de ambos, dos trapos e da mulher, não se sabia quem ajudava quem.

Aquela cena, pareceu tão peculiar à criança, Ficou medindo e olhando o cão por algum tempo, enquanto tudo ao seu redor mantinha o seu imparável fluxo para o progresso. Já sentada sobre o verdinho gramado, contemplava a esquisitice das roupas em um cão. O cachorro sonolentemente acordou, abriu um olho e avistou a criança com desdém, como quem nem quer ninguém, sem se preocupar, mas o cansaço era maior e permaneceu com o corpo enterrado sobre o gramado. A mulher, saindo do seu catatônico estado, balançou-se e notou a presença infantil. A criança recuou um pouco com o movimento feminino, pensou ter acordado-a. A mulher em uma fala arrastada e morfeuseada, disse:

- Boa tarde criança! O que faz aqui? Tá olhando Edimilson, o meu companheiro?

A criança apenas assentiu com a cabeça, não respondeu e permaneceu em seu estado taciturno. A mulher continuou a prosa:

- Sabe da história dele? Nossa! Você não vai acreditar bebê. Edmilson era homi, de uma hora pra outra virou bicho, não sei o que deu nele. Orei a pai do céu, em querer uma resposta. Talvez um dia eu entenda, ou já entendi, mas insisto em querer uma resposta do meu Sinhô - falou apontando para o céu nublado.

Hoje, vive vestido com roupas que às vezes coloco nele, às vezes ele tenta se vestir, para não perder o costume de gente. Quando chegou aqui, chegou cansado. Pensa num bicho já cansado. Homi desgraçado com a vida - a criança ouvia atentamente, e a mulher continuava a contar, recheada de trejeitos e gestos com as mãos e caretas também. Vivia deitado, tinha seus vícios como todos - fazendo um gesto de bebida. Com o tempo foi ficando esquisito, pegando pra si trejeitos esquisitos, estranhos. Começou a não falar, preferia conversar com o tico e teco, ficar de boca fechada, só abrindo para encher o bucho mesmo. A gente aqui, uh ... João, Maridilson, Bonita dos dentes... a gente tentava conversar com ele, mesmo assim não respondia, não queria dizer e nem falar, apenas queria viver nesse casulo de cobertas, tudo veias e rasgadas, parecia lagarta. Os dias passavam, e ele cada vez mais calado, engolindo as próprias palavras. Mesmo calado, o que a boca não mexia, as pernas mexiam em dobro, andava muito por esses becos por aí de um lado ao outro, atrás de migaias, trocados, alguns trapos, revirando sacolas pretas e seus mistérios. Caía Sol, caía Lua, e ele começou a ficar meio tortificado, carcunda, como se quisesse aos poucos encostar as mãos no chão. Falava com ele, e ele com um zíper na boca. Passaram-se meses e Edimilson já tinha um nariz um pouco para frente, assim - e mostrou com as mãos -, que coisa maluca, parecia mágica, o que acontecia com Edimilson? Não se sabia, estava se bestializando, virando bicho, mais o que a gente já é. Depois quando foi ver, Edmilson andava sobre os pés e mãos, como um bicho de quatro pernas. ...

Edmilson se configurava como um quadrúpede, um subjugado pela sociedade alheia, que agora, mais do que nunca, lhe dava atenção devido ao seu jeito insólito de se locomover. Só lhe faltava brotar em sua calejada pele uma pelagem e seria como qualquer outro cachorro, outro bicho, outra coisa viva se arrastando pelos cantos e cantos, procurando uma saída.

- ... até que em uma semana, Edilson se embolou em um canto da praça, e faça chuva, faça Sol, ficou estátua, sem resposta. Eu fui me aproximar do homi em sua

caverna, e nem tive coragem, será que estava morto? Não cheirava defunto. Do casulo quente saiu então um cachorro avestimentado, seu rabo debaixo da calça, sua pelagem coberta pela última e quase única roupa de Edimilson. No começo, me choquei, fiquei sem entender tal desfecho pro homi, parecia barbuteta, em vez de sair com asa, saiu com mais duas pernas nas mãos, para ficar mais preso ao chão. Virou bicho. Tentava me aproximar dele, e ele como se já me conhecesse, se aconchegava para perto de mim. Para livrar seu rabo, rasguei um buraco em sua calça para que o rabo, agora parte do corpo, pudesse abanar sem problemas. Realmente, acho que é Edimilson. Não se sabe se foi dádiva de Deus ou castigo, talvez castigo fosse viver sob a pele humana, cheio de culpas e manias enfiadas na cachola. Tem uma gente por aí que fala que a gente sempre evolui. Mas evoluir como Edmilson, de homi pra cachorro, acho que tem coisa errada. Mas no fundo, hoje Edimilson é o nosso herói, pois agora, como cão, as pessoas trazem comida para ele, e assim, como não perdeu a mania de usar roupas, não perdeu o coração bão, sempre trazendo e dividindo a comida com toda a gente.

A criança ouvira a história muda e sem reação, talvez não entendesse o que a mulher falasse, talvez entendera a transformação de um homem em um cachorro com sua mente infantil, essa difícil de ser digerida por qualquer mente, pois nem todo mundo acreditaria em tal fenômeno. Edimilson se libertara completamente. Viver sob a pele humana e suas responsabilidades sociais, é árduo. Agora, era bicho de quatro patas, era livre, sem preocupações. Inocente como uma criança, mesmo que seu passado apresentasse máculas ou não no seu repertório vital. Assim, se concretizara a Teoria de Darwin, o meio adaptou o ser, esculpiu-o no molde mais adequado para sua existência. Não muito um meio natural, na verdade, um meio social. Até Lamarck estivesse certo nesse caso, o ser se adaptou ao meio mediante suas necessidades sociais. Uma verdadeira ambiguidade entre teorias biológicas, com um sabor social. A insípida evolução temperada com apressamento dos tempos modernos. Os

alheios, não viam mais culpa nele, não possuíam mais escrúpulos quanto a sua presença. Era um pobre bicho abandonado. As pessoas lhe jogavam pedaços de comida e restos e não tinha vergonha de saciar a corrosiva fome de um pobre cão. E além do mais, conseguia comida para os companheiros, se tornara um pequeno grande herói. Daquele momento em diante, a sua única fala era o seu latir e sua única expressão sentimental o abanar do seu rabo.

Os seus pedidos foram atendidos, suas dores humanas mitigadas. Poderia desfrutar da liberdade social, metamorfoseado e com algumas vantagens que só um cachorro poderia ter. De homem passara a ser melhor amigo do homem.

A criança terminara de ouvir a história de Edimilson e tirara suas conclusões sobre a verdadeira natureza do cão: era um cachorro com roupa que fora homem. Também inconscientemente, sentira (se é que sentira) a esdrúxula sensação da desigualdade e sofrimento, mas nada que fizera perder a essência pueril, ainda. Muda, saíra acenando ao cachorro e a mulher. Saíra para continuar a sua brincadeira pelos extintos bosques, agora concretados e insensíveis, da cidade. A mulher se despedira languidamente e virara para o outro lado, dando continuidade ao seu sono.

Às vezes, para se alcançar a liberdade, não é necessário brotar em suas arqueadas costas asas para poder voar, mas simplesmente o acréscimo de mais duas pernas, eximindo-se da postura ereta e bípede do ser que não ama ninguém, de olhar altivo e sobranceiro que lhe faz esquecer onde pisa.

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES
RESENHA: A CÂMARA CLARA: NOTA SOBRE A
FOTOGRAFIA

BARTHES, Roland. **A câmara clara**: nota sobre a fotografia. Tradução de Júlio Castañon Guimarães. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

UM OLHAR SOBRE A CÂMARA CLARA DE BARTHES

Sheylla Chediak⁴²

Paula Ramos de Oliveira⁴³

“Essas são as duas vias da Fotografia. Cabe a mim escolher, submeter seu espetáculo ao código civilizado das ilusões perfeitas ou afrontar nela o despertar da intratável realidade”.

“A câmara clara: notas sobre a fotografia”, do original *La chambre Claire: note sur la photographie*, foi redigido por Barthes em 1979 e publicado pela primeira vez em francês em 1980, mesmo ano de falecimento do autor, na França.

A narrativa está dividida em 48 pequenos textos. Nela, Roland Barthes narra sua relação e experiência com esse objeto – a fotografia. A descrição dessa experiência é profunda, filosófica e poética. Ao longo de 45 dias de produção, Barthes estabeleceu essa relação de intensa análise, de intimidade subjetiva, se assim podemos dizer, com seu objeto de pesquisa.

Semiólogo, filósofo, escritor, crítico literário. Buscou estudar nesta obra o sentido/significado da imagem – a fotografia – e não a classificou ou enquadrou seus significados, mas propôs a descrição de alguns aspectos desse

⁴² Doutoranda em Educação Escolar - Faculdade de Ciências e Letras - Campus de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. - sheylla.chediak@ifro.edu.br

⁴³ Doutora em Educação - Faculdade de Ciências e Letras - Campus de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. paula-ramos@uol.com.br

referente que pudesse tomar diversos outros significados de acordo com a subjetividade dos indivíduos que a observa.

Logo no início de seu texto, Barthes nos surpreende com a fala “Vejo com os olhos que viram o imperador”. Nesse momento, ele declara que a pessoa que vê uma foto a percebe a partir dos olhos de quem fotografa. Em certo ponto, o fotógrafo reflete sua interpretação daquele momento em uma imagem. Sendo assim, a fotografia pode ser mais que uma representação técnica, pode tornar-se humanizada e capturar a subjetividade de quem a observa a partir do vínculo que é estabelecido entre a fotografia, o observador e até certo ponto do fotógrafo.

Barthes transmite em palavras e filosofia a beleza da relação de um sujeito perceber um objeto e como essa relação pode nascer e se desenvolver, como ela pode transformar o próprio sujeito nessa interação.

Punctum, studium. Operator. Spectator. Termos utilizados por Barthes para definir e explicar a relação com a fotografia. Desta forma, o autor aprofunda sua reflexão filosófica. *Punctum* refere-se ao ponto de conexão com a subjetividade do observador, o ponto que o cativa, que o prende e apresenta um potencial transformador. *Studium* refere-se aos aspectos culturais, ou seja, a forma como a fotografia é olhada envolve a questão cultural comum e até certo ponto óbvia. Sendo assim, o *punctum* está mais ligado à subjetividade, a emoção, ao que nem sempre está visível e o *studium* mais ligado à objetividade, ao intelecto, ao que está comumente conotado pela imagem. *Operator* é o fotógrafo, enquanto que *Spectator* é aquele que é fotografado ou, ainda, o *Spectrum* da fotografia.

Também na definição de Spectrum há um sentido além da imagem, mas uma ideia de *Spectrum* enquanto “fantasma”, de certa forma surgido da morte. Aqui, podemos interpretar a fotografia como um objeto cheio de paradoxos, ao mesmo tempo em que imortaliza também mostra a morte de um momento, que se foi e não pode voltar. Nesse sentido, *Spectrum* é a imagem morta e

imortalizada – “A foto é como um teatro primitivo, como um Quadro Vivo, a figuração da face imóvel e pintada sob a qual vemos os mortos” (1984, p.54).

Como filósofo, semiólogo e crítico literário, Barthes apresenta uma espécie de jogo linguístico. Com a beleza da arte de sua escrita, ele revela diversas facetas da linguagem. Ao definir *Punctum*, por exemplo, ele expõe o próprio potencial linguístico, além do signo, além do que pode ser decodificado do signo meramente pelo signo, mas pelo seu entorno. Contraditoriamente, ele busca uma relação totalmente íntima com a foto. Apesar de considerar o *Studium* como uma referência à experiência social com a imagem, ele se debruça no *Punctum* para buscar explicar filosoficamente e até psicologicamente sua relação mais íntima com a imagem fotográfica – “O *studium* está, em definitivo, sempre codificado, o *punctum* não (p.80)”. Para Barthes, o *punctum* nem sempre pode ser verbalizado, explicado. Muitas vezes, há a necessidade de fechar os olhos, afastar-se da imagem para então compreendê-la melhor – “Às vezes acontece de eu poder conhecer melhor uma foto de que me lembro do que uma foto que vejo, como se a visão direta orientasse equivocadamente a linguagem, envolvendo-a em um esforço de descrição que sempre deixará de atingir o ponto do efeito, o *punctum*” (p. 83). Ainda nesse sentido, ele afirma: “A subjetividade absoluta só é atingida em um estado, um esforço de silêncio (fechar os olhos é fazer a imagem falar no silêncio) (p. 84)”.

Essa experiência do *punctum* está ligada às experiências mais íntimas ou ainda mais familiares. Nesse sentido, o autor descreve sua conexão com uma fotografia que o instigou (R. Mapplethorpe: Phil Glass e Bob Wilson, p. 83). Observando o cordão de ouro de Bob Wilson, ele ativou seu sentimento de pena por uma pessoa da família, uma tia paterna, que nunca se casou e viveu ao lado da mãe dele.

Mais adiante, após a experiência de observar uma fotografia de sua mãe ainda criança, Barthes aprofunda ainda mais seu conceito de *punctum*, quando afirma que “Sei agora que existe um outro *punctum* (um outro ‘estigma’) que

não o “detalhe”. Esse novo *punctum*, que não é mais de forma, mas de intensidade, é o Tempo, é a ênfase dilaceradora do noema (‘isso-foi’), sua representação pura (p. 141)”.

As imagens escolhidas pelo autor apresentam situações cotidianas, aparentemente banais, pessoas comuns, paisagens comuns. Todas elas, provavelmente, o fizeram conectar com sua subjetividade, com seu íntimo. Ao descrever como deveria ser uma paisagem de uma foto para ele, Barthes afirma sua preferência por paisagens que o façam querer estar lá ou o sentimento de já ter estado, relacionando o desejo com a conexão com as imagens. Para explicar a natureza desse desejo, ele faz referência a Freud que explica o ponto de conexão do indivíduo com o corpo materno: “Ora, Freud diz do corpo materno que ‘não há outro lugar do qual possamos dizer com tanta certeza que nele já estivemos’. Tal seria, então, a essência da paisagem (escolhida pelo desejo): *heimlich*, despertando em mim a Mãe (de modo algum inquietante) (1984, p.65)”.

Na segunda parte, Barthes revela, no excerto 25, sua motivação ao organizar suas fotografias, impulsionada pela morte recente de sua mãe. Nesse momento, muitos de seus apontamentos são mais compreendidos, o porquê, por exemplo, de ele referir-se ao *punctum* sempre com uma conotação ligada ao sofrimento, ao ferimento.

Ao falar de sua mãe, Barthes expressa suas emoções mais profundas através de descrição de detalhes poéticos em sua escrita – “Eu lia minha inexistência nas roupas que minha mãe tinha usado antes que eu pudesse me lembrar dela (p. 97)”. Descreve os detalhes nas fotografias de sua mãe antes de sua existência e se interessa pela História que o antecede, essa parece ser a maior referência de importância da História nesse momento da escrita. Essa fotografia, segundo ele, foi a única que não o decepcionou, já que nas outras não encontrava sua mãe, pois nenhuma revelava sua identidade, sua aura.

Seu ser contraditório, constituído pelo pensamento e compreensão de si e do mundo, é expresso de maneira mais emocionante e profunda ao relacionar

suas percepções com sua mãe. A busca dolorosa por imagens que pudessem ser mais próximas da realidade que a constituía – “A fotografia me obrigava assim a um trabalho doloroso; voltado para a essência de sua identidade, eu me debatia em meio a imagens parcialmente verdadeiras e, portanto, totalmente falsas” (p. 99). E ainda complementa esse sentimento o comparando com o sonho, que não o oportuniza alcançá-la de forma integral – “... sonho com ela, não a sonho. E diante da foto, como no sonho, trata-se do mesmo esforço, do mesmo trabalho sisifino: remontar, aplicado, para a essência, descer novamente sem tê-la contemplado, e recomeçar (p. 100)”.

Sua busca é enfim atendida quando encontra sua mãe em uma fotografia em um Jardim de inverno aos cinco anos de idade, ao lado de seu irmão. Todos os detalhes que constituíam a imagem da “inocência soberana”, da doçura e da bondade. Barthes compara essa foto às maiores expressões de artes e ao sentimento de Proust ao deparar-se com uma memória nítida de sua avó. E também a consciência de que remontou sua mãe com o passado, como os gregos: “entravam na morte caminhando para trás: o que tinham diante deles era o passado” (p. 107).

É possível perceber sua forte conexão com sua mãe, seu sentimento edipiano que jamais, talvez, sofrera a necessária separação materna e morte diante da vida, mas que teve de sofrer diante da morte propriamente dita. Ele também sofreu e transformou-se a partir dos cuidados pré-morte de sua mãe. Pouco antes de sua morte, Barthes encontrou essa fotografia. Na ocasião, sua mãe já estava muito fraca.

Eu vivia em sua fraqueza (era-me impossível participar de um mundo de força, sair à noite, toda mundanidade me causava horror). Durante sua doença, eu cuidava dela, estendia-lhe a tigela de chá de que ela gostava, porque nela podia beber de maneira mais cômoda do que em uma xícara, ela se tornara minha pequena filha, confundindo-se, para mim, com a criança essencial que ela era em sua primeira foto (p.107,108).

O autor justifica-se em não mostrar ao leitor a fotografia do Jardim de Inverno ao argumentar que para nós leitores ela interessaria apenas ao nosso *studium* enquanto que para ele o conectava a sua “ferida”, ao seu *punctum*, a sua relação com o mundo através de sua mãe. Para ele, que viveu sua vida ao lado dela, ele não perdeu a figura mãe, mas o ser, e não ele propriamente dito, mas a alma.

No fluir de sua escrita, após a segunda parte, Barthes relaciona a fotografia com diversos outros objetos e volta sempre a refletir sobre sua mais profunda conexão com o mundo:

Eis novamente a Foto do Jardim de Inverno. Estou só diante dela, com ela. O círculo está fechado, não há saída. Sofro, imóvel. Carência estéril, cruel: não posso transformar meu pesar, não posso deixar derivar meu olhar; nenhuma cultura vem me ajudar a falar desse sofrimento que vivo inteiramente na própria finitude da imagem (é por isso que, a despeito de seus códigos, não posso ler uma foto); a Fotografia – minha Fotografia – é desprovida de cultura: quando é dolorosa, nada, nela, pode transformar o pesar em luto. (p. 134).

É nesse sentimento de tristeza pela perda de sua mãe que Barthes escreve, interpreta e compreende sua relação com a fotografia. Quando a descreve, não descreve somente o objeto. Por esse motivo, a situa como um tipo “completamente diferente de fetiche: os ícones que, nas igrejas gregas, o beijamos sem vê-los, no vidro gelado (p. 135)” e a compreende como violenta, já que nela nada pode se recusar ou transformar e ainda complementa que o fato de ela ser doce não contradiz o fato de ela ser violenta. Pode-se inferir então que essa violência, muito provavelmente reside na dor que ela representa para o escritor.

No esforço de atingir a profundidade de uma compreensão ou, ainda, de possuir esse momento e de alcançar um pensamento que a imagem oferece, Barthes expõe

Diante da Foto do Jardim de Inverno, sou um mau sonhador que estende em vão os braços para a posse da imagem; sou Golaud a exclaimar “Vida miserável!”, porque jamais saberá a verdade sobre Mélisande. (Mélisande não esconde, mas não fala. Assim é a Foto: não pode dizer o que ela dá a ver) (p. 149).

Nessa dolorosa busca, ele descreve suas reações, a de escrutar, de querer ampliar para melhor ver, como se a ampliação da imagem fornecesse informações que ele não pudesse perceber.

Barthes discute e compara fotografia, linguagem, discurso e outras manifestações da arte como a pintura, o cinema, também considerados sistemas de representação. Ele distingue o referente da fotografia dos demais sistemas. A pintura, por exemplo, que segundo ele pode ser a representação de algo que os olhos nunca viram, ao contrário da fotografia. Além disso, na fotografia, naquele tempo, não se podia negar que aquele algo não esteve lá.

A fotografia então é o próprio referente, enquanto que o discurso é uma combinação de signos que têm referentes, mas esses podem ser na maior parte “quimeras”, ou seja, produtos da imaginação. Já a fotografia parte de um passado e de uma realidade.

O cinema, por sua vez, é constituído de material fotográfico: “... no cinema, sem dúvida, sempre há referente fotográfico, mas esse referente desliza, não reivindica em favor de sua realidade, não declara sua antiga existência; não se agarra a mim: não é um espectro” (p.133). Sendo assim, apesar de o cinema ser uma série de fotografias, a fotografia em si, enquanto imagem que não desliza, sobrepõe-se ao cinema. Ela rompe com o “estilo constitutivo”, é imóvel e “desprovida de futuro”.

Em relação à linguagem escrita, Barthes a coloca como ficcional - “O infortúnio da linguagem é não poder autenticar-se a si mesma” (p.128), ao contrário da fotografia que “... não inventa; é a própria autenticação; os raros artifícios por ela permitidos não são probatórios; são, ao contrário, trucagens (p.129)”. Não se podia imaginar o desenvolvimento da história da fotografia e

das suas facetas contemporâneas, as diversas possibilidades de inventar cenários e situações.

Retomando a ideia de morte na fotografia, o autor discute a representação de um cadáver fotografado. A fotografia é a realidade e a realidade traz uma ideia de que algo esteve ali, era real, era vivo. Aqui há um contraditório do morto que está vivo, que a fotografia o faz viver.

Adiante, o autor afirma que “Uma espécie de vínculo umbilical liga a meu olhar o corpo da coisa fotografada: a luz, embora impalpável, é aqui um meio carnal, uma pele que partilho com aquele ou aquela que foi fotografado” (p.121). Curioso notar que sua referência de conexão com o mundo está repleta de uma conexão maternal. Seu *punctum*, sua subjetividade, está tomada de uma relação-mãe com o mundo, de prazer e sofrimento. Também na sua preferência pela foto em preto e branco, sua comparação novamente é retomada pela foto do Jardim de Inverno, em preto e branco, os raios de luminosidade vinham do sorriso, dos detalhes da beleza de sua mãe, que o cativava.

As reflexões propostas por Barthes como “fotografia sempre me espanta, com um espanto que dura e se renova, inesgotavelmente” (p.123); “A fotografia tem algo a ver com a ressurreição” (p. 124); “Sou o ponto de referência de qualquer fotografia, e é nisso que ela me induz a me espantar, dirigindo-me a pergunta fundamental: por que é que vivo aqui e agora? (p.125)” envolvem uma série de conhecimentos que perpassam a filosofia, psicologia, sociologia, linguística, o que torna o texto riquíssimo e artístico.

Para fundamentar suas reflexões, Barthes aborda uma série de pensadores, filósofos, linguistas, artistas, historiadores, escritores etc.: Nietzsche, Sartre, Lacan, Saussure, Freud, Rilke, Michelet, Blanchot de algum modo inspiram Barthes a pensar em sua relação com o objeto.

Mesmo a foto na modernidade há ainda um tom de “inatualidade”, pois foi de um tempo que já passou. Nesse sentido, Barthes caracteriza o fotógrafo como o agente da morte que produz uma imagem no intuito talvez de guardar

a vida - “A Vida/ a Morte: o paradigma reduz-se a um simples disparo, o que separa a pose inicial do papel final (p.138)”.

Ao descrever uma fotografia de seu pai com sua mãe juntos, Barthes se coloca como a única testemunha de uma memória e pressente a morte também da memória quando sua única testemunha partir.

Diante da única foto em que vejo meu pai e minha mãe juntos, que sei que se amavam, penso: é o amor como tesouro que desaparecerá para sempre; pois quando eu não estiver mais vivo, ninguém poderá mais testemunhá-lo: não restará mais que a indiferente Natureza (p. 140).

Ainda nesse sentido, Barthes menciona Michelet que descreveu a História como uma “Declaração de amor” que busca perpetuar não somente a vida, mas o Bem, a Justiça etc.

De certa forma, as notas sobre a fotografia constituem uma declaração de amor, de relação e conexão com o mundo, através de um amor que o gerou, o amor materno, o qual foi base para suas interpretações e compreensões do mundo.

Barthes relaciona a fotografia com a loucura e algo que ele denominou como o sofrimento do amor. A loucura estaria ali pelo fato de muitas vezes uma foto o atrair a entrar “loucamente no espetáculo”. Ademais, o amor era um sentimento despertado ao observar algumas fotografias. Por vezes, também, a fotografia despertou nele o sentimento de piedade.

Barthes também traz uma reflexão importante acerca do consumo de imagens, bem apropriado ao século em que vivemos de hiperinflação imagética, e declara sua crítica.

Diante dos clientes de um café, alguém me disse justamente: “Olhe como são apagados; hoje em dia, as imagens são mais vivas que as pessoas.” Uma das marcas de nosso mundo talvez seja essa inversão: vivemos segundo um imaginário generalizado. Vejam os Estados Unidos: tudo aí se transforma em imagens: só existem, só se produzem e só se consomem imagens (p.173).

Nesse sentido, ele critica as ditas sociedades avançadas pelo consumo de imagens e não de crenças, alegando serem mais falsas e menos autênticas. Barthes talvez não imaginasse que muito do que já criticava intensificou-se ainda mais.

Embora Barthes não mencione Walter Benjamin é possível relacionar esse texto com “O Narrador”, pois Barthes é o próprio narrador, que narra sua experiência, e ainda com a “Pequena história sobre a fotografia”. Neste último texto Benjamin já havia dito algo sobre essa magia em torno da fotografia, ou ainda da existência de uma “aura.” Poderíamos então relacionar essa magia, essa aura com o *punctum* de Barthes.

Em sua tristeza, esse retrato contrasta com as primeiras fotografias, em que os homens ainda não lançavam no mundo, como o jovem Kafka, um olhar desolado e perdido. Havia uma aura em torno deles, um meio que atravessado por seu olhar lhes dava a sensação de plenitude e segurança. (BENJAMIN, 1987, P. 98).

O conceito de experiência é outro aspecto que aproxima as obras Benjamin e Barthes. Benjamin (1987) analisa criticamente o sentido da experiência ao longo dos tempos e demonstra sua preocupação com os movimentos e acontecimentos na sociedade que a tem transformado. Após a guerra, por exemplo, a experiência deixou de ser passada de geração para geração, já que muitos soldados retornavam para suas cidades de forma silenciosa. Benjamin relata sua preocupação com a pobreza de experiência, com a sobreposição da técnica sobre homem, ou seja, com as transformações da modernidade naquela época.

Larrosa (2002), inspirado pelas ideias de Benjamin, faz diversas comparações e exemplificações do que deve ser considerado experiência e o saber de experiência, diferenciando essa de uma simples informação e reação em fornecer uma opinião sobre ela, da relação da experiência com a falta de

tempo e o excesso de trabalho. A experiência para Larrosa vem de algo que se passa em nossa vida, que acontece conosco e que nos toca.

A experiência, a possibilidade de que algo nos aconteça ou nos toque, requer um gesto de interrupção, um gesto que é quase impossível nos tempos que correm: requer parar para pensar, parar para olhar, parar para escutar, pensar mais devagar, olhar mais devagar, e escutar mais devagar; parar para sentir, sentir mais devagar, demorar-se nos detalhes, suspender a opinião, suspender o juízo, suspender a vontade, suspender o automatismo da ação, cultivar a atenção e a delicadeza, abrir os olhos e os ouvidos, falar sobre o que nos acontece, aprender a lentidão, escutar aos outros, cultivar a arte do encontro, calar muito, ter paciência e dar-se tempo e espaço (p.24).

A experiência de Barthes foi justamente essa, a de se permitir ser tocado, de em silêncio ir além da observação do *studium*, mas buscar seu *punctum*, a aura presente na fotografia e seu ponto de conexão.

Referências

BARTHES, Roland. **A câmara clara**: nota sobre a fotografia. Tradução de Júlio Castañon Guimarães. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

BENJAMIN, Walter. **O narrador**. Observações sobre a obra de Nicolau Leskov . Tradução Sérgio Paulo Rouanet. In: _____. *Magia e técnica, arte e política*: ensaios sobre literatura e história da cultura. 4.ed. São Paulo: Brasiliense, 1985. p.197-21. (Obras escolhidas, v.1).

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. Tradução de João Wanderley Giraldi. **Revista Brasileira de Educação**, n.19, p.20-28, jan./fev./mar./abr. 2002. Disponível em http://www.anped.org.br/rbe/rbedigital/RBDE19/RBDE19_04_JORGE_LARROSA_BONDIA.pdf Acesso em ago, 2016.

PALAVRA ABERTA E INSPIRAÇÕES

RESENHA: PONTO DE MUTAÇÃO

Mindwalk

Lays Britto⁴⁴

O filme “Ponto de Mutação” foi escrito por Bernt Amadeus Capra e tem como base o livro “O Ponto de Mutação” de seu irmão, o escritor e físico Frijof Capra. Sua mensagem é centrada nos novos paradigmas do século XX, onde o pensamento ecológico (holístico e sistêmico) surge em oposição ao pensamento cartesiano (reducionista).

O filme proporciona uma reflexão sobre os novos paradigmas através dos diálogos dos três personagens principais, um ex-político dos EUA (Jack Edwards), um poeta (Thomas Harriman) e uma física norueguesa (Sonia Hoffman).

Jake procura seu amigo Thomas na França, a fim de encontrar apoio para sua campanha política para o senado, mas também para se afastar do ambiente político hostil que coloca em risco seus valores. Os dois passeiam pela ilha de Mont St. Michael, na França, discutindo sobre suas filosofias de vida. Encontram Sonia, uma cientista norueguesa que se junta a eles contando suas experiências de vida como física. Os diálogos ficam então concentrados nos aspectos da teoria quântica e do pensamento ecológico, apresentados por Sonia aos dois amigos.

Sonia explica o pensamento sistêmico, onde a análise de partes isoladas não podem levar a compreensão de como as coisas funcionam, e que essas partes formam um todo indissociável onde tudo está conectado. A partir desse pensamento, que é a base do pensamento ecológico, os personagens passam a discutir outros temas (não só ligados a natureza e a matéria) aplicando esse mesmo princípio em questões como os problemas políticos e sociais, destacando sobretudo como qualquer problema está conectado a diversos

⁴⁴ Unifacs, Salvador, Bahia, laysbritto1@gmail.com

fatores internos e externos não podendo ser resolvidos se não forem pensados como parte de um ciclo.

Outra reflexão importante presente no filme diz respeito ao poder que a ciência sempre teve sobre os destinos da humanidade e como seus princípios e teorias continuam a ser verdade absoluta para a população, além do fato de que muitas descobertas científicas são usadas de maneira negativa e não ficam sob responsabilidade de seus criadores, e sim dos financiadores. Ainda sobre o campo da ciência, o filme demonstra que todo pensamento difundido no meio científico acaba se expandindo para as outras áreas do conhecimento e da sociedade em si. Foi assim com o pensamento cartesiano e tem sido assim com o pensamento ecológico, através da sustentabilidade hoje difundida em diversas áreas.

A insistência no pensamento cartesiano e de dominação do homem em relação à natureza é caracterizada no filme como a crise de percepção, que por sua vez impede uma mudança de atitude diante dos problemas globais, enquanto o pensamento ecológico é definido como a nova visão de mundo capaz de trazer à tona as soluções necessárias para esses problemas. A partir do pensamento sistêmico apresentado pela personagem Sonia, os dois amigos, Jack e Thomas, buscam entender como esses princípios podem ser aplicados em suas vidas (política e poética). O final do filme retoma o homem como parte dessa teia da vida questionando qual o papel de cada um dentro do sistema.

Os diálogos proporcionam uma reflexão, sobretudo com relação à profundidade das relações que compõe tudo que forma a vida, alertando que todas as respostas aos problemas atuais podem se revelar através da compreensão dessas relações.

Referências

MINDWALK. Direção: Bernt Amadeus Capra. Produção: Adrianna A.J. Cohen, Robin Holding, Klaus Lintschinger, Stephanie Moore. Seattle, 1991. 112 min. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7tVsIZSpOdI>> Acesso: 05/08/2013