

SCIENTIA vitæ

Revista Eletrônica Acadêmica do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Roque

Volume 2, número 6, out. 2014, ano 2
ISSN 2317-9066

Editorial

O sexto número da *Scientia Vitae* traz artigos e relatos de experiência com temáticas muito diversificadas, reflexo da proposta interdisciplinar e das quatro grandes áreas contempladas: ciências agrárias, ciências biológicas, educação e gestão.

Darlyne de Aquino Silva e colaboradores apresentam os resultados de suas pesquisas sobre estoque de carbono no solo de cultivares de videiras. Na sequência, Ivy Judensnaider e Franklin de Oliveira Lacerda comentam sobre a política energética na década de 1970 sob as perspectivas econômica, científica e tecnológica. Enteroparasitoses em um município capixaba é o tema do trabalho apresentado por Vanessa Ghidetti Alvarenga Telles e colaboradores. Um estudo de caso sobre gestão empresarial de uma granja de suínos em um município paulista é o tema abordado por Celso Ricardo Gebara Pedroso e colaboradores. Victor de Carvalho Calvanese e colaboradores trazem para o leitor uma revisão e síntese da situação taxonômica de um grupo de artrópodes, os miriápodes. Evandro Dias e colaboradores apresentam uma reflexão sobre a inclusão em seu trabalho com deficientes auditivos e educação ambiental. Um estudo sobre duas enzimas deteriorativas (catalase e peroxidase) é apresentado por Antony Isidoro e Vania Battestin após um estudo com alcachofras. A relação entre poluentes atmosféricos e plantas do gênero *Tradescantia* é relatada por Renata Samara da Silva Venâncio e colaboradores. O último trabalho desta edição traz o relato de Perceu Pezzotta-Sobrinho acerca de seus experimentos com compósito de celulose.

Convidamos os leitores para ler, analisar e refletir sobre as ideias apresentadas pelos nove trabalhos deste número. Boa leitura!

FERNANDO SANTIAGO DOS SANTOS
EDITOR-CHEFE DA SCIENTIA VITAE

O SOLO COMO ESTOQUE DE CARBONO EM CULTIVOS DE VIDEIRAS**SOIL AS CARBON STOCK IN VINE CROPS**

Darlyne de Aquino Silva ⁽¹⁾
Adna Viana Dutra ⁽²⁾
Fábio Laner Lenk ⁽²⁾
Nicolas Pereira Kowalski ⁽³⁾

Resumo. As práticas agrícolas são parte de um sistema capaz de reter o carbono atmosférico no solo e contribuir para a mitigação do aquecimento global. O objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque de carbono no solo em função dos diferentes cultivares de videira. O experimento foi realizado no município de São Roque – SP, em áreas com os cultivares Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon. O estoque de carbono no solo foi quantificado nas linhas e entrelinhas de plantio nas camadas de 0-5 cm / 5-10 cm de profundidade do solo. O estoque de carbono total foi obtido pela soma dos estoques de carbono das duas profundidades do solo. As videiras apresentaram diferenças quanto à capacidade de estocar carbono no solo. As videiras apresentaram diferenças quanto à capacidade de estocar carbono no solo. Os estoques de carbono total no solo foram maiores nas linhas e nas entrelinhas dos cultivares Niágara Branca e Cabernet Sauvignon, as quais tinham um maior tempo de plantio.

Palavras-chave: Aquecimento global; estoque de carbono no solo; uva.

Abstract. Agricultural practices are part of a system capable of retaining atmospheric carbon in the soil and contribute to the mitigation of global warming. This study aimed to quantify the carbon stock in the soil for different grape cultivars. The experiment was carried out in Sao Roque region, São Paulo State, Brazil, in areas with Niagara Branca, Isabel "Precoce", Cabernet Franc, and Cabernet Sauvignon cultivars. The stock of carbon in soil was quantified in rows and between rows of planting in layers 0-5 cm / 5-10 cm soil depth. The total stock of carbon was obtained by summing the carbon stocks of two soils. The vines differed in the capacity to store carbon in the soil. The total stock of carbon in the soil was higher in the lines and between the lines of the cultivars Cabernet Sauvignon and Niagara Branca, which had a longer time of planting.

Keywords: Global warming; soil carbon stock; grape.

⁽¹⁾ Aluna do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Roque - SP. Correspondência: Rod. Prof. Quintino de Lima, 2.100, Paisagem Colonial, São Roque - SP; e-mail: adnavianadutra@gmail.com

⁽²⁾ Professor do IFSP campus São Roque.

⁽³⁾ Aluno do Curso Superior de Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Roque.

(Recebido em: 06 ago. 2014; aceito em: 30 set. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

É de conhecimento geral que há dois tipos de efeito estufa: o natural e o antrópico. O efeito estufa natural é resultante da energia solar que ultrapassa a atmosfera e ao atingir a superfície terrestre é refletida para a atmosfera, ocorrendo a interação parcial desta com os gases de efeito estufa nesta camada. Essa interação permite o aquecimento da atmosfera terrestre com uma temperatura média de 15°C, o que viabiliza a vida no planeta Terra (MILLER JR., 2007). No entanto, as atividades humanas que utilizam os recursos naturais (carvão, petróleo e florestas) promovem o aumento na concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono.

O aumento dos gases de efeito estufa (GEE) tais como o CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (gás metano) e N₂O (óxido nitroso) trouxe como consequência uma maior interação com a radiação emitida pela terra e, conseqüentemente, um aumento gradual da temperatura média da atmosfera terrestre. Este fenômeno é denominado Aquecimento Global, o qual causa mudanças climáticas, tais como distribuição irregular das chuvas, aumento ou diminuição de temperaturas da atmosfera, elevação do nível do mar, entre outros (CERRI & CERRI, 2007).

As principais fontes de emissão dos gases de efeito estufa provêm da utilização de combustíveis fósseis, desmatamento, queima de material vegetal e uso inadequado do solo. A contribuição dos sistemas agrícolas, especialmente no que diz respeito ao manejo do solo, já despertou a comunidade científica a qual vem avaliando e discutindo o assunto amplamente (ERN & JOHNSON, 1993; POST & KWON, 2000; CARVALHO *et al.*, 2010).

Estimativas apontam que as conversões de ecossistemas nativos para agrossistemas, somadas à agricultura, contribuem atualmente com aproximadamente 24% das emissões mundiais de CO₂, 55% das emissões de CH₄ e 85% do total das emissões de N₂O para a atmosfera (IPCC, 2007).

No Brasil, as emissões de GEEs oriundas da mudança de uso da terra e agricultura são bem mais representativas, contribuindo com cerca de 75%, 91% e 94% do total de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente (CERRI & CERRI, 2007). A importância da emissão dos GEEs pelo setor agrícola é comprovada pela 5ª posição que o Brasil ocupa na classificação mundial e, caso fosse desconsiderada a mudança e o uso da terra bem como todo o setor agrícola, o Brasil estaria na 17ª posição (CERRI *et al.*, 2007).

Dentre as principais atividades agropecuárias, o desmatamento e a queima da biomassa vegetal, o cultivo de arroz irrigado, a produção de ruminantes e a queima de combustíveis fósseis são apontados como as principais fontes geradoras de GEEs. No solo, o CO₂ é gerado durante a decomposição da matéria orgânica por organismos heterotróficos e pela respiração de raízes (SANTOS *et al.*, 2008), ou seja, a emissão de CO₂ do solo para a atmosfera ocorre principalmente por dois processos biológicos.

Uma das soluções possíveis para amenizar a emissão dos GEEs é aumento do sequestro de carbono. Essa expressão refere-se a qualquer processo que armazene carbono por um longo período, suficiente para que a emissão de carbono para a atmosfera diminua, evitando o aquecimento global. Mitigação é o termo que tem sido usado para esse processo e uma alternativa para a redução do CO₂ atmosférico, o qual consiste no sequestro de carbono a partir do aumento do carbono orgânico no solo (LAL, 2004; FELLER & BERNOUX, 2008).

O armazenamento de carbono no globo terrestre é dividido em cinco compartimentos interconectados: oceânico, geológico, pedológico (solo), biótico (biomassa vegetal e animal) e atmosférico. O maior reservatório de C é o geológico com 90.000.000 Pg de C (SUNDQUIST, 1993); entretanto, a maior parte desse carbono não participa da ciclagem. O compartimento oceânico contém cerca de 38.000 Pg de C; o atmosférico é o que apresenta a menor quantidade de carbono armazenada, cerca de 760 Pg de C e o compartimento pedológico contém 2.500 Pg de C, sendo 1.500 Pg na forma de carbono orgânico e 950 Pg de carbono inorgânico (LAL, 2004).

Uma parte considerável do carbono orgânico no solo encontra-se na forma de matéria orgânica do solo o qual é facilmente decomposto quando não se realizam práticas de manejo conservacionistas, contribuindo para o efeito estufa devido à liberação de GEEs (CERRI *et al.*, 2007). De acordo com Lal (2004), os solos submetidos a manejos conservacionistas podem acumular cerca de 30 a 60 Pg de C num período de 25 a 50 anos de cultivo.

Algumas pesquisas sobre o assunto têm demonstrado a importância da fruticultura para o setor agrícola, e sugerem a ampliação de trabalhos voltados à mitigação de adversidades climáticas associadas à produção de frutas (ZULLO *et al.*, 2006, *apud* BLAIN, 2011). Este aspecto é reforçado no estudo de Blain (2011) sobre a contribuição da fruticultura nas mudanças climáticas, o qual chama atenção para os plantios sob as condições climáticas do Estado de São Paulo, e conclui que o estudo contínuo e aprofundado sobre as variações temporais de tempo e clima, observados em escala global ou regional, é apenas uma das etapas para a redução na emissão dos GEEs oriundos do setor agrícola.

Nesse contexto de que o solo contém o carbono orgânico, o qual atua na redução da emissão de CO₂ atmosférico, objetivou-se quantificar o estoque de carbono em solos cultivados com uva. A escolha da videira deve-se à tradição do Estado de São Paulo com destaque na produção nacional (CAMARGO *et al.*, 2011), no cenário cultural na produção vinícola e o crescimento do enoturismo de São Roque - SP, sendo a cidade considerada a "Terra do Vinho" (HISTÓRIA DE SÃO ROQUE, 2011).

2 Materiais e métodos

O estudo foi realizado na Vitivinícola Góes (Rodovia Quintino de Lima, Km 6, Fazenda Cinzano, São Roque – SP), e abrangeu quatro áreas com as respectivas videiras: Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon, as quais são destinadas para a produção de vinho (Fig. 1). O plantio de cada cultivar foi realizado em agosto de 2001, agosto de 2010, dezembro de 2011 e outubro de 2006, respectivamente.



Figura 1: Visão área da Vitivinícola Góes, Fazenda Cinzano - SP. Área 1 = Plantio de videiras Cabernet Sauvignon; Área 2 = Plantio de videiras Isabel precoce; Área 3 = Plantio de videiras Niágara Branca; Área 4 = Plantio de videiras Cabernet Franc; 5 = Rodovia Quintino de Lima, Km 6, São Roque – SP. Fonte: Programa Google Earth®, ©2013 Map Link, Digital Globe (Acesso em: 28 nov. 2013).

O manejo adotado na propriedade consiste em deixar nas linhas de plantio o material proveniente das podas realizadas anualmente e o plantio de aveia nas entrelinhas de plantio. O sistema de condução utilizado para os cultivares Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon foi do tipo espaldeira e para as cultivares Niágara Branca e Isabel precoce, o sistema de sustentação foi do tipo manjedoura. O espaçamento utilizado dentro da linha e nas entrelinhas de plantio do sistema de espaldeira foi de 1,2 x 2,7 m, e do sistema de manjedoura foi de 1,5 x 3,0 m. Os cultivares Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon eram plantas provenientes da enxertia com o porta-enxerto Paulsen 1103 e os cultivares Niágara Branca e Isabel precoce no porta-enxerto IAC 766.

Em cada área foram realizadas coletas de amostras de terra no início, meio e fim nas linhas e nas entrelinhas dos parreirais nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm utilizando o trado para amostras indeformadas de solo durante o primeiro semestre de 2013. As amostras de terra foram levadas para o Laboratório de Química do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus São Roque, secas em estufa a 105°C com circulação forçada de ar durante 48 h, pesadas para obtenção da massa (m) e do cálculo da densidade através da relação entre a massa e o volume da amostra de solo (EMBRAPA, 1997). O material seco foi peneirado (malha de 2mm) para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e submetido à determinação do pH e do teor de carbono.

O pH foi determinado em solução de cloreto de cálcio (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹) na proporção solo:solução de 1:2,5, e o teor de carbono do solo foi determinado pelo método Walkley-Black (RAIJ *et al.*, 2001). Neste método, a determinação da quantidade de carbono orgânico baseia-se na oxidação do CO₂ da matéria orgânica do solo e o estoque de carbono foi calculado por meio da divisão do teor de

carbono (%) por 100, multiplicado pela densidade do solo ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), pela profundidade (cm) da camada do solo e pelo fator (=100) de conversão de $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para megagrama de carbono por hectare ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) conforme a fórmula proposta por Szakacs (2003). O estoque de carbono total foi obtido pela soma dos estoques de carbono das duas profundidades de solo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por quatro tratamentos (cultivares Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon) e três repetições, sendo as amostras de terra nas linhas e nas entrelinhas e nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm a representação de cada parcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o software ASSISTAT Versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2009) e os resultados do teste F, significativos até ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), foram submetidos ao teste Tukey a 5%, para a comparação das médias.

3 Resultados e discussão

Os solos cultivados com as videiras Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon apresentaram valores de pH ligeiramente abaixo do recomendado para o cultivo de videiras que é de 6,5 a 7,5 (Tab. 1), entretanto, é comum a produção de uva em solos com pH entre 5,5 a 8,0 (GIOVANNINI, 2005).

A prática da calagem utilizada para elevar o pH do solo é recomendada para os solos com pH abaixo de 5,0 com os objetivos de reduzir os efeitos tóxicos do alumínio nas culturas, fornecer cálcio e magnésio para as plantas e aumentar a disponibilidade dos nutrientes no solo (HAVLIN *et al.*, 2005).

Tabela 1: Médias do pH do solo nas linhas e entrelinhas das áreas cultivadas com Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon, nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm do solo, Vitivinícola Góes, São Roque - SP.

Cultivar	pH			
	----- Linhas -----		---- Entrelinhas ----	
	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
Niágara Branca	6,4	6,6	6,7	6,8
Isabel precoce	5,3	5,3	5,3	5,3
Cabernet Franc	5,6	5,8	5,4	5,4
Cabernet Sauvignon	5,1	5,1	5,2	5,3

Em geral, o estoque de carbono total no solo das áreas analisadas foi maior nas linhas e nas entrelinhas dos cultivares Niágara Branca e Cabernet Sauvignon (Tab. 2). Esse teor de carbono mais elevado nas entrelinhas é esperado devido aos benefícios do cultivo de aveia como fonte de matéria orgânica para o solo, contribuindo para a diminuição da oxidação da matéria orgânica e, consequentemente, da redução da liberação de CO_2 , além de promover a melhoria na agregação, porosidade e aeração do solo, aumento da capacidade de troca de cátions e como fonte de nitrogênio, fósforo e micronutrientes para o solo (SANTOS *et al.*, 2008). O baixo teor de carbono observado na entrelinha do cultivar Cabernet Franc pode ser atribuído ao seu recente plantio (iniciado em 2011), não havendo tempo suficiente de acumular matéria orgânica nessa área. Giovannini (2014) recomenda o consórcio da aveia com uma leguminosa com o objetivo de manter um equilíbrio na relação carbono/nitrogênio, pois os altos teores de nitrogênio nas uvas destinadas à vinificação causam desequilíbrios na fermentação e na qualidade do vinho.

A análise de variância dos resultados do estoque de carbono nas linhas revela diferentes capacidades de estocar carbono no solo (Fig. 2). Os solos cultivados com as videiras Niágara Branca e Cabernet Sauvignon apresentaram valores superiores para estocar carbono no solo nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm em relação às demais videiras, apesar de ambas utilizarem diferentes sistemas de

condução e serem de origem americana (espécie *Vitis labrusca*) e europeia (espécie *Vitis vinifera*), respectivamente.

Tabela 2: Médias do pH do solo nas linhas e entrelinhas das áreas cultivadas com Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon, nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm do solo, Vitivinícola Góes, São Roque - SP.

Cultivar	Estoque de carbono total		
	-- Plantio --	----- Mg.ha ⁻¹ -----	
	Mês/ano	Linhas	Entrelinhas
Niágara Branca	Ago/2001	28,5	34,87
Isabel precoce	Ago/2010	12,8	20,64
Cabernet Franc	Dez/2011	13,1	11,95
Cabernet Sauvignon	Out/2006	23,5	27,08

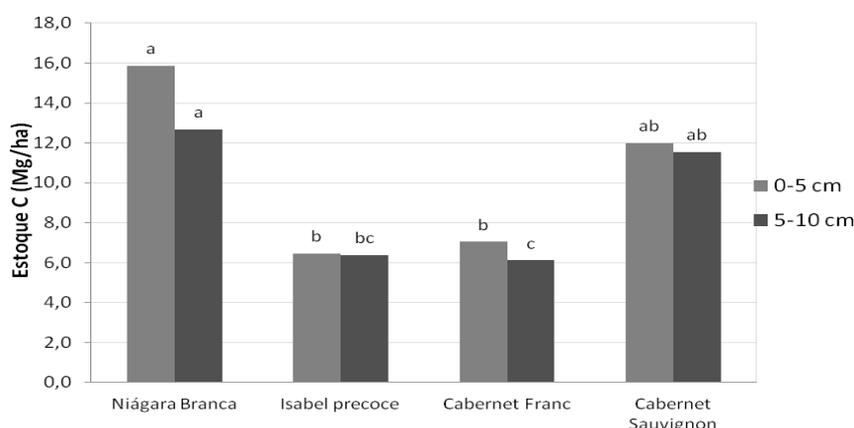


Figura 2: Médias do estoque de carbono no solo da linha de plantio das áreas cultivadas com Niágara Branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm, Vitivinícola Góes, São Roque - SP. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas distintas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados demonstram que o estoque de carbono no solo não foi influenciado pelo sistema de condução das videiras (Fig. 2), apesar de o sistema de condução do tipo manjedoura da Niágara Branca resultar numa densidade de plantio de 3.086 plantas.ha⁻¹ e o sistema do tipo espaldeira da Cabernet Sauvignon em 2.222 plantas.ha⁻¹; mesmo com uma diferença de 864 plantas entre os sistemas adotados, os solos com esses cultivares apresentaram valores semelhantes quanto ao acúmulo de carbono no solo. A mesma conclusão foi observada para os solos cultivados com as videiras Isabel precoce e Cabernet Franc.

Gatto e colaboradores (2010) atribuem os maiores teores de estoque de carbono no solo à classe dos Latossolos por apresentar um maior teor de argila que as demais classes e justificam que o alto grau de flocculação da argila confere maior proteção ao carbono do solo, devido à formação de complexos argilo-orgânicos menos susceptível a decomposição. Estudos comprovam essa correlação positiva entre o estoque de carbono no solo e o teor de argila do solo (WAUTERS *et al.*, 2008; PAUL *et al.*, 2002.).

O estoque de carbono no solo também pode ser atribuído por categoria de uso da terra, apresentando concentração mais elevada nos solos de florestas do que em solos cultivados (TAN & LAL, 2005), em sistema de manejo que adiciona no solo composto orgânico de origem animal e/ou vegetal (DE SOUZA *et al.*, 2012) e em sistema de plantio direto onde a ausência e/ou um número menor de o-

perações de cultivo favorecem a manutenção da matéria orgânica no solo devido a sua menor taxa de decomposição (GREEN *et al.*, 2007).

No entanto, Costa e colaboradores (2008) demonstram que o sistema de preparo de solo convencional atua como uma fonte de CO₂ para a atmosfera independentemente do sistema de cultura adotado.

No caso do sistema de plantio direto, para que seja apresentado um saldo positivo quanto ao sequestro de carbono no solo, é necessária adição adequada de resíduos ao solo para contrabalançar a oxidação do material orgânico e, assim, ocorrer acúmulo de carbono no solo ao longo do tempo.

Em relação ao tempo, pode-se observar nesse estudo que os cultivares com mais tempo de plantio, Niágara Branca e Cabernet Sauvignon (respectivamente 12 e seis anos), apresentaram os maiores teores de carbono no solo nas linhas e nas entrelinhas de plantio (Fig. 2 e 3).

De Souza e colaboradores (2012) relatam que as médias dos teores de matéria orgânica mostraram elevações até o décimo ano em solos agrícolas sob manejo orgânico, chegando a um acúmulo total de 23,62 Mg.ha⁻¹ de carbono nesse período, e que o sequestro de carbono tende a diminuir com o tempo com ganhos insignificantes a partir do décimo ano.

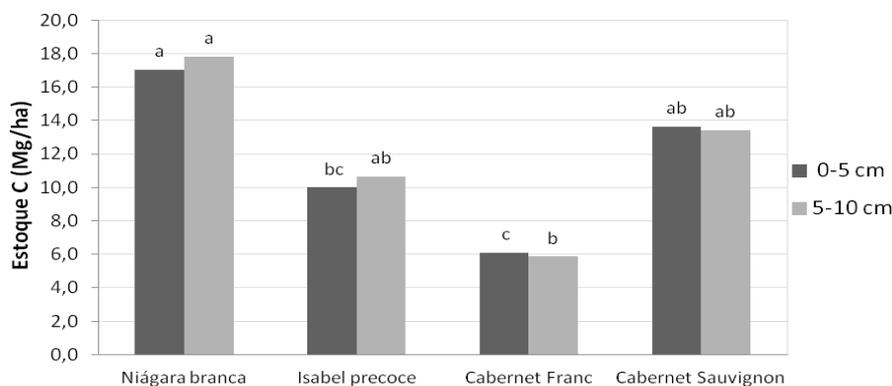


Figura 3: Médias do estoque de carbono no solo nas entre linhas das áreas cultivadas com Niágara branca, Isabel precoce, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon nas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm, Vitivinícola Góes, São Roque/SP. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas distintas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação ao teor de carbono nas duas profundidades, observa-se uma tendência para os maiores teores na camada superficial das linhas e entrelinhas (Fig. 2 e 3). Essa tendência pode ser justificada pelo material proveniente da queda de folhas, das podas, desbastes das inflorescências e dos frutos os quais foram adicionados nas linhas de plantio e da aveia como adubação verde nas entrelinhas. A adição desse material na superfície do solo é importante para a estabilização da matéria orgânica do solo, o que dificultaria a sua decomposição (KIEHL, 2012) sendo esta uma das possibilidades de contribuir para a manutenção do carbono orgânico no solo e, assim, reduzir a emissão de CO₂ para a atmosfera.

4 Considerações finais

Pelo presente estudo, os resultados permitiram concluir que as videiras apresentaram diferenças quanto à capacidade de estocar carbono no solo, os estoques de carbono total no solo foram maiores nas linhas e nas entrelinhas dos cultivares Niágara Branca e Cabernet Sauvignon e que os estoques de carbono total no solo foram maiores para os cultivares com maior tempo de plantio.

5 Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Vitivinícola Góes por disponibilizar a área para a realização da pesquisa.

Referências

- BLAIN, G. C. Climate change and the fruit culture. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. SPE1, p. 7-12, 2011.
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 33, p. 144-149, 2011.
- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.
- CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Agricultura e aquecimento global. *Boletim Informativo da SBCS*, vol. 23, p. 40-44, 2007.
- CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agricola*, vol. 64, n. 1, p. 83-99, 2007.
- COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.
- DE SOUZA, J. L.; PREZOTTI, L. C.; GUAARCONI M. A. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. *Idesia (Arica)*, v. 30, n. 1, p. 7-15, 2012.
- EMBRAPA. *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1997.
- ERN, J. S.; JOHNSON, M. G. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal*, v. 57, n. 1, p. 200-210, 1993.
- FELLER, C.; BERNOUX, M. Historical advances in the study of global terrestrial soil organic carbon sequestration. *Waste Management*, v. 28, n. 4, p. 734-740, 2008.
- GATTO, A. *et al.* Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 4, p. 1069-1080, 2010.
- GIOVANNINI, E. *Produção de uvas para vinho, suco e mesa*. Porto Alegre: Renascença, 2005.
- _____. *Manual de Viticultura*. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- GREEN, V. S.; STOTT, D. E.; CRUZ, J. C.; CURI, N. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in a Brazilian Cerrado Oxisol. *Soil and Tillage Research*, v. 92, n. 1, p. 114-121, 2007.
- HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005.
- HISTÓRIA DE SÃO ROQUE. Disponível em: <www.saoroque.sp.gov.br/historia.asp>; acesso em: 05 dez. 2011.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). *Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University, 2007.
- KIEHL, J. E. *Matéria orgânica do solo agrícola*. Piracicaba: Degaspari, 2012.
- LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, vol. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.
- MILLER JR., G. T. *Ciência Ambiental*. 11.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.
- PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; NYAKUENGAMA, J. G.; KHANNA, P. K. Change in soil carbon following afforestation. *Forest ecology and management*, v. 168, n. 1, p. 241-257, 2002.
- POST, W. M.; KWON, K. C. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global change biology*, v. 6, n. 3, p. 317-327, 2000.
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001.
- SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2.ed. Rev. e Atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers. *Anais*. 2009.

SUNDQUIST, E. T. The global carbon dioxide budget. *Science*, vol. 259, p. 934-941, 1993.

SZAKACS, G. G. J. *Sequestro de carbono nos solos - avaliação das potencialidades dos solos arenosos sob pastagens, Anhembi- Piracicaba/SP*. Piracicaba, SP, 2003 (Dissertação de Mestrado).

TAN, Z.; LAL, R. Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 111, n. 1, p. 140-152, 2005.

WAUTERS, J. B.; COUDERT, S.; GRALLIEN, E.; JONARD, M.; PONETTE, Q. Carbon stock in rubber tree plantations in Western Ghana and Mato Grosso (Brazil). *Forest Ecology and Management*, v. 255, n. 7, p. 2347-2361, 2008.

Como citar este artigo científico

SILVA, D. de A.; DUTRA, A. V.; LENK, F. L.; KOWALSKI, N. P. O solo como estoque de carbono em cultivos de videiras. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 3-10. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: ___/___/___.

AS RELAÇÕES ENTRE ECONOMIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA: A POLÍTICA ENERGÉTICA NA DÉCADA DE 1970

THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMY, SCIENCE AND TECHNOLOGY: THE ENERGY POLICY IN THE 1970'S DECADE

Ivy Judensnaider ⁽¹⁾Franklin de Oliveira Lacerda ⁽²⁾

Resumo. O objetivo deste artigo é investigar as relações entre Economia, Ciência e Tecnologia, e os frutos dessa interação em termos do desenvolvimento nacional. Parte-se do pressuposto que desenvolvimento implica as áreas científicas e tecnológicas. Ainda, considera-se que a política científica de um país é fruto da análise sistemática de suas necessidades de desenvolvimento e resulta na adoção de estratégias que possibilitem o uso dos recursos disponíveis de uma forma racional e vantajosa, tendo em vista, principalmente, os objetivos de crescimento econômico aliados à distribuição de renda e à geração de justiça social. Considerada a existência de uma forte associação entre Economia, Ciência e Tecnologia, escolhemos discutir a política energética preconizada no II PND e implantada nas décadas de 1970, tendo em vista que as estratégias ali sinalizadas representaram (ou deveriam representar), àquele momento, o trabalho conjunto entre cientistas e políticos. A escolha desse objeto não se dá de forma gratuita: do ponto de vista das interfaces entre História Econômica Brasileira e História da Ciência e da Tecnologia, o estudo da política energética no governo Geisel (e suas repercussões nos governos posteriores) pressupõe a compreensão do seu significado numa época marcada por um profundo intervencionismo estatal na economia, pela tentativa de implantação no Brasil de um modelo econômico nacionalista, desenvolvimentista e modernizante e por um intenso conflito entre a classe governante e a comunidade científica do país.

Palavras-chave: Ciência; tecnologia; economia; regime militar no Brasil.

Abstract. The main goal of this article is to investigate the relationship between Economy, Science and Technology, and the consequences of this interaction in terms of National Development. The assumption assumed is that development implies the scientific and technological areas. Yet, considering that a science policy of a country is a result of the systematic analysis of the development and it results on the adoption of strategies that enables the use of the available resources in a rational and advantageous way, taking into consideration the objectives of economic growth combined with an income distribution and the generation of social justice. Considered the existence of a strong association between Economy, Science and Technology, the subject chosen is the energy policy established on the II PND and deployed in the 1970's, in the view that the strategies signalized at that time represented (or should represent), a joint effort between scientists and politicians. The choice for this subject was not at random: from the point of view of the interfaces between Economic History of Brazil and History of Science and Technology, the study of energy policy in the Geisel government (and their repercussions over the next governments) requires the comprehension of its meaning in a time marked by a deep economic interventionism by the state, by the attempt to implement a nationalist, developmental and modernizing economic model in Brazil, and by an intense conflict between the governing class and the scientific community of the country.

Keywords: Science; technology; economy; Brazilian military regime.

⁽¹⁾ Bacharel em Ciências Econômicas pela FAAP-SP e mestra em História da Ciência pela PUC-SP. Atualmente, trabalha como professora na UNIP, instituição na qual também coordena o curso de Ciências Econômicas do campus Marquês (São Paulo, SP).

⁽²⁾ Graduando em Ciências Econômicas na UNIP e bolsista de Iniciação Científica.

(Recebido em: 20 set. 2014; aceito em: 30 set. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

Evidências da relação entre a Economia, a Ciência e a Tecnologia¹ são vistas com frequência no cenário mundial. Ainda, os dados têm mostrado a importância do papel do Estado como planejador e

¹ Bunge (1980) explica a confusão entre Ciência e Técnica, e entre política científica e política econômica. A Ciência básica se propõe a enriquecer o conhecimento humano; a Ciência aplicada busca aplicar os conhecimentos obtidos na pesquisa básica.

executor de políticas de fomento à Ciência e à Tecnologia com vistas ao crescimento econômico e ao desenvolvimento. Um caso recente dessa associação é a Coreia do Sul. Inicialmente, o governo fez uma profunda reforma educacional e agrária; num segundo momento, passou a estimular o desenvolvimento da indústria pesada e, em seguida, o desenvolvimento do setor de eletrônica. No fim da década de 1980, a Coreia do Sul já possuía grande dinamismo tecnológico e empresas mundialmente conhecidas. Tal evolução a levou a um PIB per capita de US\$ 91 em 1961 para US\$ 22.590 em 2012, de acordo com o World Bank (2014). O IDH, de acordo com a ONU (2013), foi de 0,628 em 1980 para 0,891 em 2013 (MITERHOF, 2014). Mais importantes do que os resultados numéricos, no entanto, são os aspectos referentes aos mais de cinquenta anos de duração do processo de incentivo à Ciência e à Tecnologia com vistas ao desenvolvimento, todos eles caracterizados pela forte intervenção do Estado: a trajetória do desenvolvimento sul-coreano teve início em meados da década de 1950 e, posteriormente, englobou as já citadas reformas educacionais e reforma agrária, juntamente com a privatização de empresas estatais; depois, foram nacionalizados os bancos e executado um programa de substituição de importações; finalmente, as regras de normatização do sistema financeiro foram relaxadas, especialmente as relacionadas aos fluxos de capitais com o exterior.

A Força Tarefa em Ciência, Tecnologia e Inovação, participante do Projeto Millennium da Organização das Nações Unidas (ONU, 2005), tem sido assertiva nas colocações a respeito da importância da Tecnologia como vetor do desenvolvimento. Afinal, a evolução tecnológica facilitou a sobrevivência e a evolução da espécie humana, pois, de outro modo, ainda estaríamos utilizando, por exemplo, métodos arcaicos de plantio e colheita, o qual não proporcionariam os ganhos de escala conquistados nos últimos anos e comprovariam a maldição malthusiana. Finalmente, há que se considerar o elo que conecta tecnologia, ciência e inovação com o ambiente econômico: os investimentos e as fontes de financiamento. A evolução tecnológica, fruto das descobertas científicas e dos ciclos de inovação, geralmente, exigem grandes investimentos, pois os retornos costumam surgir em longo prazo. Um bom exemplo é a formação de mão de obra, a qual exige diversos anos de estudo e especialização para, assim, entrar no mercado de trabalho.

Considerada a existência de uma forte associação entre Economia, Ciência e Tecnologia, escolhemos discutir a política energética preconizada no II PND e implantada nas décadas de 1970, tendo em vista que as estratégias ali sinalizadas representaram (ou deveriam representar), àquele momento, o trabalho conjunto entre cientistas e políticos. A escolha desse objeto não se dá de forma gratuita: do ponto de vista das interfaces entre História Econômica Brasileira e História da Ciência e da Tecnologia, o estudo da política energética no governo Geisel (e suas repercussões nos governos posteriores) pressupõe a compreensão do seu significado numa época marcada por um profundo intervencionismo estatal na economia, pela tentativa de implantação no Brasil de um modelo econômico nacionalista, desenvolvimentista e modernizante e por um diálogo conflituoso entre o governo e a comunidade científica do país. As perguntas que fazemos são: quais as relações entre o Governo e a comunidade científica à época do II Plano Nacional de Desenvolvimento? De que maneira as condições históricas e o entorno do período determinaram as características do relacionamento entre a comunidade científica e o Governo, e como isso repercutiu nos resultados da política energética então formulada e executada?

2 O regime militar

Em 1964, os militares depuseram João Goulart que, após a renúncia de Jânio Quadros (1961), havia assumido a Presidência do país. Jango (apelido de João Goulart) não era visto com bons olhos pelos políticos e empresários conservadores, especialmente em função de seus projetos de reforma agrária e de nacionalização de refinarias de petróleo. Para desfechar o golpe contra Jango, os militares contaram com o apoio de setores significativos da sociedade civil, em particular os empresários, a alta

A Técnica e a Tecnologia procuram criar artefatos úteis. O autor também ressalta: considerando a Ciência, a Técnica e a Economia, pode-se dizer são setores distintos, mas inseparáveis.

burguesia e a classe média, todos eles apavorados com a possibilidade de implantação do comunismo no Brasil. No contexto da Guerra Fria que se seguiu ao término da II Guerra Mundial, os representantes do capital internacional também apoiaram o movimento que se autoproclamou revolucionário: para todos esses setores, o inimigo mais perigoso era a propagação do comunismo.

O primeiro presidente militar foi Castelo Branco (1964 a 1967). Depois, governaram Costa e Silva (1967 a 1969), Garrastazu Médici (1969 a 1974), Geisel (1974 a 1979) e Figueiredo (1979 a 1985), todos eles alçados à Presidência por meio de eleições indiretas das quais não participava a sociedade civil. O nível de repressão (representado pelo número de presos políticos e pela quantidade de denúncias de tortura e assassinato de opositores) variou em cada um desses governos; como traços comuns, podemos citar a censura política e o autoritarismo como estratégia para implantar um modelo de desenvolvimento baseado no crescimento econômico à custa do endividamento externo e com elevado grau de intervenção do Estado e de participação do capital internacional.

2.1 A repressão política

Com o golpe de 1964, os militares passaram a exercer controle total sobre a produção acadêmica e cultural no país. A censura prévia aos jornais e às outras mídias, bem como os intensos confrontos entre militares e estudantes, criaram um clima de animosidade crescente. Contribuíram para isso a profunda radicalização do movimento estudantil (mobilizado e atuante desde o governo de Goulart) e a insatisfação da classe política de oposição (Fig. 1).



Figura 1: A radicalização política. O processo de radicalização política foi acelerado com a violenta repressão contra as manifestações estudantis que pediam o retorno à democracia e o fim do aparato autoritário e repressor implantado pelos golpistas².

Mais importante: um dos efeitos do regime autoritário instaurado em 1964 foi o de buscar controlar a efervescência reformadora que havia contaminado a comunidade civil, política e científica nos anos anteriores, afastando-a dos centros decisórios e dos espaços de influência intelectual e formação da opinião pública (SARANDY, 2011). Em especial, isolaram-se os cientistas sociais e os das áreas das Ciências Naturais que demonstravam preocupação com os rumos que o país havia tomado a partir do golpe militar: assim, a comunidade científica viu-se isolada dentro dos limites da lógica da carreira universitária e afastada das controvérsias políticas no contexto público.

Como resultado desse processo de insulamento, a crítica social e o debate sobre as políticas sociais, tecnológicas e científicas ficaram distanciadas da sociedade: as questões relativas à problemática

² Disponível em: <http://www.ebc.com.br/sites/default/files/styles/conteudo_ckeditor/public/ditadura_2.jpg>; acesso em: 02 mar. 2014.

social passaram a ser discutidas no âmbito da Academia, bem distante da sociedade que sofria os revezes do autoritarismo do novo regime. O debate sobre alternativas políticas, públicas, científicas e tecnológicas, portanto, ficou confinado à burocracia profissional; aos cientistas, restou o preparo do elemento humano necessário ao aparelhamento tecnocrático e modernizante do Estado e das empresas privadas envolvidas com a industrialização.

A lógica do insulamento pressupõe três coisas fundamentais: uma extrema especialização, com acentuada divisão racional do trabalho intelectual; um relativo fechamento em “ilhas burocráticas” de especialistas detentores de informação privilegiada, com um mínimo de influência externa e fraco *accountability*; por fim, um caráter setorial, aplicado à gestão racional e eficiente de um setor específico da vida pública, sem incursões generalizadas no debate dos grandes temas – há mesmo uma indiferença pela agenda pública vista em sua totalidade (SARANDY, 2001, p. 10).

A manutenção do *status quo* do regime autoritário requeria controle total e absoluto da sociedade, e os cientistas que não concordavam com as escolhas feitas pelos militares passaram a ser perseguidos. Alguns foram presos ou aposentados compulsoriamente; outros preferiram o exílio (Fig. 2).

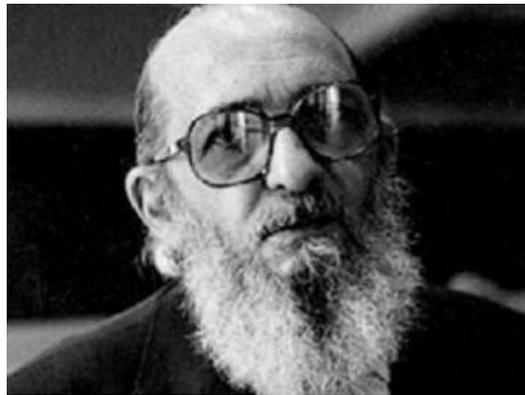


Figura 2: Paulo Freire concebeu um revolucionário método de alfabetização a partir da formação da consciência política, mas teve que se exilar em função da perseguição dos militares³.

Em poucos anos, uma parte significativa da comunidade científica (justamente a que fazia sérias críticas ao modelo tecnoburocrático desenvolvimentista do regime militar) estava fora das universidades ou fora do país. No contexto do regime militar não havia espaço para debate, nem mesmo com os cientistas, tampouco entre cientistas. Aliás, alguns setores da comunidade científica chegaram a receber atenção “especial” do regime, tamanho o perigo que supostamente representavam⁴ (Fig. 3).

Para o regime, os cientistas e os estudantes não deveriam se envolver em política. Até mesmo as entidades estudantis foram consideradas espúrias: para os conservadores, elas eram monstros jurídicos, já que funcionavam como associações jurídicas administradas por menores de idade. Ainda, a UNE⁵ era vista como uma força de vanguarda do comunismo internacional, cujos dirigentes atuavam como agentes marxistas. Para os críticos ao movimento estudantil, era impossível que jovens que não tinham a competência ou a condição jurídica de casar, advogar, clinicar ou assinar plantas pudessem fazer política (BRAGHINI, 2010). Para vários representantes da imprensa,

³ Disponível em: <http://www.ebc.com.br/sites/default/files/styles/medium/public/paulofreire_creativecommons.jpg>; acesso em: 2 mar. 2014.

⁴ Foi o caso dos cientistas físicos: a repressão não atingiu apenas Mário Schenberg, mas também outros pesquisadores.

⁵ Colocada na ilegalidade pela lei Suplicy de Lacerda (1964), a UNE ainda realizou um congresso clandestino em 1968, quando suas principais lideranças foram presas pelas forças de repressão.

[...] havia os professores omissos, porque eram complacentes diante dos abusos estudantis; fracos, porque não demonstravam a sua posição de autoridade; desqualificados, porque ensinavam um conteúdo equivocadamente e; indiferentes, pois passavam apáticos diante da possibilidade de ensinar outros caminhos aos alunos que não fosse a 'luta revolucionária' (BRAGHINI, 2010, p. 161).

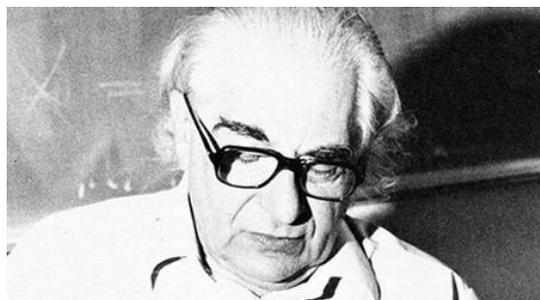


Figura 3: Mario Schenberg (1914 - 1990), tido como maior físico teórico do país, foi aposentado compulsoriamente pelos militares em 1969, ficando proibido de lecionar nas universidades brasileiras⁶.

A censura alcançou inclusive as bibliotecas universitárias. Segundo os setores mais conservadores da sociedade, Marcuse ocupava um lugar de destaque entre os sociólogos a serem criticados por suas bandeiras e ideias revolucionárias. Proudhon, Bakunin e Marx figuravam como autores que deveriam ser evitados, já que instigavam o terrorismo e a anarquia. Na verdade, todo o repertório extraído das leituras que eram comuns naquele período parecia conspirar para o levante revolucionário: Marx, Freud, Mao, Guevara, Lukács, Gramsci, Caio Prado Jr. e Celso Furtado, todos eles tinham o poder de insuflar os ânimos da juventude⁷.

Aparentemente, a questão da 'mentalidade policial' que circulava na escola não vigiava apenas os livros teóricos ou de táticas militares guerrilheiras. Da parte dos pais, foi apontado um rechaço aos professores que desenvolvessem um conteúdo 'inapropriado' aos jovens. A despeito do comentário sobre o 'falso puritanismo', que já denota um curso das discussões que poderiam ser feitas em sala de aula, foi possível destacar a paranoia diante do planejamento do professor, pois a mera dedução de que os jovens passariam pelos trechos mais excitantes da obra era um risco (BRAGHINI, 2010, p. 169).

Segundo Bresser-Pereira (1997, p. 7), a Revolução de 1964 (denominação que os militares preferiam ao invés de golpe) havia sido resultado da "unificação da burguesia industrial e mercantil sob o comando político da tecnoburocracia estatal e sob a proteção do imperialismo multinacional". E, se o regime militar havia preconizado o desenvolvimento econômico e a segurança nacional como pilares do seu modelo, a educação deveria estar de acordo com esses pressupostos. O modelo tinha como base a segurança nacional (o que incluía a repressão contra os trabalhadores e quaisquer movimentos de esquerda ou de contestação ao regime, já que a burguesia associava as reivindicações dos trabalhadores com movimentos socialistas e comunistas "espúrios") e o desenvolvimento econômico; a estrutura educacional deveria ser condizente com esses objetivos.

Tratava-se, afinal, de garantir que a educação fosse capaz de prover a racionalidade tecnocrática que o capitalismo moderno necessitava; era preciso executar as reformas educacionais que fossem capazes de fazer uma sociedade agrária transitar para um padrão sócio-urbano-industrial. Assim,

Impunha-se a universalização da escola primária e média e, particularmente, a ênfase na questão curricular referente ao ensino de matemática e ciências naturais. Quanto

⁶ Disponível em: <http://www5.usp.br/wp-content/uploads/porta120911_1.jpg>; acesso em: 02 mar. 2014.

⁷ Até mesmo a literatura virou alvo da ação policial: afinal, era possível encontrar cenas "perturbadoras" em *Eça de Queiroz* e nas obras de Jorge Amado e Erico Veríssimo.

ao ensino superior, previa-se a ampliação das vagas no âmbito dos cursos de graduação voltados para as profissões tecnológicas. Além disso, privilegia[va]-se a estruturação dos programas de pós-graduação com a dupla função de produzir conhecimentos exigidos pela demanda do crescimento acelerado da produção econômica e, ao mesmo tempo, de formar novos quadros capacitados para a geração de ciência e tecnologia (FERREIRA JR.; BITTAR, 2008, p. 346).

Para além desse fortalecimento do setor privado do ensino, cabe considerar, também, que o

[...] próprio setor público foi sendo invadido pela mentalidade privatista, traduzida no esforço em agilizar a burocracia aperfeiçoando os mecanismos administrativos das escolas; na insistência em adotar critérios de mercado na abertura dos cursos e em aproximar o processo formativo do processo produtivo; na adoção dos parâmetros empresariais na gestão do ensino; na criação de ‘conselhos curadores’, com representantes das empresas, e na inclusão de empresários bem sucedidos como membros dos conselhos universitários; no empenho em racionalizar a administração do ensino, enxugando sua operação e reduzindo seus custos, de acordo com o modelo empresarial (SAVIANI, 2008, p. 300-301).

É evidente que as instituições educacionais e os centros de pesquisa deveriam espelhar não apenas o modelo de sociedade que o regime militar queria para o país, mas também gerar as condições necessárias para a sua reprodução; e, mesmo que surgissem setores interessados em mudanças ou que a esse modelo se opusessem, a censura política, a repressão e o autoritarismo davam conta de eliminar qualquer possibilidade de crítica ou ameaça.

2.2 Geisel, a crise e II PND

Geisel recebeu a Presidência das mãos de Médici em março de 1974 (com mandato previsto até março de 1979) e, junto com ela, a herança do fim do “milagre” brasileiro e das taxas de crescimento elevadas. O penúltimo presidente militar assumiu o principal posto do governo brasileiro com preocupações bem diferentes das de seus antecessores, chamando para si as tarefas de reconduzir o país à democracia – dado o esgotamento da ditadura militar e das pressões da sociedade civil –, sem perder, no entanto, o direito do controle do processo. Geisel tinha uma difícil tarefa pela frente: impedir a ação de setores linha-dura dos militares e o acirramento das ações consideradas subversivas; manter as altas taxas de crescimento econômico; e procurar resolver as desigualdades resultantes de uma distribuição de renda injusta (Fig. 4).



Figura 4: Ernesto Geisel (1907 - 1996), penúltimo presidente do regime militar⁸.

⁸ Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/informacoespresidenciais/galeria-de-imagens/ernesto-geisel/view>>; acesso em: 02 mar. 2014.

Também recebeu um panorama econômico internacional conturbado, em função do choque de petróleo de outubro de 1973. O contexto resultante “da dependência da importação de petróleo na balança comercial de pagamentos se mostraram desastrosas em 1974” (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p. 58), após a decisão da OPEP⁹ de aumentar os preços de petróleo, de um dia para outro.

Em 1972, o preço nominal do petróleo, em US\$/barril, era de 2,59; em 1973, 3,62; em 1974, após a ação da OPEP, esse preço subia para 12,41. As importações brasileiras com o petróleo correspondiam a 11,1% do valor das exportações em 1972, e duplicaram em 1974 (22,5%). Pior: em 1972, as importações do produto equivaliam a 11,8% do total de exportações realizadas pelo Brasil, e em 1974 haviam chegado a 35,7%. O Brasil começava a pagar a conta da opção realizada ainda à época de Juscelino, que privilegiara o sistema rodoviário em detrimento do ferroviário: ao final da década de 1950, o óleo era barato, e tão barato, que não havia necessidade alguma de explorá-lo internamente, ficando a Petrobrás encarregada tão somente do seu refino e distribuição¹⁰. Agora, o panorama era outro: além do endividamento externo realizado para bancar as obras de infraestrutura da política desenvolvimentista dos militares, fazia-se necessário levantar mais recursos para viabilizar a importação do petróleo.

Apesar das dificuldades, Geisel acreditava na capacidade de recuperação da economia brasileira e, em setembro de 1974, tornou público o *II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-1979)*, que ficou como meta consolidar a posição do país na posição de oitavo mercado do mundo. A análise do texto do II PND mostra as prioridades do autodenominado IV Governo da Revolução: passar do subdesenvolvimento para o desenvolvimento, priorizada a questão da crise energética (ou seja, a política de energia como peça decisiva da estratégia nacional); e desenvolver novas frentes no Nordeste, Amazônia e Centro-oeste. Para isso, o Brasil ajustaria sua estrutura econômica à escassez do petróleo, dando ênfase ao setor de indústrias básicas, bens de capital e de eletrônica, com o objetivo de substituir importações e abrir novas oportunidades de exportação. A questão energética seria resolvida se reduzida a dependência em relação a fontes externas de energia; portanto, se executaria um programa de prospecção e produção de petróleo, e todo esforço seria feito para

[...] limitar a um mínimo o consumo de petróleo, principalmente nos transportes: política de preço da gasolina sem qualquer subsídio (...), criação de sistemas de transporte de massa, eletrificação de ferrovias, adição de álcool à gasolina e eliminação de desperdícios (...). [Também deveria ser posto em execução] um programa de pesquisas relacionado com novas fontes de energia, acompanhando os progressos mundiais especialmente com relação à economia do hidrogênio, como combustível, e à energia solar (BRASIL, 1974, p. 17).

Assumindo que o horizonte contemplava conflitos entre os interesses relacionados à produção industrial e os referentes à defesa do meio-ambiente – além das tensões econômicas, dos problemas de balanço de pagamentos dos Estados Unidos e das negociações multilaterais de comércio internacional – ficava diagnosticada a crise energética, combinação da anterior disponibilidade do petróleo barato com o subinvestimento no setor e a não priorização de pesquisas sobre novas fontes de energia. A quadruplicação dos preços, bem como a dependência em relação a fontes externas de energia e a possibilidade do esgotamento de reservas de petróleo (que seriam severamente reduzidas em 10 a 15 anos) estariam no epicentro da crise energética pela qual o mundo passava naquele instante. Dessa forma, o Brasil procuraria, sistematicamente, “acompanhar o esforço mundial de desenvolvimento de técnicas que (...) [permitissem] a produção de energia de fontes não poluidoras, contínuas e inesgotáveis, nos campos mais promissores” (BRASIL, 1974, p. 84).

⁹ A OPEP reunia os principais produtores de petróleo e tinha como meta garantir a remuneração justa dos países membros, e o controle da produção e distribuição do petróleo em termos mundiais. Como forma de reação aos países pró-Israel, pós Guerra de Iom Kipur, resolveu diminuir a produção de petróleo e majorar significativamente os preços internacionais do produto.

¹⁰ Geisel estava familiarizado com as questões do petróleo: já havia dirigido uma refinaria em Cubatão e ocupara o cargo de presidente da Petrobrás no governo Médici.

Considerando o desenvolvimento urbano, o controle de poluição e a preservação do meio-ambiente, o II PND arrolava os principais problemas: a poluição industrial, a urbanização acelerada (e que estaria, também, relacionada aos futuros problemas quanto aos números da frota automotiva em circulação), e o esgotamento dos equipamentos urbanos. A solução estaria na criação de regiões metropolitanas, definição de polos secundários para descentralização, urbanização de áreas ainda não ocupadas, apoio à vocação turística e de lazer de cidades situadas na orla marítima ou na região Centro-Oeste, e disciplinamento normativo da expansão das cidades. Estas estratégias deveriam, ainda, ser fruto de intensivo planejamento quanto às necessidades e problemas de cada região ou cada centro urbano.

Do ponto de vista da política científica e tecnológica, buscar-se-ia o equilíbrio entre a pesquisa aplicada e a pesquisa fundamental.

Embora o grosso do esforço [devesse] (...) orientar-se no sentido de atualizar a tecnologia de grande número de setores, e de fazer adaptações de tecnologia, maiores ou menores, [seria] (...) viável executar certo número de projetos de vanguarda, com esforço próprio de inovação tecnológica (BRASIL, 1974, p. 18).

2.3 Política energética: do planejamento à práxis

A pressão na balança de pagamentos era imensa, por mais que se aumentassem as exportações. “Havia apenas três opções: reduzir as importações não petrolíferas, sacar sobre as reservas em moeda estrangeira, ou tomar emprestado no exterior” (SKIDMORE, 1998, p. 352), e Geisel optou pelas duas últimas, o que resultou no aumento significativo da dívida externa líquida e na alimentação do processo inflacionário. Por um lado, os países árabes, com expressivos excedentes em dólares, emprestavam aos países do terceiro mundo créditos a prazos cada vez mais longos e spreads cada vez menores. Por outro, o governo brasileiro adotava uma política de incentivo à tomada de empréstimos no exterior, aumentando internamente os juros e criando mecanismos de proteção a mudanças cambiais.

Neste sentido, a economia brasileira, ao elevar seu nível de endividamento externo, nada mais fez do que acompanhar um movimento geral que envolveu diversas economias em desenvolvimento, num momento em que o euro mercado buscava novos clientes fora dos EUA e Europa (CALDERON; FONTES, 1998, p. 2).

Estava, dessa forma, resolvido o problema imediato de caixa – e do fluxo de dinheiro que permitiria a manutenção das altas taxas de crescimento e o ambiente econômico propício à execução do projeto político de transição sob o controle dos militares.

A solução residia na adoção de estratégias que permitissem um uso intensivo de energia de origem hidroelétrica, e na economia de petróleo (especialmente no transporte, através de aumentos de preço para desestimular o consumo, limitação de horário de funcionamento dos postos de abastecimento, execução de programas de transporte coletiva, ou adição de álcool à gasolina). Também se estimularia pesquisa de fontes internas de petróleo (plataformas marítimas, através de prospecção) e em outras fontes energéticas, e seriam adotadas outras medidas, tais como o programa de eletrificação de ferrovias, e desenvolvimento dos programas de xisto, carvão e outras fontes não convencionais de energia.

Em função do preconizado pelo II PND, o Proálcool foi criado em novembro de 1975 pelo Presidente Ernesto Geisel, e o artigo primeiro do Decreto que formalizou sua instituição esclarecia que seus objetivos diziam respeito ao atendimento às necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos, através da produção do álcool derivado da cana-de-açúcar, da mandioca ou de outro insumo. O Programa incentivaria o aumento da produção agrícola, modernização e ampliação das destilarias existentes, e instalação de novas unidades produtoras (BRASIL, 1975), e sua implantação ficaria a cargo dos Ministérios da Fazenda, Agricultura, Indústria e Comércio, Minas e Energia, Interior, e da Secretaria de Planejamento da Presidência da República.

O II PND também buscou incluir a energia nuclear na nossa matriz energética, a partir do Acordo Nuclear Brasil – Alemanha Ocidental (ou somente Acordo), assinado em junho de 1975. Ao re-

dor do mundo, muitos países já utilizavam extensivamente esta alternativa, como os Estados Unidos, a Alemanha, a França, a Inglaterra e o Japão. A experiência nesses países havia mostrado o potencial altamente eficiente de uso da energia elétrica para atender a demanda nacional e subsidiar tanto crescimento quanto desenvolvimento econômico. Contudo, esses projetos exigiam altos investimentos financeiros e mão de obra altamente especializada. Não obstante, Geisel (D'ARAÚJO; CASTRO, 1997, p. 304) argumentou: o programa nuclear realmente deveria ser implementado, "tendo em vista o crescimento do consumo do país, o crescimento populacional, o aumento da atividade industrial, e o que imaginávamos para o futuro do país". Assim, com tais ações esperava-se incorporar a tecnologia nuclear à matriz energética brasileira¹¹.

O artigo 1º do Acordo estabelecia que

Dentro do quadro do presente Acordo, as Partes Contratantes fomentarão a cooperação entre instituições de pesquisa científica e tecnológica e empresas dos dois países, abrangendo o seguinte: a) Prospecção, extração e processamento de minérios de urânio, bem como produção de compostos de urânio; b) Produção de reatores nucleares e de outras instalações nucleares bem como de seus componentes; c) Enriquecimento de urânio e serviços de enriquecimento; d) Produção de elementos combustíveis e reprocessamento de combustíveis irradiados (MARQUES *apud* SCHMIEDECKE; PORTO, 2008, p. 30).

Além criação do Proálcool e do Programa nuclear, também foi estimulada a construção de usinas hidrelétricas, que buscariam aproveitar o profundo potencial hídrico presente no país¹². Geisel sabia que o potencial hídrico do Brasil não era suficiente, e todas as iniciativas propostas no II PND mostravam isso. De acordo com as palavras de Geisel,

A tendência tem sido considerar que o Brasil ainda tem um potencial hídrico grande por aproveitar e que, assim, devemos continuar com o desenvolvimento da energia hidráulica. Esta, entretanto deve ser complementada por uma geração de energia térmica da ordem de 30%, porque o seu rendimento, em anos de seca, está sujeita à água disponível (D'ARAÚJO; CASTRO, 1997, p. 303-304).

Geisel estava ciente que, nas regiões ao do país, praticamente todo o potencial hídrico já havia sido explorado, restando apenas o aproveitamento econômico das bacias do Norte (Amazônica, Tocantins etc.), o que exigiria elevados investimentos nas linhas de transmissão para que pudesse ocorrer. Finalmente, Geisel também estava informado sobre os graves impactos sociais dos projetos de usinas hidrelétricas, por conta de inundações de regiões inteiras¹³.

2.4 A comunidade científica e as reações ao II PND

Considerando o ambiente de profunda repressão política e a pouca disponibilidade para o diálogo por parte do regime militar, é de se imaginar as reações que os projetos explicitados no II PND ocasionaram. Havia, claro, a percepção de avanço: o próprio texto do II PND, ao contemplar as questões relativas à matriz energética e suas possibilidades, representava um aspecto positivo. Segundo Boscaiol (2011), a opção pelo "Brasil Potência" era nítida, e os militares pensavam de forma grandiosa. Tu-

¹¹ Uma tentativa já havia sido realizada no governo Médici, em parceria com a Westinghouse, dos Estados Unidos, mas, de acordo com relato de Geisel, o projeto e a construção haviam apresentado inúmeras falhas. Além disso, a proposta original do Acordo não pôde ser totalmente executada, principalmente pelas inúmeras dificuldades que o governo Figueiredo enfrentou com o segundo choque do petróleo e o problema de endividamento externo.

¹² Aproximadamente 67% de toda a energia elétrica no país vêm de hidrelétricas, sejam de pequeno porte ou de grande porte. Como esta é considerada uma fonte limpa e renovável, o Brasil encontra-se em posição de destaque no que tange à geração de energia. Em comparação a outros países, o Brasil é um dos menos responsáveis pela emissão de carbono na geração de energia. Contudo, ainda há muito a ser feito (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

¹³ Ainda hoje, as opções em termos de matriz energética não são muito amplas: de acordo com Goldemberg; Lucon (2007), boa parte do gás natural utilizado no país é importada da Bolívia e outra parte é produzida pela Petrobrás; no entanto, são necessários grandes investimentos no sistema de transmissão para viabilizar seu uso.

do deveria ter o tamanho proporcional à posição privilegiada que eles imaginavam ser mais adequada ao país, de dimensões continentais e vastos recursos naturais. Assim, “o Estado brasileiro, sob o mando do governo militar, tinha uma proposta de hegemonia e legitimação que não passava pela eleição e decisão democrática” (BOSCARIOL, 2011, p. 1760). A legitimação do regime militar, portanto, viria das grandes estradas rasgando o país, das hidrelétricas, dos aeroportos, dos títulos em campeonatos de futebol, do crescimento do PIB e do anúncio de sucessivas quebras de recorde de produção agrícola.

Essa postura era totalmente oposta à postura científica, que privilegiava a crítica e o questionamento. Segundo Boscariol (2011), um dos editoriais da revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) foi assertivo ao afirmar que as vozes dos cientistas brasileiros, por serem ignoradas pelo governo, podiam ser comparadas às lamurias dos escravos dos navios negreiros. Assim, a comunidade científica argumentava sobre as políticas inócuas de obtenção de rápidos saldos tecnológicos sem que houvesse pessoal capacitado para dar continuidade ou manutenção aos projetos, ou mesmo adaptar os projetos às necessidades específicas da realidade brasileira. No caso da política nuclear, isso se tornou mais evidente, com sucessivas interrupções e descontinuidades do programa e com as tentativas de “pular etapas” para o domínio tecnológico do equipamento que estava sendo adquirido. Não à toa, essa distância entre a comunidade científica e os militares acabou por se traduzir na compra de instalações que não tinham como ser operadas por brasileiros, ou que não apresentaram oportunidade para posteriores pesquisas e inovação tecnológica.

Quando questionado sobre os resultados do programa nuclear, Geisel argumentou que possivelmente “o governo do Figueiredo não tivesse a mesma concepção que tínhamos com relação ao problema energético” (D’ARAÚJO; CASTRO, 1997, p.305), deixando clara a descontinuidade do programa. Contudo, sobre a posição da comunidade científica brasileira com relação ao acordo nuclear, Geisel ironizou:

A comunidade científica brasileira tinha os seus problemas. Viviam em seus laboratórios em São Paulo fazendo experiências. Durante 20 ou 30 anos fizeram experiências e mais experiências e quase nada produziram. Talvez houvesse falta de objetividade, excesso de teoria. Eram sábios demais. Por outro lado, gostavam muito de passear no estrangeiro. Iam todos os anos a reuniões na Agência de Energia Nuclear em Viena, eram meses de passeio pela Europa e, quando voltavam, estávamos com as mãos vazias. Acompanhei de perto essa situação quando chefiava a Casa Militar no governo Castelo (D’ARAÚJO; CASTRO, 1997, p. 305).

Especificamente sobre o Acordo Nuclear e o PRONUCLEAR, Schmiedecke e Porto (2008) evidenciam a falta de planejamento estratégico no sentido de capacitar mão de obra para trabalhar nas usinas nucleares brasileiras. Assim, apesar de alguns poucos aspectos positivos, o programa nuclear se associava a possibilidade de êxito praticamente nula. Em julho de 1975, a SBPC redigiu um manifesto “no qual se questionava, entre muitas outras coisas, a formação de recursos humanos” (SCHMIEDECKE; PORTO, 2008, p. 44). Assim, é possível que a falta de cooperação entre comunidade científica e governo tenha levado aos resultados pífios de muitos programas, especialmente os ligados à política energética.

Outros erros também foram cometidos naquele período. Um deles, e de fundo ideológico, tinha relação com a opção prioritária pelo crescimento em detrimento do desenvolvimento ou da repartição mais justa dos frutos desse crescimento. Nos termos de Delfin Neto (antigo ministro da Fazenda e artífice do “Milagre Econômico”), não se tratava de dividir o bolo, mas de fazê-lo crescer. Afinal, do que adiantaria dividir um bolo pequeno? Melhor seria fazê-lo crescer porque, mesmo que mantida a divisão injusta, cada um receberia uma fatia maior. Claro que o viés ideológico não passou despercebido pela oposição: o argumento todo de Delfin dependia de a divisão injusta não ser justamente a condição para o crescimento do bolo. A oposição também havia percebido que

(...) mais do que aumento do consumo de energia, são os serviços gerados pela energia que realmente conduzem a uma melhoria do bem-estar. Também o propósito para o qual os serviços energéticos são alocados é que determina, em última análise, o nível de desenvolvimento econômico atingido (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p. 215).

Isso significava que, embora matriz energética de um país fosse item básico da infraestrutura para que, a partir dela, fosse possível crescer, ela deveria ser planejada em consideração às possibilidades de acesso aos serviços e à justiça social.

Aqui, é conveniente resgatar a concepção de Bunge (1980), a qual evidencia quatro aspectos do desenvolvimento, ou seja, “uma sociedade humana é um sistema que pode ser analisado em quatro subsistemas principais: o biológico, o econômico, o político e o cultural” (BUNGE, 1980, p.19), neste sentido, conclui que o desenvolvimento é composto por estes quatro aspectos, no que ele define como desenvolvimento integral. Bunge (1980) mostra ser um mito a noção de que não se pode dar impulso simultaneamente a estas quatro facetas do desenvolvimento. Ao contrário, defende que é possível e, ainda mais, para uma nação considerada subdesenvolvida é necessário o progresso simultâneo dos sistemas biológico, econômico, político e cultural. De todo modo, Bunge (1980) defende também que “não existe, pois, desenvolvimento cultural e, portanto, nem o integral, sem o desenvolvimento científico e tecnológico” (Bunge, 1980, p. 23).

De todo modo, o que nos parece evidente é que ao longo dos governos militares, as ações e os objetivos do regime foram majoritariamente voltadas ao crescimento econômico, enfatizando a evolução de indicadores como o PIB. O descaso com o desenvolvimento científico pode ser notado, por exemplo, no caso relatado por Boscariol (2011) sobre a expulsão dos quadros da Universidade de Brasília (UnB), em abril de 1964 e, em consequência, do exílio de diversos outros cientistas por conta da repressão do regime militar.

A ênfase ao crescimento econômico pode ser notada nos planos de desenvolvimento elaborados pelos governos militares. Ainda, é possível destacar a ausência de cooperação entre governo e comunidade científica a partir da observação de Velloso¹⁴ (1998), para quem

(...) a realização desse plano [o II PND] não se deu de forma linear. Ao surgirem obstáculos ao seu desenvolvimento, o governo procurou estabelecer uma complexa ‘cooperação leal’ de ‘novos’ e de ‘velhos’ grupos de interesses relevantes. Ou seja, adotou uma atitude patrimonialista, procurando construir ‘uma nova aliança política, formada, grosso modo, pelo capital financeiro nacional, pelas grandes empreiteiras e pelo Estado (VELLOSO, 1998, p. 133).

Em sua análise sobre os planos de desenvolvimento, Guimarães (*apud* BOSCARIOL, 2014) faz uma crítica direcionada à política de substituição de importações, pilar dos planos desenvolvidos pelo governo até fins da década de 1980, na qual observa que “a política de substituição de importações sofre de desgaste e necessitava de um enfoque de maior envolvimento da área de C&T brasileira no desenvolvimento de tecnologia e inovação” (BOSCARIOL, 2011, p. 2). De todo modo, Boscariol (2011) prossegue sua crítica destacando que, ainda que os PNDs tenham dado algum direcionamento à Ciência e Tecnologia, o “filtro ideológico” do governo militar perseguiu muitos pesquisadores e cientistas, tanto em universidades como em institutos de pesquisa, resultando em perda de pessoal qualificado. Muitos foram aposentados compulsoriamente, proibidos de trabalhar, presos ou até exilados.

Finalmente, Boscariol (2011) critica a “intromissão política” por parte do regime militar nas universidades e centros de pesquisa, destacando que o êxodo decorrente desta intromissão gerou dificuldades para o desenvolvimento da ciência no país. Como muitos foram exilados, a comunidade científica chegou a discutir o repatriamento de cientistas e pesquisadores; contudo, a “precária estrutura científica e a repressão (...) mandava para o exílio mais do que voltava” (BOSCARIOL, 2011, p. 1761).

Um dos casos de maior repercussão no meio científico, provavelmente, foi o do físico-teórico Mário Schenberg. Além de cientista, membro do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), foi militante político e totalmente contra o regime militar brasileiro. Schenberg teve importante papel no fomento à pesquisa no país, tendo participado da bancada comunista e da aprovação da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (PCB, 2014). Sobre o seu exílio, ele disse

¹⁴ João Paulo dos Reis Velloso foi Ministro do Planejamento no governo Militar, entre fins de 1969 e início de 1979. Também foi um dos principais artifices do II PND.

Eu me lembro de determinados momentos que foram muito dolorosos, como o momento em que eu fui expulso do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Porque eu fui, né? E não era mais membro. Fui cassado. Não sei se era cassado, se o termo é tecnicamente correto, mas, em todo caso, foi o que aconteceu. E, sem dúvida, eu sei que o fato de ter tido de interromper a minha colaboração com o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas me prejudicou bastante e, talvez, tenha prejudicado também a outros setores da ciência brasileira (SCHENBERG *apud* PCB, 2014).

Assim como Schenberg, muitos outros cientistas e intelectuais brasileiros foram exilados, tais como Paulo Freire, Celso Furtado, José Serra, Florestan Fernandes, dentre outros. O Ato Institucional nº 5 (AI-5) aprovado em 13 de dezembro de 1968 endureceu ainda mais tal perseguição e trouxe sequelas graves para o desenvolvimento brasileiro.

3 Considerações finais

Para Bunge (1980), a Ciência básica se propõe a enriquecer o conhecimento humano; a Ciência aplicada busca aplicar os conhecimentos obtidos na pesquisa básica. A Técnica e a Tecnologia, por sua vez, procuram criar artefatos úteis. A ligação entre estes aspectos, principalmente entre Ciência Básica e Ciência Aplicada é particularmente relevante para a consecução do objetivo deste trabalho. Mesmo na tentativa de atingir e/ou manter altos níveis de crescimento econômico com o intuito de alcançar desenvolvimento, parece-nos evidente que os militares não deram a devida atenção à necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico, portanto, da Ciência Básica como indutora da Ciência Aplicada e, conseqüentemente, da técnica e tecnologia, para manter os níveis desejados.

Ainda, Bunge (1980) critica a visão tacanha dos que identificam desenvolvimento com crescimento econômico e, em particular, com industrialização porque, dessa forma, a Ciência somente se justifica na medida em que pode ajudar nesse processo. Como consequência dessa maneira errônea de se pensar desenvolvimento e Ciência, ignora-se que o atraso cultural é um dos grandes problemas dos países em desenvolvimento. Ainda, cria-se uma imagem utilitarista da Ciência. “A pesquisa básica, por si só e independentemente do valor que possa ter a técnica, contribui para a resolução de um problema nacional de primeira grandeza nos países em desenvolvimento, ou seja, o de seu atraso científico” (Bunge, 1980, p. 58). Assim, há diferença entre crescimento e desenvolvimento econômico: enquanto o primeiro depende apenas da elevação de variáveis quantitativas, tais como o PNB, o segundo implica variáveis de bem-estar, “tais como expectativa de vida, taxa de alfabetização, saneamento básico, saúde pública, entre outros” (ROMAN, 1996, p. 104).

Bunge (1980) nos mostra que existe um caminho lógico que parte da Ciência Básica em direção à Técnica e à Tecnologia. Além disso, também ressalta que o desenvolvimento integral (que engloba os aspectos biológicos, econômicos, políticos e culturais), necessário para que os países subdesenvolvidos deixem esta condição, tem como elemento central o desenvolvimento científico e tecnológico. O que foi possível notar ao longo deste artigo é que o regime militar instaurado em março de 1964 ao reprimir e exilar diversos cientistas, como ressalta Boscariol (2011) no caso dos cientistas da UnB e, conseqüentemente, demais cientistas que discordavam do regime, não buscou a cooperação com a comunidade científica, levando a projetos que atingiram resultados pífios e, mais ainda, comprometeram a meta de desenvolvimento que o próprio regime objetivava.

Analisamos especificamente as propostas estabelecidas no II Plano Nacional de Desenvolvimento no que tange a política energética, que de acordo com o ex-presidente Geisel, em entrevista concedida a D’Araújo e Castro (1997), pretendia alcançar não somente o desenvolvimento econômico, mas um desenvolvimento integrado, a fim de identificar as relações entre economia, ciência e tecnologia. O que nos permitiu eleger a política energética como elemento a ser analisado foi a própria ênfase dada pelo II PND ao setor energético como prioritário. Neste sentido podemos observar que o fato de o governo ter ignorado as questões referentes às fontes de financiamento (aspecto econômico) foi um dos impeditivos da continuidade do projeto de desenvolvimento.

Em seguida, a repressão aos cientistas brasileiros (aspecto científico) e a não cooperação com a comunidade científica (vide os editoriais da SBPC ignorados pelo regime militar) mostram que, como no caso analisado do programa nuclear, tais políticas foram gestadas com possibilidade de êxito praticamente nula. E finalmente, no que tange o aspecto técnico e tecnológico, foi possível construir parte da infraestrutura que é utilizada atualmente, como no caso de hidrelétricas, usinas nucleares (Angra 1 e 2), linhas de transmissão, etc., bem como desenvolver uma alternativa competitiva de combustível com o programa Proálcool, mas com dificuldades de incorporação de tecnologias por conta da mão de obra pouco especializada que representa, como destacam Schmiedecke e Porto (2008), uma falta de planejamento estratégico por parte do governo.

Ainda assim, como observam Goldemberg e Moreira (2005, p. 225), “as fontes de energia são insumos essenciais para o desenvolvimento econômico e sustentável do Brasil. Porém, tão importante como sua disponibilidade (...) é o uso que se faz dessa energia na produção dos serviços que ela proporciona”. O Brasil tem plena capacidade de acelerar seu ritmo de desenvolvimento, investindo nas vastas possibilidades de energias limpas e renováveis, como a eólica, a biomassa (etanol, biodiesel, etc.), energia solar, dentre outras alternativas, desde que haja planejamento e um conjunto de políticas públicas que permitam administrar as vantagens naturais do nosso país.

Referências

- BOSCARIOL, G. A. *Planos Nacionais de Desenvolvimento e a Ciência e os Cientistas Brasileiros: A ciência como espaço de disputa política na ditadura militar*. 2011. Congresso Internacional de História. ISSN 2175-4446. Disponível em: <www.cih.uem.br/anais/2011/trabalhos/8.pdf>; acesso em: 30 jul. 2014.
- BRAGHINI, K. M. Z. *A “Vanguarda Brasileira”: a juventude no discurso da Revista da Editora do Brasil S/A (1961-1980)*. 2010. 353 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2010.
- BRASIL (1974). *II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-79)*. Brasília: Imprensa Oficial. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/anexo/ANL6151-74.PDF>; acesso em: 29 jul. 2014.
- BRASIL (1975). *Decreto nº 76.593*. Brasília: Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacao.action?id=123069>>; acesso em: 29 jul. 2014.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Interpretações sobre o Brasil. In: LOUREIRO, M. R. (Org.). *50 anos de Ciência Econômica no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1997.
- BUNGE, M. *Ciência e Desenvolvimento*. São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1980.
- CALDERON, P.; FONTES, R. Credibilidade e mercado secundário da dívida externa brasileira. *Análise Econômica*, v. 16, n. 30, 1998.
- D'ARAUJO, M. C.; CASTRO, C. *Ernesto Geisel*. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1997.
- FERREIRA JR., A.; BITTAR, M. Educação e ideologia tecnocrática na ditadura militar. *Cad. CEDES*, Campinas, v. 28, n. 76, set./dez. 2008.
- FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. *AI-5 e os Professores Exilados*. Disponível em <<http://www.bv.fapesp.br/linha-do-tempo/334/ai-5-professores-exilados/>>; acesso em 12 ago. 2014a.
- _____. *A FAPESP e o governo militar*. Disponível em <<http://www.bv.fapesp.br/linha-do-tempo/368/a-fapesp-e-o-governo-militar/>>; acesso em 12 ago. 2014.
- GODIN, B. *The New Economy: What the Concept Owes to the OECD*. 2003. Project on the History and Sociology of S&T Statistics. Working Paper N. 21. Disponível em: <http://www.csiic.ca/PDF/Godin_21.pdf>; acesso em: 27 jul. 2014.
- GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. São Paulo. *Perspec.*, v. 14, n. 3, São Paulo, Julho/Set. 2000.
- _____. Brazilian energy matrix and sustainable development. *Energy for Sustainable Development*, v. VI, n. 4, dec. 2002.

- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. *REVISTA USP*, São Paulo, n. 72, p. 6-15, dez./fev. 2006-2007.
- _____. Energia e meio ambiente no Brasil. *Estud. av.*, vol. 21, n. 59, São Paulo, Jan./Abr. 2007.
- GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política energética no Brasil. *Estud. av.*, v. 19, n. 55, São Paulo, Set./Dez. 2005.
- MITERHOF, M. O sucesso da Coréia. *Folha de São Paulo*. São Paulo. 24 jul. 2014.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas – PNUD. *Table 2: Human Development Index trends, 1980-2013, 2013.* Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/content/table-2-human-development-index-trends-1980-2013>>; acesso em: 27 jul. 2014.
- _____. *Investing in Development: A Practical Plan to Achieve the Millenium Development Goals.* 2005. Disponível em: <<http://www.unmillenniumproject.org/documents/MaInReportComplete-lowres.pdf>>; acesso em: 27 Jul. 2014.
- PARTIDO COMUNISTA BRASILEIRO – PCB. *Mario Schenberg, PCB na física – e artes também...* Disponível em: <http://pcb.org.br/fdr/index.php?option=com_content&view=article&id=252:mario-schenberg-pcb-na-fisica-e-artes-tambem&catid=6:memoria-pcb>; acesso em: 12 Ago. 2014.
- PAULA, J. A. de; CERQUEIRA, H. E. A. da Gama; ALBUQUERQUE, E. da M. e. *Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista: a elaboração neoschumpeteriana e a teoria do capital.* TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 152. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2001.
- ROMAN, C. R. A Ciência Econômica e o meio ambiente: uma discussão sobre crescimento e preservação ambiental. *Teor. Evid. Econ.*, Passo Fundo, v. 4, n. 7/8, maio/nov. 1996.
- SARANDY, F. Reflexões acerca do sentido da sociologia no Ensino Médio. *Revista Espaço Acadêmico*, Ano I, n. 05, out. de 2001.
- SAVIANI, D. O legado educacional do regime militar. *Cad. CEDES*, Campinas, v. 28, n. 76, set./dez. 2008.
- SCHENBERG, M. Formação da Mentalidade Científica. *Estudos Avançados*, v. 5, n. 12, 1991.
- SCHMIEDECKE, W. C.; PORTO, P. A. PRONUCLEAR (1976-1986) e a Formação de Recursos Humanos para a Área de Energia Nuclear no Brasil. 2008. *Circumscribere - International Journal for the History of Science.* Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/circumhc/article/viewFile/660/936>>; acesso em: 30 jul. 2014.
- SKIDMORE, T. E.; SILVA, M. S. *Brasil: de castelo a Tancredo*, 1964-1985. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.
- VELLOSO, J. P. D. R. A fantasia política: a nova alternativa de interpretação do II PND. *Revista de Economia Política*, v. 18, n. 2, p. 133-144, 1998.
- WORLD BANK. *Working for a world free of poverty*, 2014. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>>; acesso em 24 jul. 2014.

Como citar este artigo científico

JUDENSNAIDER, I.; LACERDA, F. de O. As relações entre Economia, Ciência e Tecnologia: a política energética na década de 1970. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 11-24. Disponível em: <www.revistaispsr.com/>; acesso em: __/__/__.

ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO SOBRE ENTEROPARASITOSSES NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF INTESTINAL PARASITES IN THE MUNICIPALITY OF SÃO MATEUS, ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

Vanessa Ghidetti Alvarenga Telles⁽¹⁾

Ramon de Oliveira Cardozo⁽²⁾

Marco Antônio Andrade de Souza⁽³⁾

Resumo. A prevalência de enteroparasitoses está associada às condições socioeconômicas e higiênic-sanitárias de uma população. No Brasil, a elevada prevalência de parasitos intestinais demonstra as reais condições sanitárias da população bem como o baixo investimento público e educacional. Com o objetivo de se avaliar a distribuição de parasitos intestinais no município de São Mateus, ES, um levantamento de dados parasitológicos de fezes, de um prontuário de um Laboratório de Análises Clínicas do município foi analisado entre os anos de 2009 e 2011 e os resultados tabulados de acordo com o gênero, faixa etária, espécies de enteroparasitos, utilização de convênio e ano do estudo. De um total de 13.054 exames analisados, 50,65% mostraram-se positivos para enteroparasitos. A faixa etária que apresentou maior incidência foi a de 25 a 59 anos e notou-se que o sexo masculino foi o mais parasitado. Dentre os parasitos encontrados destacaram-se *E. histolytica/E. dispar* (4,28%), *Giardia lamblia* (6,14%), *Ancilostomídeo* (1,07%), *Ascaris lumbricoides* (8,88%) e *Trichuris trichiura* (1,26%) e os comensais *Entamoeba coli* (14,67%) e *Endolimax nana* (12,96%), enquanto outros enteroparasitos não atingiram 1% de frequência. A frequência de enteroparasitos no município de São Mateus foi elevada, indicando a necessidade de adoção de medidas preventivas, educativas e de controle das parasitoses.

Palavras-chave: Parasitos intestinais; frequência; epidemiologia; São Mateus.

Abstract. The prevalence of intestinal parasites is associated with socioeconomic and sanitary conditions of the population. In Brazil, the high prevalence of intestinal parasites demonstrates the actual health conditions of the population and the low public and educational investment. In order to evaluate the distribution of intestinal parasites in São Mateus municipality, a survey of laboratory parasitological data was conducted between 2009 and 2011. Stool parasitological examinations of a medical record of a Clinical Analysis Laboratory of the municipality were analyzed and the results were tabulated according to gender, age, species of intestinal parasites, use of covenant and year of the study. Out of 13,054 (100%) tests analyzed 50.65% were positive for intestinal parasite. The highest incidence was observed in adults between 25-59 years old and it was noted that male was the most parasitized. Among the parasites found out the highlights were *E. histolytica/E. dispar* (4.28%), *Giardia lamblia* (6.14%), hookworm (1.07%), *Ascaris lumbricoides* (8.88%) *Trichuris trichiura* (1.26%) and the commensals *Entamoeba coli* (14.67%) and *Endolimax nana* (12.96%), while others enteroparasites did not reach 1% of frequency. The frequency of intestinal parasites in São Mateus was high. These results show the importance to adopt preventive measures and parasite control.

Keywords: Intestinal parasites; frequency; epidemiology; Sao Mateus (ES, Brazil).

⁽¹⁾ Raia Drogasil S.A. Vitória, ES, Brasil. Correspondência: Rua Eugênio Netto, 50, Praia do Canto, 29055-270, Vitória, ES; e-mail: vanessa.telles20@hotmail.com

⁽²⁾ Laboratório Franco. São Mateus, ES.

⁽³⁾ Laboratório de Parasitologia Clínica e Hematologia Clínica. Departamento de Ciências da Saúde. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

(Recebido em: 28 abr. 2014; aceito em: 22 jun. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

As parasitoses intestinais representam um sério problema de saúde pública no Brasil e sua maior prevalência ocorre em populações de baixo nível socioeconômico, associada com condições precárias de saneamento básico (BELLIN & GRAZZIOTIN, 2011). Atingem indivíduos de faixas etárias distintas, sendo observada alta positividade em crianças de três a seis anos de idade, e podem levar a

quadros de obstrução intestinal, desnutrição, anemia, diarreias e em casos mais grave a morte (STEPHENSON, 1994).

A ocorrência de parasitoses intestinais na idade infantil deve-se à contaminação em função do desconhecimento dos princípios básicos de higiene e a maior exposição com o solo, local em que são realizadas atividades de lazer (LUDWIG *et al.*, 1999).

Estima-se que 200 milhões de indivíduos no mundo sejam positivos para algum tipo de enteroparasitose e a consequência disso é o óbito de 100.000 pessoas por ano somente no continente americano (WALSH, 1986). Entre os parasitos mais prevalentes, destacam-se *Ascaris lumbricoides* e *Entamoeba histolytica/E. dispar* responsáveis pela contaminação de 25% a 50% da população mundial (RESTREPO *et al.*, 1996; MACEDO, 2005).

No Brasil, as parasitoses apresentam-se distribuídas em todo o território nacional e com alta prevalência (MACHADO *et al.*, 1999; ROCHA *et al.*, 2000). Estudos realizados nos estados de Santa Catarina, Rio de Janeiro e Espírito Santo mostram que os parasitos encontrados com maior frequência são os helmintos *Strongyloides stercoralis*, *A. lumbricoides*, Ancilostomídeo e *Enterobius vermicularis*, os protozoários *Giardia lamblia* e os protozoários comensais *Entamoeba coli* e *Endolimax nana* (BARRETO, 2006; ADDUM *et al.*, 2011).

Em São Mateus, norte do Estado do Espírito Santo, ainda há uma enorme carência de estudos sistemáticos que forneçam um dimensionamento epidemiológico das enteroparasitoses, sobretudo em crianças, apesar dos diversos programas governamentais que têm sido implementados para o controle dessas doenças ao longo dos anos (WHO, 1987; PEDRAZZANI *et al.*, 1989; MS, 2004; FONSECA *et al.*, 2010).

Nesse sentido, um dos instrumentos utilizados para verificar as reais condições de saúde de uma população é a epidemiologia, ciência que avalia a distribuição das doenças ou enfermidades bem como seus determinantes em lugares distintos e intervalos de tempo variados (BONITA *et al.*, 2010).

Assim, considerando que as enteroparasitoses, ainda, representam um sério problema de saúde pública (SANTOS *et al.*, 2007), a avaliação de sua distribuição no município de São Mateus poderá contribuir para a implantação de medidas de vigilância em saúde, visando o controle e as melhorias das condições de vida da população.

2 Materiais e métodos

2.1 Região estudada

O município de São Mateus localiza-se na região norte do Estado do Espírito Santo (18°42'58"W e 39°51'32"S), possui área de 2.343 km² e uma população estimada em 111.832 habitantes. Possui abastecimento de água, porém apenas 68,94% da população possuem água encanada em sua residência (DATASUS, 2000; INPE, 2012). Atualmente, a economia do Município de São Mateus está baseada na exploração e produção do petróleo e na implantação das florestas de eucalipto, tendo como grandes iniciativas as empresas Aracruz Celulose S.A. e Companhia Vale do Rio Doce (PMSM, 2014).

2.2 Coleta de dados

Foram analisados resultados de exames parasitológicos de fezes, realizados pela técnica de sedimentação espontânea (HOFFMAN *et al.*, 1934), provenientes do banco de dados, recém-implantado, de um Laboratório de Análises Clínicas (LAC) do município de São Mateus, durante o período de Janeiro de 2009 a Dezembro de 2011. Os resultados foram extraídos do livro de controle interno do LAC que continha os nomes dos pacientes, a idade, o ano, mês, a forma de realização dos exames (por convênio ou particular) e os enteroparasitos encontrados.

Todos os dados foram discriminados em quantidade e tipo de parasitos, faixa etária e gênero dos pacientes, mês e ano dos exames e utilização ou não de convênio. Os resultados foram tabulados utilizando-se a ferramenta Microsoft Excel®, versão 2010.

2.3 Análise estatística

Trata-se de estudo seccional por meio de observação direta de resultados de inquéritos parasitológicos. As diferenças significativas entre os inquéritos foram avaliadas pelo teste Qui-quadrado e significância estatística de 95% ($p < 0,05$). O teste de independência Qui-quadrado foi utilizado para verificar se existe ou não associação entre os pares de variáveis que são, em sua maioria, dicotômicas. *A priori* foi realizada uma análise da distribuição dos dados numa tabela de contingência para verificar se existe algum tipo de associação entre a presença de enteroparasitos e o gênero, faixa etária, uso de convênio ou não (KLEIN & BLOCH, 2005). A análise estatística foi realizada por meio do software PASW/SPSS versão Windows 7.

2.4 Comitê de ética

A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES), sob o parecer de número 013/2012.

3 Resultados

De um total de 13.054 fichas de resultados de exames parasitológicos de fezes analisados, 6613 (50,65%) estavam positivos para enteroparasitos. Entre eles destacaram-se *A. lumbricoides* (8,88%), *G. lamblia* (6,14%) e *E. histolytica/E. dispar* (4,28%) e os comensais *E. coli* (14,67%) e *E. nana* (12,96%) (Tab. 1). O estudo indicou que 43,80% dos exames do sexo masculino foram positivos, enquanto do sexo feminino foram 40,30% ($p < 0,05$).

Tabela 1: Positividade para enteroparasitos no município de São Mateus, ES, entre os anos de 2009 e 2011. Fonte: LAC, 2012.

Nº indivíduos positivos	% de infectados	Espécies de parasitos
1159	8,88	<i>Ascaris lumbricoides</i>
164	1,26	<i>Trichuris trichiura</i>
140	1,07	<i>Ancilostomídeo</i>
43	0,33	<i>Hymenolepis nana</i>
38	0,29	<i>Strongyloides stercoralis</i>
37	0,28	<i>Enterobius vermicularis</i>
11	0,08	<i>Schistosoma mansoni</i>
801	6,14	<i>Giardia lamblia</i>
559	4,28	<i>Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar</i>
1915	14,67	<i>Entamoeba coli</i>
1692	12,96	<i>Endolimax nana</i>
54	0,41	<i>Iodamoeba butschlii</i>
6613	50,65	Total

Por faixa etária (BRE, 2013), o predomínio de exames positivos (46,66%) foi observado no grupo de indivíduos adultos, cujas idades variaram de 25 a 59 anos (Tab. 2).

Quanto ao tipo de enteroparasito, por faixa etária, as infecções por *A. lumbricoides* foram mais frequentes nos indivíduos de 0 a nove anos de idade, correspondendo a 27,2% do total de positivos para esse parasito. Já os comensais *E. coli* e *E. nana* apresentaram elevada frequência (28,90% e 30,8%) em indivíduos cujas idades variaram de 25 a 59 anos e 20 a 24 anos, respectivamente.

Observou-se que *G. lamblia* apresentou maior acometimento em crianças da faixa etária de 0 a nove anos de idade, correspondendo a 35,38% dos resultados positivos. *E. histolytica/E. dispar* apresentou maiores índices de infecção (45,74%) nas faixas etárias de 25 a 59 anos (Quadro 1).

Por outro lado, o grupo de enteroparasitos de menor frequência correspondeu, apenas, a 4,96% de todos os exames positivos. Dentre eles, observa-se *T. trichiura*, que acometeu com maior in-

cidência nas crianças de 10 a 19 anos de idade. *H. nana* e Ancilostomídeo foram mais frequentes nos adultos de 20 a 24 e 25 a 59 anos, respectivamente (Quadro 1).

Tabela 2: Frequência de indivíduos infectados por enteroparasitos no município de São Mateus, ES, entre os anos de 2009 e 2011, de acordo com a Faixa Etária. Fonte: LAC, 2012.

Faixa Etária - anos	Nº de infectados	% de infectados
0-9	929	14,05
10-19	1128	17,06
20-24	979	14,80
25-59	3086	46,66
60 ou mais	491	7,43
Total	6613	100

Quadro 1: Positividade para enteroparasitos no município de São Mateus, ES, entre os anos de 2009 e 2011, de acordo com a Faixa Etária. Fonte: LAC, 2012.

Parasitos	Frequência de infectados por faixa etária - anos				
	0-9	10-19	20-24	25-59	60 ou mais
<i>Ascaris lumbricoides</i>	27,20%				
<i>Entamoeba coli</i>				28,90%	
<i>Endolimax nana</i>			30,80%		
<i>Giardia lamblia</i>	35,38%				
<i>Entamoeba histolytica/E. dispar</i>				45,74%	
<i>Trichuris trichiura</i>		30,50%			
<i>Hymenolepis nana</i>			25,60%		
<i>Ancilostomídeo</i>				25,90%	
<i>Enterobius vermicularis</i>	29,40%				
<i>Schistosoma mansoni</i>				40%	
<i>Iodamoeba butschlii</i>				27%	

As infecções causadas por mais de um parasito foram as provocadas por *G. lamblia* e *E. histolytica/E. dispar*, que corresponderam a 34,48% dos exames positivos e as faixas etárias que apresentaram maior acometimento foram de 20 a 59 anos.

Considerando as estações do ano (INPE, 2012), observou-se um declínio nos exames positivos ao longo dos anos 2009, 2010 e 2011, com exceção de *A. lumbricoides*, na estação de inverno. No ano de 2009 foram encontrados 62 casos positivos para este parasito e no ano seguinte este número aumentou para 156 casos. Em 2011 foram 127 indivíduos positivos. Outros enteroparasitos de maior frequência como *G. lamblia* e o comensal *E. nana* apresentaram declínio nos casos positivos durante os três anos e em todas as estações (Quadro 2).

Ao se estratificar os exames realizados no laboratório em particular e/ou convênio, observou-se uma maior predominância de exames realizados por convênio, que possui cobertura para toda a família e dependentes. Do total de exames realizados entre os anos de 2009 e 2011, 11.306 (86,60%) foram por conveniados e o restante (1.748) por particulares. O estudo mostrou que não houve correlação positiva entre enteroparasitoses e os exames realizados por meio de convênio ou de forma particular ($p = 0,126$).

4 Considerações finais

No Brasil, estudos sobre a prevalência e aspectos epidemiológicos de enteroparasitoses têm demonstrado elevadas taxas de infecção na população, especialmente por *G. lamblia*, *A. lumbricoides*, *S.*

stercoralis, *T. trichiura*, *E. vermicularis*, Ancilostomídeo, *S. mansoni*, *E. histolytica*, *Taenia* sp e comensais como *E. coli* e *E. nana* (SANTOS & MERLINI, 2010; VASCONCELOS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Quadro 2: Número de indivíduos positivos para enteroparasitos no município de São Mateus, ES, de acordo com as estações do ano, no período de 2009 a 2011. Fonte: LAC, 2012.

Ano	Número de positivos de acordo com as estações do ano				Enteroparasitos
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
2009	302	281	215	274	<i>Entamoeba coli</i>
	80	80	66	83	<i>Entamoeba histolytica/E.dispar</i>
	07	02	04	04	<i>Himenolepis nana</i>
	126	98	96	111	<i>Giardia lamblia</i>
	26	22	20	21	Ancilostomídeo
	190	160	178	173	<i>Endolimax nana</i>
	116	115	62	99	<i>Ascaris lumbricoides</i>
	44	32	15	26	<i>Trichuris trichiura</i>
	02	01	0	0	<i>Schistosoma mansoni</i>
	08	09	04	01	<i>Enterobius vermicularis</i>
0	03	02	04	<i>Strongyloides stercoralis</i>	
2010	173	218	80	47	<i>Entamoeba coli</i>
	42	62	34	30	<i>Entamoeba histolytica/E.dispar</i>
	02	03	04	01	<i>Himenolepis nana</i>
	74	112	39	14	<i>Giardia lamblia</i>
	15	20	03	02	Ancilostomídeo
	140	165	113	101	<i>Endolimax nana</i>
	95	85	156	86	<i>Ascaris lumbricoides</i>
	19	22	03	01	<i>Trichuris trichiura</i>
	02	0	0	02	<i>Schistosoma mansoni</i>
	05	03	0	0	<i>Enterobius vermicularis</i>
03	02	03	01	<i>Strongyloides stercoralis</i>	
2011	51	88	107	79	<i>Entamoeba coli</i>
	16	21	29	16	<i>Entamoeba histolytica/E.dispar</i>
	08	06	02	0	<i>Himenolepis nana</i>
	34	35	27	35	<i>Giardia lamblia</i>
	01	02	03	05	Ancilostomídeo
	88	123	144	117	<i>Endolimax nana</i>
	60	115	127	43	<i>Ascaris lumbricoides</i>
	02	0	0	0	<i>Trichuris trichiura</i>
	02	0	01	01	<i>Schistosoma mansoni</i>
	02	0	01	04	<i>Enterobius vermicularis</i>
04	04	07	05	<i>Strongyloides stercoralis</i>	

Em São Mateus, a incidência de 50,65% para enteroparasitos assemelha-se aos valores nacionais e uma das principais justificativas pode estar associada à contaminação ambiental e às baixas condições de saneamento básico (SANTOS & MERLINI, 2010) observadas no município, haja vista que 6,04% da população não possuem nenhum tipo de instalação sanitária (DATASUS, 2000).

Dentre a população infectada, observou-se que os indivíduos do sexo masculino foram os mais suscetíveis. Considerando que a maior demanda por mão de obra, no país, ainda é masculina, o número aumentado de indivíduos do sexo masculino, positivos para enteroparasitoses, reflete, provavelmente, a maior procura para a realização de exames, especialmente os admissionais.

Já com relação a faixa etária, observou-se, em São Mateus, que a população acima de 60 anos apresentou os menores índices de contaminação. Tal resultado está de acordo com as informações que

relatam que à medida que a população envelhece ocorre uma queda acentuada da prevalência das enteroparasitoses. Isto ocorre em virtude da sensibilização do sistema imunológico, causada pela infecção por parasitos intestinais nas fases iniciais da vida do indivíduo, além do melhor conhecimento sobre noções de limpeza e higiene pessoal (MACHADO *et al.*, 1999).

Entre os parasitos intestinais observados no presente estudo, *A. lumbricoides* apresentou maior frequência nos indivíduos de 0 a nove anos de idade, uma vez que sua transmissão está associada a hábitos de higiene, especialmente deficitários quando se trata de crianças, pela maior exposição ao solo e ao elevado tempo de permanência de ovos viáveis no meio externo (LUDWIG *et al.*, 1999).

De forma semelhante, o parasito comensal *E. nana* também apresentou elevada frequência. Contudo, observa-se seu maior predomínio nas faixas etárias de 20 a 24 anos, sendo responsável por quase 16% dos casos positivos. Alguns autores afirmam que os fatores determinantes da elevada positividade para *E. nana* são atribuídos à baixa renda familiar, ao número de indivíduos residentes no domicílio, que possibilita uma maior transmissão, à baixa escolaridade e ao hábito de ingerir verduras e frutas lavadas incorretamente (VIEIRA *et al.*, 1995; PRADO *et al.*, 2001).

Outro parasito intestinal com destaque foi *G. lamblia*. Andrade *et al.* (2008) evidenciaram uma maior prevalência desse enteroparasito em crianças de 0 a seis anos, como observado em São Mateus. Sua prevalência deve-se a facilidade da disseminação dos cistos do parasito ao meio ambiente e ao maior contato das crianças, uma vez que representam uma população mais exposta (VILLAR *et al.*, 1989).

Alguns parasitos encontrados no município, apesar da baixa frequência, podem levar a quadros patológicos significativos para a população como é o caso do Ancilostomídeo, *T. trichiura*, *H. nana*, *E. vermicularis*, *S. stercoralis* e *S. mansoni* (MS, 2010).

Por outro lado, ao se analisar as estações do ano (IBGE, 2012), não foi observada diferença significativa entre estações e enteroparasitoses e não houve correlação positiva entre enteroparasitoses e exames realizados por meio de convênio ou particular. De fato, ao longo dos três anos de estudos houve uma redução na frequência dos enteroparasitos e tal queda pode estar associada a algumas campanhas de tratamento da população, aplicadas pela Prefeitura do Município. Todavia, o aumento, pontual, de casos positivos para alguns parasitos, como *A. lumbricoides*, ocorreu, provavelmente, pela maior resistência de suas formas infectantes no ambiente externo (MS, 2010).

Por fim, considerando a importância do controle das parasitoses de uma região, os resultados indicam a necessidade de adoção de medidas de prevenção de educação em promoção a saúde e tratamento da população. Vale lembrar que o sucesso no combate dessas doenças somente será alcançado através de ações conjuntas entre governo, município e sociedade.

Referências

ADDUM, F. M.; SERRA, C. G.; SESSA, K. S.; IZOTON, L. M.; SANTOS, T. B. Planejamento local, saúde ambiental e estratégia da saúde da família: uma análise do uso de ferramentas de gestão para a redução do risco de contaminação por enteroparasitoses no município de Venda Nova do Imigrante. *Revista de Saúde Coletiva*, v. 21, n. 3, p. 955-77, 2011.

ANDRADE, F.; RODE, G.; FILHO, H. H. S.; GREINERT-GOULART, J. A. Parasitoses intestinais em um centro de Educação Infantil Público do município de Blumenau (SC), Brasil, com ênfase em *Cryptosporidium* spp e outros protozoários. *Revista de Patologia Tropical*, v. 37, n. 4, p. 332-40, 2008.

BARRETO, G. J. Detecção da incidência de enteroparasitos nas crianças carentes da Guaçuá-ES. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v. 38, n. 4, p. 22-3, 2006.

BELLIN, M.; GRAZZIOTIN, N. A. Prevalência de Parasitos Intestinais no Município de Sananduva/RS. *NewsLab*, v. 104, p. 116-22, 2011.

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. [tradução e revisão científica Juraci A. Cesar]. *Epidemiologia Básica*. 2.ed. São Paulo: Santos, 2010.

BRE. BRASIL ESCOLA. 2013: *Faixa etária da população brasileira*. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias>

- ensino/faixa-etaria-populacao-brasileira.htm>; acesso em mar. 2014.
- DATASUS. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. 2000. *Instalações sanitárias*: Espírito Santo, 2000. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cn v/sanes.def>>; acesso em fev. 2014.
- FONSECA, E. O. L.; TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; CARMO, E. H.; COSTA, M. C. N. Prevalência e fatores associados às geo-helmintíases em crianças residentes em municípios com baixo IDH no Norte e Nordeste brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 26, n. 1, p. 143-152, 2010.
- HOFFMANN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, J. L. Sedimentation concentration method in schistosomiasis mansoni. *Puerto Rico Journal of Public Health and Tropical Medicine*, v. 9, p. 281-298, 1934.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. *São Mateus*: Cidades. Estimativa na população, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=320490&idtema=75&search=espírito-santo|sao-mateus|estimativa-da-populacao-2012>>; acesso em nov. 2013.
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2012. *Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos*, 2012. Disponível em <<http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/>>; acesso em fev. 2013.
- KLEIN, C. H.; BLOCH, K. V. Estudos seccionais. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M.; BLOCH, K. V. LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (Eds). *Epidemiologia*. Rio de Janeiro: Atheneu; 2005.
- LUDWIG, K. M.; FREI, F.; ALVARES-FILHO, F.; RIBEIRO-PAES, J. T. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 32, p. 547-55. 1999.
- MACEDO, H. S. Prevalência de parasitos e comensais intestinais em crianças e escolas da rede municipal de Paracatu (MG). *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v. 37, n. 4, p. 209-13, 2005.
- MACHADO, R. C.; MARCARI, E. L.; VECHIATO, S. F. C.; CARARETO, C. M. A. Giardíase e helmintíases em crianças de creches e escolas de 1º e 2º graus (públicas e privadas) da cidade de Mirassol (SP, Brasil). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 32, n. 6, p. 697-704, 1999.
- MS. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância da Saúde. *Saúde Brasil 2004*. Uma Análise da Situação de Saúde, 2004.
- _____. *Doenças infecciosas e parasitárias*: guia de bolso. 8.ed. Brasília: Ministério da saúde, 2010.
- OLIVEIRA-FILHO, A. A.; ABRANTES, H. F. L.; FERNANDES, H. M. B.; VIANA, W. P.; PINTO, M. A. S.; CAVALCANTI, A. L.; FREITAS, F. I. S. Perfil enteroparasitológico dos habitantes de uma cidade do Nordeste do Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, v. 10, p. 179-182, 2012.
- PEDRAZZANI, E. S.; MELLO, D. A.; PIZZIGATTI, C. P.; PRIPAS, S.; FUCCI, M.; SANTORO, M. C. M. Helminthoses intestinais. III - Programa de educação e saúde em verminose. *Revista de Saúde Pública*, v. 23, n.3, p. 189-95, 1989.
- PRADO, M. S.; BARRETO, M. L.; STRINA, A.; FARIA, J. A. S.; NOBRE, A. A.; JESUS, S. R. Prevalência e intensidade da infecção por parasitas intestinais em crianças com idade escolar na cidade de Salvador (Bahia, Brasil). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 34, n. 1, p. 99-101, 2001.
- PMSM. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO MATEUS. 2014. *Perfil de São Mateus*. Disponível em: <<http://www.saomateus.es.gov.br/site/perfil-sao-mateus.php>>; acesso em abr. 2014.
- RESTREPO, M. I.; RESTREPO, Z.; ELSA-VILLAREAL, C. L.; AGUIRRE, A.; RESTREPO, M. Diagnostic tests for amoebic liver abcess: comparison of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and counter immunoelectrophoresis (CIE). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 29, n. 1, p. 27-32, 1996.
- ROCHA, R. S.; SILVA, J. G.; PEIXOTO, S. V.; CALDEIRA, R. L.; FIRMO, J. O. A.; CARVALHO, O. S.; KATZ, N. Avaliação da esquistossomose e de outras parasitoses intestinais em escolares do município de Bambuí, Minas Gerais, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 33, n. 5, p. 431-6, 2000.
- SANTOS, P. L.; SANTOS, N. L. F.; SOARES, M. N. Prevalência de parasitoses intestinais em pacientes atendidos no hospital Universitário professor Edgar Santos, Salvador - Bahia. *Revista de Patologia Tropical*, v. 36, n. 3, p. 237-46, 2007.

- SANTOS, S. A.; MERLINI, L. S. Prevalência de enteroparasitoses na população do município de Maria Helena, Paraná. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 15, n. 3, p. 899-905, 2010.
- STEPHENSON, L. S. Helminth parasites, a major factor in malnutrition. *World Health Forum*, Geneva, v. 15, n. 2, p. 169-72, 1994.
- VASCONCELOS, I. A. B.; OLIVEIRA, J. W.; CABRAL, F. R. F.; COUTINHO, H. D. M.; MENEZES, I. R. A. Prevalência de parasitoses intestinais entre crianças de 4-12 anos no Crato, Estado do Ceará: um problema recorrente de saúde pública. *Acta Scientiarum Health Science*, v. 3, p. 35-41, 2011.
- VIEIRA, L. M.; NICOLATO, R. L. C.; JULIÁ, M. S. F. Prevalência de parasitas intestinais na população de Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v. 27, n. 3, p. 99-101, 1995.
- VILLAR, J.; KLEBANOFF, M.; KESTLER, E. The effect on fetal growth of protozoan and helminthic infection during pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*, v. 74, n. 6, p. 915-20, 1989.
- WALSH, J. A. Problems in recognition and diagnosis of ameobiasis. Estimates of the global magnitude of morbidity and mortality, Boston, Massachusetts, EUA. *Reviews of Infected Diseases*, v. 8, n. 2, p. 228-38, 1986.
- WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1987. *Prevention and control of intestinal parasite infections*. Report of WHO Expert Committee, 1987. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_749.pdf>; acesso em mar. 2014.

Como citar este artigo científico

TELLES, V. G. A.; CARDOZO, R. de O.; SOUZA, M. A. A. de. Estudo epidemiológico sobre enteroparasitoses no município de São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 25-32. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

GESTÃO EMPRESARIAL EM UMA GRANJA DE SUÍNOS NO MUNICÍPIO DE IBIÚNA- SP: ESTUDO DE CASO

BUSINESS MANAGEMENT ON A SWINE FARM IN THE MUNICIPALITY OF IBIÚNA- SP (BRAZIL): CASE STUDY

Celso Ricardo Gebara Pedrosa⁽¹⁾
Diogo Ianke Barraban Guerra⁽¹⁾
Francisco Rafael Martins Soto⁽²⁾

Resumo. Este trabalho teve por objetivo realizar um estudo de caso segundo a visão de gestão empresarial em uma granja comercial de suínos no Município de Ibiúna- SP. Para o estudo do caso foram consideradas variáveis relacionadas ao planejamento, produção, meio ambiente, segurança no trabalho, recursos humanos, sanidade e bem estar animal. Foi elaborado um questionário contendo estes quesitos em sete blocos com questões específicas na qual o mesmo foi aplicado ao proprietário do empreendimento com questões fechadas e pesos em cada bloco variando de 1 a 5 e valores atribuídos a cada item atendido variando de 0,5 a 1,5 pontos. Os critérios utilizados de pontuação foram: de zero a 49,99 pontos, insatisfatório; de 50 a 79,99 pontos, satisfatório com restrição; e de 80 a 100 pontos, satisfatório. O índice de desempenho (ID) geral obtido foi de 87,50%, que classificou a granja de suínos como satisfatória. Para os itens específicos investigados o ID foi: planejamento (89,28%); produção (100%), meio ambiente (85%), segurança no trabalho (76,78%), recursos humanos (85,71%), sanidade (100%) e bem estar animal (75%).

Palavras-chave: Gestão empresarial; auditoria; suinocultura.

Abstract. This study aimed to carry out a case study in the vision of business management in a commercial swine farm in the municipality of Ibiúna (Sao Paulo State, Brazil). For the case study were considered related variables: planning, production, environment, safety, human resources, health and animal welfare. A questionnaire containing these questions into seven blocks with specific issues in which it has applied to the owner, with closed questions and weights in each block ranging 1-5 and values assigned to each item serviced ranging from 0.5 to 1.5 points. The criteria used for scoring were: zero to 49.99 points, unsatisfactory; 50 to 79.99 points, with suitable restriction; and 80 to 100, satisfactory. The performance index (PI) was generally obtained 87.50%, which ranked the swine farm as satisfactory. For specific items investigated the PI was: planning (89.28%); production (100%), environment (85%), job security (76.78%), human resources (85.71%), health (100%) and animal welfare (75%).

Keywords: Business management; audit; swine farm.

⁽¹⁾ Discentes da Escola Técnica Estadual "Centro Paula Souza" (ETEC Mairinque - Extensão Ibiúna, SP).

⁽²⁾ Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo- campus São Roque. Correspondência: Rodovia Prefeito Quintino de Lima, 2100, Paisagem Colonial, São Roque - SP; e-mail: chicosoto34@gmail.com

(Recebido em: 08 ago. 2014; aceito em: 15 set. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

O agronegócio tornou-se a base das exportações brasileiras, da produção pecuária e na atualidade, o Brasil é um dos maiores exportadores de carne bovina, suína e de frango. A participação do setor de carnes no total das vendas externas brasileiras é superior a 20% (ABIEC, 2014).

A crescente evolução da presença do Brasil no mercado internacional de carnes, coloca o país como a maior fronteira agrícola do mundo. Entretanto, conquistar o primeiro lugar em vendas de produtos agropecuários é um caminho que apresenta grandes desafios a serem vencidos. Além das questões econômicas, envolvendo tarifas elevadas e quotas impostas pelos principais países importadores, na atualidade, a gestão empresarial do empreendimento passou a ser uma exigência fundamental para a conquista de novos mercados tanto interno como externo (RUBIN; WAQUIL, 2013).

Devido ao crescimento populacional mundial e conseqüente aumento na demanda de alimentos, a atividade agropecuária brasileira está sendo estimulada a buscar uma constante melhoria nas

condições de produção, sanidade e manejo ambiental (MOREIRA *et al.*, 2012). Para que essa cadeia de produção maximize os resultados obtidos, torna-se necessária a interação de fatores diversos, com especial destaque para instalações, manejo e recursos humanos. O investimento de novas tecnologias nestes quesitos tem como paradigma a obtenção de maiores índices de produção e produtividade, com o menor impacto ambiental possível, trazendo para a atividade agropecuária a necessidade da gestão empresarial.

A suinocultura, como atividade do agronegócio de importância no mundo e no Brasil, tem se desenvolvido e buscado um mercado cada vez mais especializado. Isto foi consequência da grande demanda da carne suína que, na atualidade, é a mais consumida no mundo. A partir de 1978, o consumo de carne suína passou a ser superior ao de carne bovina. Desde então, a carne suína assumiu a preferência mundial (ABCS, 2014).

No Estado de São Paulo, a suinocultura tem assumido crescente importância no agronegócio. Em 2013, este estado alojou 88.055 matrizes suínas, o que representou aproximadamente um plantel de um milhão de animais distribuídos em cerca de mil propriedades, caracterizadas na sua maioria como pequenas e médias (APCS, 2014).

Com base neste cenário, este trabalho teve por objetivo realizar um estudo de caso segundo a visão de gestão empresarial em uma granja comercial de suínos no Município de Ibiúna - SP.

2 Estudo do caso

O estudo do caso foi efetuado em uma granja comercial de suínos de ciclo completo no Município de Ibiúna - SP, durante o período de 12 de março de 2014 a 01 de junho de 2014. A granja era constituída por 300 fêmeas reprodutoras híbridas e um plantel médio de 2.500 animais, na qual desenvolve a atividade de exploração suinícola desde 1979.

Para o estudo do caso foram consideradas as seguintes variáveis relacionadas à gestão empresarial de uma granja de suínos: planejamento, produção, meio ambiente, segurança no trabalho, recursos humanos, sanidade e bem estar animal, variáveis estas que serviram de subsídio para elaborar um modelo de auditoria voltada para uma granja em sistema intensivo de produção de suínos e estudo do referido caso. Para o desenvolvimento deste modelo foi elaborado um questionário contendo estes quesitos em sete blocos com questões específicas para cada item, na qual o mesmo foi aplicado ao proprietário do empreendimento a fim de colher informações, gerar pontuação e índice de desempenho (ID) nos diferentes tipos de gestão. O questionário continha questões fechadas com pesos em cada bloco variando de um a cinco, sendo estes valores mínimo e máximo respectivamente, e valores atribuídos a cada item atendido variando de 0,5 a 1,5 pontos.

As pontuações obtidas nos diferentes tipos de gestão e blocos foram calculadas e compiladas com o uso do programa Microsoft Excel® (2013) para gerar a pontuação total e ID ao empreendimento. Os critérios utilizados de pontuação foram: de zero a 49,99 pontos, insatisfatório; de 50 a 79,99 pontos, satisfatório com restrição; e de 80 a 100 pontos, satisfatório.

3 Resultados e discussão

Na Tab. 1 estão apresentados os resultados obtidos em relação às sete variáveis de gestão empresarial investigadas, a pontuação alcançada, o respectivo ID e o valor total atribuído ao empreendimento.

O valor total ou ID obtido foi 87,50 pontos, que classificou a granja de suínos como satisfatória. Há de ser destacado que nos itens produção e sanidade foi obtido o ID máximo no atendimento dos quesitos investigados. Este resultado mostra a característica da suinocultura tecnificada brasileira voltada para questões determinantes para a obtenção de resultados zootécnicos satisfatórios.

Em relação, ao planejamento da atividade, apesar do ID ter sido satisfatório (89,28%) há necessidade de melhorias. O planejamento deve ser visto como um processo contínuo dentro de uma granja de suínos, que tem como meta formar um caminho para otimizar o alcance de um objetivo.

Tabela 1: Resultados das variáveis de gestão empresarial de uma granja de suínos em relação a sua respectiva pontuação e índices de desempenho (ID) obtidos.

Variável	Pontuação máxima	Pontuação obtida	ÍD (%)
Planejamento	14	12,5	89,28
Produção	14	14	100
Meio ambiente	15	12,75	85
Segurança no trabalho	14	10,75	76,78
Recursos humanos	14	12	85,71
Sanidade	15	15	100
Bem estar animal	14	10,5	75
Total	100	87,50	87,50

Para o item meio ambiente ou gestão ambiental, o ID foi de 85%. Tal resultado foi satisfatório, entretanto, há de ser considerado que pelo fato da suinocultura ser uma atividade altamente poluidora (BERTO, MIRANDA, 2007), a elevação deste resultado deve ser uma meta a ser perseguida com valores de ID próximos a 100%. O quesito bem estar animal, apresentou um ID considerado satisfatório com restrição (75%), o que demonstra que apesar da granja ter obtido ID elevados em itens relacionados a produção zootécnica, há necessidade de avanços e investimentos em tecnologias que proporcionem bem estar aos suínos criados em sistema intensivo. Ademais, há uma forte preferência do consumidor moderno em consumir carne de animais que foram criados em condições satisfatórias de sustentabilidade (GOMES et al., 2014) e bem estar animal (NAZARENO et al., 2012).

Em relação a gestão de segurança no trabalho o ID foi de 76,78% (satisfatório com restrição), reforçando a necessidade de investimentos e tecnologias que promovam a segurança dos colaboradores nas diferentes fases de produção de suínos. Para o quesito recursos humanos o ID foi de 85,71, considerado satisfatório, o que igualou a granja de suínos a corporações diferentes de uma atividade de agronegócio.

4 Considerações finais

O estudo do caso permitiu criar uma ferramenta base de diagnóstico de gestão empresarial específica para o empreendimento suinícola e, assim, indicar onde devem ser implementadas melhorias nos diferentes quesitos investigados para o constante avanço desta importante atividade ligada ao agronegócio.

Referências

- ABCS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2014. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/>>; acesso em: 12 jun. 2014.
- ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2014. Disponível em: <<http://www.abiecs.com.br/>>; acesso em: 12 jun. 2014.
- APCS - ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2014. Disponível em: <<http://www.apcs.com.br/portal/>>; acesso em: 12 jun. 2014.
- BERTO, J. L.; MIRANDA, C. R. Sustentabilidade ambiental das propriedades suinícolas da microrregião do Meio Oeste Catarinense: uma avaliação com base no balanço de nutrientes. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 1, p. 1589-1592, 2007.
- GOMES, L. P.; PERUZATTO, M.; SANTOS, V. S.; SELLITTO, M. A. Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suinícolas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 143-154, 2014.
- MOREIRA, V. R.; SILVA, C. L.; MORAES, E. A.; PROTIL, R. M. O cooperativismo e a gestão dos riscos de mercado: análise da fronteira de eficiência do agronegócio paranaense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 50, n. 1, p. 51-68, 2012.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; NUNES, M. L. A.; CASTRO, A. C.; MIRANDA, K. O. S.; TRABACHINI, A. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,
v. 16, n. 3, p. 314-319, 2012.

RUBIN, L.; WAQUIL, P. Estrutura exportadora do agronegócio e impactos socioeconômicos para os países do cone sul. *Revista de Economia Sociologia Rural*, v. 51, n. 1, p. 137-160, 2013.

Como citar este relato de experiência

PEDROSO, C. R. G.; GUERRA, D. I. B.; SOTO, F. R. M. Gestão empresarial em uma granja de suínos no Município de Ibiúna- SP: estudo de caso. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 33-36. Disponível em: <www.revistafpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

BREVE SÍNTESE DA SITUAÇÃO TAXONÔMICA DOS QUILÓPODES (MYRIAPODA, ARTHROPODA) E IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS DO BRASIL

BRIEF SYNTHESIS OF THE TAXONOMICAL STATUS OF CHILOPODS (MYRIAPODA, ARTHROPODA) AND IDENTIFICATION OF BRAZILIAN GENERA

Victor de Carvalho Calvanese ⁽¹⁾

Adele Megam Mascitelli Salustiano Silva ⁽²⁾

Fernando Santiago dos Santos ⁽³⁾

Marcio Pereira ⁽³⁾

Resumo. Embora a taxonomia dos Quilópodes esteja bem desenvolvida quando comparada às outras três classes do subfilo Myriapoda, a falta de chaves de identificação ou até conhecimento específico básico pode muitas vezes comprometer uma pesquisa. Este trabalho reúne informações específicas sobre a taxonomia dos quilópodes e uma visão sintética acerca da taxonomia dos Miriápodes. São disponibilizadas chaves de identificação em nível de gênero traduzidas para o português. Devido à falta de material disponível, em alguns casos tais chaves abrangem apenas parte do território nacional.

Palavras-chave: Quilópodes; taxonomia; biogeografia.

Abstract. Although the taxonomy of Chilopods is well developed when compared to the other three classes of the Myriapod sub-phylum, the lack of identification keys or even basic expertise can often compromise a survey. The present paper gathers specific information about the taxonomy of centipedes and the like, as well as a brief view upon the taxonomy of Myriapoda. Identification keys to the generic level translated into Portuguese are available. Due to the lack of obtainable material, in some cases these identification keys only cover part of the national Brazilian territory.

Keywords: Chilopods; taxonomy; biogeography.

⁽¹⁾ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Roque. Correspondência: Rodovia Prefeito Quintino de Lima, 2100, Paisagem Colonial, São Roque - SP; e-mail: victor.calvanese@hotmail.com

⁽²⁾ Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Roque.

⁽³⁾ Professores adjuntos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Roque (orientadores).

(Recebido em: 05 set. 2014; aceito em: 03 out. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

Os miriápodes, de modo geral, compreendem um grupo zoológico taxonomicamente complexo, com uma grande diversidade de espécies. Porém, pouco se conhece sobre sua sistemática e biologia devido ao pequeno número de especialistas que se dedicaram ao estudo nesta área (KNYSAK, 1999). Compreendendo mais de 3500 espécies descritas e revisadas divididas em mais de 400 gêneros em todo o mundo, estima-se que muitas espécies ainda devem ser descritas (MINELLI, 2011).

A literatura taxonômica tem sido estritamente descritiva, sem chaves de identificação ou, ainda, extremamente sintetizada. No Brasil, as revisões recentes referem-se especificamente à região Amazônica, destacando-se os trabalhos de Adis em 1989 (ADIS, 2002), o qual elaborou uma chave de identificação de miriápodes para essa região; de Golovatch, que revisou a fauna neotropical de diplópodes (Fuhrmannodesmidae e Paradoxomatidae), descrevendo um gênero e sete espécies para Manaus (AM); e de Pereira em 1995, que revisou a ordem Geophilomorpha (Chilopoda), descrevendo nove espécies da região amazônica (KNYSAK, 1999).

No Brasil, o estudo sobre miriápodes vem sendo negligenciado e, quando feito, é realizado em sua maioria por pesquisadores de outros países, sendo raros ou inexistentes registros para alguns grupos para todo o território nacional.

Este trabalho tem como objetivo reunir informações sobre a filogenia dos quilópodes e facilitar a acessibilidade a materiais que normalmente encontram-se esparsos e/ou sem tradução para o idioma português.

2 Materiais e métodos

Por se tratar de uma revisão bibliográfica, este trabalho baseou-se em materiais versando sobre classificação, diversidade, ecologia e distribuição, pesquisados em 2013 nas poucas entidades internacionais especializadas em miriápodes.

O baixo número de especialistas e material relativo ao Brasil impossibilitou, muitas vezes, uma abordagem mais específica em termos de classificação e biogeografia do grupo para o Brasil. As imagens e cladogramas foram retirados de guias de universidades ou de versões atualizadas dos próprios materiais obtidos. As traduções e textos foram revisados pelos professores orientadores.

3 Resultados

3.1 Filogenia de Myriapoda

Os Miriápodes, grupo a qual pertencem os quilópodes, são artrópodes que compartilham um ancestral comum, isto é, compreendem um grupo considerado atualmente monofilético (Fig. 1).

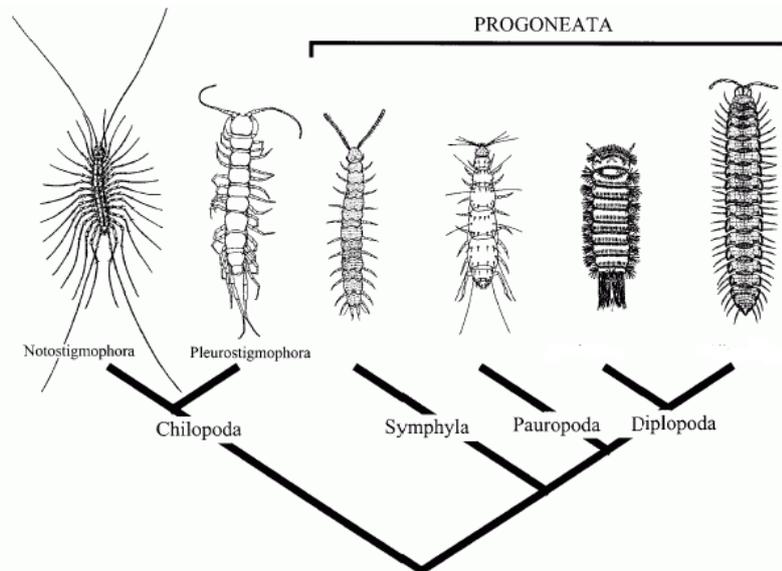


Figura 1: Relação entre as classes de miriápodes.

Após anos de discussões e opiniões distintas, confirmou-se, por meio de análises moleculares de DNA, a existência de forma não artificial do clado (GREGORY, 2007).

Além dos quilópodes, outros três grupos formam o filo Myriapoda: Symphyla, um grupo ainda pouco estudado e que provavelmente ainda apresenta inúmeras espécies a serem descritas. Compreendem cerca de 200 espécies, sendo mais frequentes e abundantes nos trópicos; por se tratarem de seres diminutos, sem olhos e sem esclerotização em seu exoesqueleto, são restritos a ambientes úmidos e com matéria orgânica abundante, como na serapilheira de matas ou sob pedras (ADIS *et al.*, 2002); Pauropoda, grupo relativamente pequeno e com poucos estudos relacionados a sua taxonomia. Seu pequeno comprimento (que, muitas vezes, não alcança 1mm) e seu ambiente restrito às primeiras camadas do solo os tornam imperceptíveis para a maioria das pessoas. Há cerca de 700 espécies descritas (ADIS *et al.* 2002); o maior dentre os quatro grupos que é a Classe Diplopoda, a qual conta, atualmente, com cerca de 12.000 espécies. São conhecidos popularmente como embuás ou piolhos-de-cobra. Os diplópodes incluem o maior número de famílias e gêneros. São, em sua maioria, detritívoros

e sempre abundantes nos ambientes de serapilheira (podendo ocorrer, também, gêneros arborícolas). Estes representantes do grupo possuem boa adaptabilidade à presença do ser humano, sendo abundantes em lixões, esgotos e nas grandes cidades. Algumas famílias podem ser venenosas, possuindo glândulas de veneno em seu tegumento ao longo do corpo (BARNES, 2002).

Os paurópodes e os diplópodes são reconhecidamente um grupo-irmão formando um clado nomeado Dignatha, possuindo, ainda, uma relação estreita com Symphyla, por possuírem o opérculo genital na parte anterior do corpo, formando, assim, o grupo Progoneata. Os Quilópodes, por outro lado, são Opisthgoneata, possuindo a abertura genital na parte posterior do corpo, característica essa que remete aos artrópodes, tendo sido esse, por muito tempo, o argumento contra a monofilia do grupo Myriapoda. Entretanto, recentes análises moleculares corroboram a teoria da monofilia, sendo o ponto praticamente dado como encerrado (GREGORY, 2007).

3.2 Mandibulata

O clado Mandibulata (Fig. 2) é representado por três grandes grupos: Myriapoda, Hexapoda e Crustacea. Compartilham, entre outras, as características de apêndices bucais transformados em mandíbulas. Em ambos os grupos, essas estruturas encaixam-se em uma câmara de mastigação na cápsula cefálica, e a comparação da musculatura indica uma conexão comum entre a parte coxal da estrutura e a gnatobase. Outra evidência da estreita ligação entre os grupos é a presença de alguns pigmentos celulares encontrados em Scutigromorpha (Quilópodes), Hexápodes e Crustáceos (BARNES, 2002).

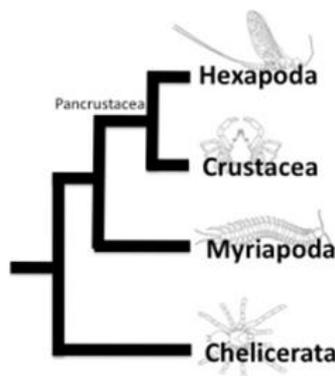


Figura 2: Clado Mandibulata.

3.3 Paradoxopoda

As primeiras evidências do parentesco existente entre os grupos Myriapoda e Chelicerata vieram com a observação de que o processo da neurogênese ocorria em ambos de forma muito semelhante. Atualmente, essa teoria é corroborada com a análise nuclear de genes ribossomais e mitocondriais (GREGORY, 2007), tal como pode ser observado na Fig. 3.

3.4 Filogenia de Chilopoda

Os Quilópodes são artrópodes terrestres, traqueados portadores de antenas e mandíbula, com estilo de vida predador e hábitos normalmente noturnos (MINELLI, 2011). Possuindo registro fóssil de aproximadamente 420 milhões de anos atrás, compreende cerca de 3.300 espécies descritas, divididas em cinco ordens ainda existentes e uma ordem extinta. Este grupo apresenta maior diversidade e abundância nos trópicos, em regiões predominantemente mais quentes, habitando preferencialmente as serapilheiras ou vivendo sob pedras, nas cascas de árvores ou na copa das árvores, mas algumas espécies também podem habitar gramados, cavernas e zona litoral (GREGORY, 2007).

A maioria das espécies de centípedes apresenta tamanho do corpo do adulto variando entre 1 e 10 mm, embora possam existir espécies que cheguem a 30 cm de comprimento (ADIS *et al.*, 2002).

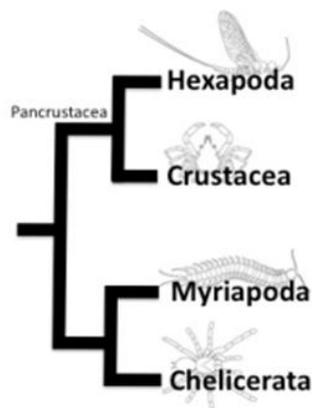


Figura 3: Clado Paradoxopoda.

A variabilidade de cores no grupo é notável, existindo espécimes que variam do vermelho ao amarelo ou vinho, sendo que alguns ainda podem apresentar variância entre duas ou mais cores. Tipicamente são solitários, embora exista o cuidado parental em algumas espécies.

O grupo, exclusivamente predador, normalmente alimenta-se de pequenos insetos, moluscos ou quaisquer outros pequenos invertebrados que existam em seu ambiente, podendo algumas grandes espécies preda pequenos lagartos, alguns anfíbios e até pássaros de pequeno porte (BRUSCA, 2002). As presas são imobilizadas com um veneno injetado por estruturas conhecidas como forcípulas, primeiras pernas adaptadas como ferrões opistossômicos que possuem glândula de veneno, e que primariamente distinguem-nos dos Quilópodes. A maioria das espécies possui hábitos noturnos e é tipicamente solitária, embora algumas espécies possam exibir cuidado materno (GREGORY, 2007).

As cinco ordens de quilópodes (Fig. 4) podem apresentar variância no número de pernas, segmentos, localização dos espiráculos, entre outras características. Lithobiomorpha, Scutigermorpha e Craterostigmomorpha apresentam desenvolvimento anamórfico, ou seja, os filhotes nascem com menos segmentos e este número cresce com as ecdises. Já Scolopendromorpha e Geophilomorpha apresentam desenvolvimento epimorfo, em que os filhotes já apresentam seu corpo completo em relação a um adulto. Esses dados revelam uma maior relação entre as três primeiras ordens, sendo as duas ordens subsequentes com caráter mais derivado. A característica de desenvolvimento (anamorfo x epimorfo) foi utilizada, em outras épocas, como diferenciação entre famílias (GREGORY, 2007).

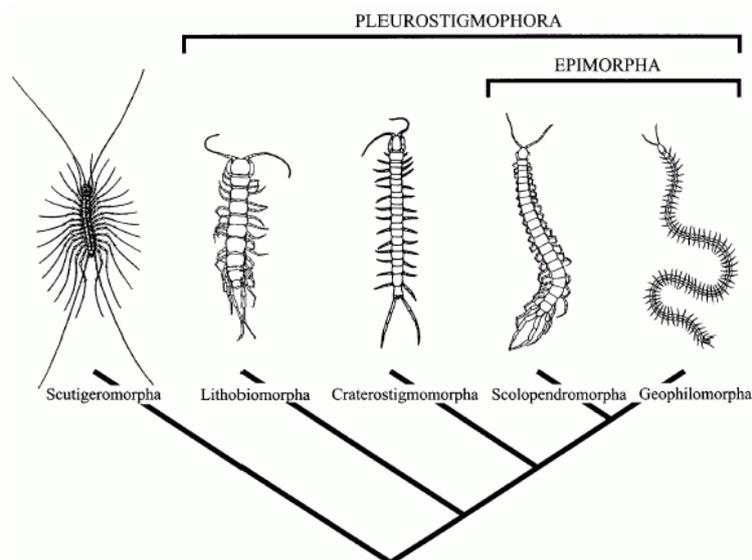


Figura 4: Divisão da Classe Chilopoda e relação entre as ordens.

3.5 Devonobiomorpha

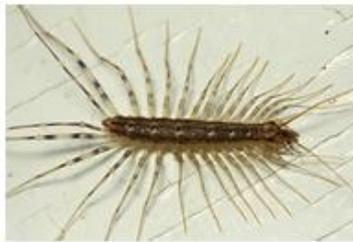
Esta ordem já extinta conta com apenas uma família conhecida (Devonobiidae) e apresentava, ao que tudo indica, desenvolvimento epimorfo, sendo mais relacionada às ordens Geophilomorfa e Scolopendromorfa (SHEAR, 1988).

3.6 Scutigermorpha

Esta ordem, a qual configura cerca de cem espécies descritas, é característica por animais que possuem 15 pares de pernas quando adultos, espiráculos dorsais, pernas bastante alongadas e antenas tipicamente multissegmentadas. Dentre todos os quilópodes, é o único que apresenta hemocianina para transportar moléculas de oxigênio, como ocorre nos Hexapoda e Scutigermorpha.

Os Scutigermorpha apresentam, ainda, como característica única dentre os quilópodes olhos multifacetados, característica compartilhada com os crustáceos.

O grupo Scutigermorpha é dividido em duas famílias: Psellioididae e Scutigeridae (Fig. 5) com distribuição principalmente nas regiões tropicais. Apenas Psellioididae possui ocorrência no Brasil, registrados principalmente no norte e nordeste do país (ADIS *et al.*, 2002).



Scutigera sp.

Figura 5: Gênero representante da família Scutigeridae.

3.7 Lithobiomorpha

A ordem Lithobiomorpha compreende cerca de 1.800 espécies descritas, sendo mais comuns na Europa e na América do Norte. Divididos em duas famílias (Lithobiidae e Henicopidae), apenas a segunda família tem registro para o Brasil, com apenas um gênero, *Lamyctes* (ADIS *et al.*, 2002) (Fig. 6). O corpo porta 15 pares de pernas nos adultos e os indivíduos raramente ultrapassam 3cm de comprimento.

Em cada lado da região cefálica existem grupos de ocelos, podendo ser inexistentes em algumas espécies subterrâneas, ou se apresentar como um único ocelo. A placa cefálica suporta um grande par de órgãos de Tomosváry e uma antena que pode ser dividida em 13 ou mais de 100 artículos (GREGORY, 2002).



Lamyctes sp.

Figura 6: Henicopidae.

3.8 Craterostigmomorpha

Representada por apenas uma família, Craterostigmidae, um gênero, *Craterostigmus* (Fig. 7) e também uma única espécie, *C. tasmanianus*. Esta ordem é descrita para a ilha da Tasmânia, Nova Zelândia, possuindo como característica peculiar subdivisões entre seus longos tergitos e, apesar de contar com 21 dessas estruturas, possui apenas 15 pares de pernas (GREGORY, 2007).



Craterostigmus sp.

Figura 7: Craterostigmidae.

3.9 Scolopendromorpha

Considerada a ordem que abriga os predadores mais vorazes, esses Quilópodes podem apresentar imensas diferenças morfológicas entre seus espécimes (KNYSAK, 1999). O grupo é dividido tradicionalmente em três famílias, classificadas pela presença ou não de olhos e número de segmentos corporais. Scolopendridae (Fig. 8) e Cryptopinae apresentam ambas 21 segmentos, embora apenas a primeira família apresente olhos. Já Scolopocryptopidae não possui olhos e conta com 23 segmentos. Característica importante que também distingue o grupo é um tergito fundido entre o maxilípede e o primeiro segmento que suporta pernas (GREGORY, 2007).

O grupo possui 12 gêneros descritos que ocorrem no Brasil (ADIS *et al.*, 2002).



Scolopendra sp.

Figura 8: Scolopendridae.

3.9 Geophilomorpha

A mais complexa entre as ordens em termos taxonômicos é Geophilomorpha, grupo que possui o maior número de famílias e gêneros, e provavelmente muitas espécies ainda a serem descritas. Conta com 14 famílias, das quais 11 ocorrem nas regiões neotropicais (FODDAI *et al.*, 2004) sendo atualmente considerados 91 gêneros com aproximadamente 310 espécies para a região neotropical com maior ocorrência para a região Amazônica, existindo cerca de 180 gêneros em todo o mundo, suportando aproximadamente 1.100 espécies descritas (GREGORY *et al.*, 2007).

Os geofilomorfos são fossoriais, vivendo sob a serapilheira, dentro de cavidades no solo e em ambientes cavernícolas. O conhecimento no Brasil é insuficiente devido à escassez de material, dados sobre a distribuição das espécies, deficiência da literatura e ausência de especialistas na área. Estão registradas 29 espécies brasileiras, das quais oito são encontradas no estado de São Paulo (KNYSAK, 1999). Os geofilomorfos (Fig. 9) são facilmente identificados graças ao seu corpo verdadeiramente alongado e com grande número de pernas. As espécies neotropicais podem apresentar uma variância

entre 27 e 191 pares de pernas, sendo que as maiores do mundo podem apresentar até 190 pares. O tamanho dos espécimes pode variar normalmente entre 5mm e 140mm; algumas espécies, porém, podem chegar a 19cm ou um pouco mais. Os membros dessa ordem são todos cegos e normalmente encontrados nas primeiras camadas do solo, sob o folhiço ou sob troncos e pedras, apresentando grande adaptação nas antenas e pernas anais para capturar suas presas que normalmente são pequenos invertebrados habitantes do solo (ADIS, 2002).



Geophilus sp.

Figura 9: Geophilidae.

3.10 Relação entre as ordens

O estudo da filogenia dos quilópodes (Fig. 10) está relativamente avançado em relação aos outros grupos de miriápodes. O estudo morfológico e molecular vem sendo bem desenvolvido para os principais grupos (MINELLI, 2011). A análise molecular, especialmente o sequenciamento de genes ribossomais, vem reforçando a relação proposta com base na morfologia.

Os quilópodes são divididos primariamente em Notostigmomorpha (possui espiráculo dorsal), representado apenas por Scutigermomorpha, e Pleurostigmomorpha (apresentam espiráculos laterais localizados na pleura), representado pelas demais ordens (GREGORY, 2007). Outros caracteres, como o desenvolvimento epimorfo ou anamorfo, posição e quantidade de espiráculos pleurais, presença ou não de olhos e número de segmentos, são dados morfológicos muito importantes para a classificação filogenética do grupo (MINELLI, 2011).

3.11 Identificação de Chilopoda do Brasil

3.11.1 Ordem Scolopendromorpha (SCHILEYKO, 1992)

(* Os gêneros marcados com asterisco são os de ocorrência esperada para o Brasil)

1. Corpo com 23 segmentos: Subordem. Nov. Scolopocryptopida. Família Scolopocryptopidae Newport, 1844 → (2)
Corpo com 21 segmentos: Subordem. Nov. Scolopendrida → (8)
2. Olhos presentes: Subfamília Scolopendropsinae Brandt, 1841: *Scolopendropsis** Brandt, 1841
Olhos ausentes: Subfamília Scolopocryptopinae Newport, 1844 → (3)
3. O sétimo segmento do corpo possui espiráculo → (4)
O sétimo segmento do corpo não possui espiráculo → (6)
4. O segundo tarso da última perna é dividido em vários pequenos segmentos → (5)
Primeiro tarso da última perna sólido: *Scolopocryptops** Newport, 1844
5. A extremidade final da garra de veneno pode não ser próxima uma da outra, dois pavimentos de dentes cônicos estão presentes na placa dentária: *Tidops** Chamberlin, 1915.

A distância final da garra de veneno pode ser bem próxima uma da outra, uma pequena e arredondada placa dentária está presente na margem frontal do coxoesternito, ou placa dentária totalmente ausente: *Newportia** Gervais, 1847.

6. Antena composta por 11 segmentos: *Kartops* Archey, 1923.

Antena composta por 17 segmentos → (7)

7. Placa cefálica sem sulco paramedial: *Otocryptops* Porat, 1876.

Placa cefálica com sulco paramedial: *Kethops* Chamberlin, 1912.

8. 19 pares de espiráculos: Família Plutoniidae Haase, 1887: *Plutonium* Cavanna, 1881.

9 ou 10 pares de espiráculos: Família Scolopendridae, Newport, 1844 (9).

9. Olhos presentes → (10)

Olhos ausentes → (27)

10. Espiráculos presentes no sétimo segmento do corpo: Subfamília Sterropristinae Verhoff, 1937 (11)

Sétimo segmento do corpo sem espiráculos → (16)

11. Última perna curta, em forma de pinça: Tribo Arrhabdotini Verhoff, 1906 (12)

Última perna normal, reta: Tribo Nov. Ethmostigmini

12. Esternitos com um sulco mediano, placa dentária ausente: *Arrhabdotos* Tomasvary, 1882

Esternitos GLATT, dois pequenos sulcos paramedianos em uma única parte frontal; margem frontal do coxoesternito da garra de veneno possui placa dentária → (13)

13. Margem posterior do último esternito forte e estreita, pré-fêmur e fêmur da última perna de igual largura e comprimento, esporos presentes na tíbia do primeiro ao vigésimo par de pernas: *Malacolabis* Verhoeff, 1937.

Último esternito possui margem reta e larga; razão entre largura/comprimento do segmento de base da última perna é de 1:5:1 (pré fêmur) e 2:1 (fêmur), único esporo na tíbia presente do primeiro ao vigésimo par de pernas: *Steropristes* Attems, 1934.

14. Dente médio do pré fêmur da garra de veneno é ausente; 4 (raramente 3) segmentos basais da antena sem pelos; pré tarso da segunda maxila possui 2 (raramente 1) esporos: *Ethmostigmus* Newport, 1845.

Pré-fêmur da garra de veneno com dente médio; 3 (raramente 4) segmentos basais da antena sem pelos; pré tarso da segunda maxila com 1 esporo → (15)

15. O segundo tarso da última perna de forma usual: *Rhysida** Newport, 1845.

Segundo tarso da última perna fortemente curto e ligado com o primeiro tarso.

16. Espiráculo como um copo oval sem abas: Subfamília Otostigminae Kraepelin, 1903 (17).

Espiráculos em forma de copo divididos horizontalmente por três abas: Subfamília Scolopendrinae Newport, 1844 (20)

17. Tíbia e tarso da última perna de formato usual → (18)

Segmentos distais da última perna em formato de folha: *Alipes* Imhoff, 1845

18. Última perna curta, em formato de pinça, seu pré tarso é mais longo que seu segundo tarso: *Perustigmus* Verhoeff, 1939.

Última perna longa, de formato usual pré tarso é menor do que o segundo tarso → (19)

19. O segmento distal da segunda maxila possui pequeno esporo; segundo segmento do telópode da maxila com esporo periférico; fêmur da última perna do macho sem projeção: *Otostigmus** Porat, 1876.

O segmento distal da segunda maxila não apresenta pequeno esporo; segundo segmento sem esporo periférico; fêmur da última perna dos machos possui projeção periférica com formato cilíndrico: *Digitipes* Attems, 1930

20. Coxopleura com poros: Tribo Scolopendrini Newport, 1844 → (21)
Coxopleura sem poros.....Tribo Asanadini Verhoeff, 1907 (25)
21. Primeiro tarso da última perna menor do que o segundo, coxopleura sem projeções: *Rhoda** Meinert, 1886
Primeiro tarso da última perna maior do que o segundo, raramente iguais em comprimento; coxopleura, como regra, apresenta projeção → (22)
22. Todas as pernas sem esporos no tarso → (23)
Esporos no tarso presentes → (24)
23. Espiráculos cobertos por placas pleurais: *Campilostigmus*, Kibaut, 1923
Espiráculos não cobertos por placas pleurais: *Cormocephalus** Newport, 1844
24. Margem anterior do primeiro tergito coberta pela placa cefálica, ou margem posterior da placa cefálica cobrindo o primeiro tergito; superfície do lábio sem pelos, pelos aparecem apenas na margem posterior da margem do lábio; última perna possui, por regra, garra de esporos: *Scolopendra** L. 1758
Placa cefálica e primeiro tergito são unicamente contínuos; toda superfície do lábio com cerdas; garra de esporos da última perna ausente: *Arthrorabdus** Pocock 1891
25. Placa cefálica separada do primeiro tergito, com 4 olhos idênticos → (26)
Margem posterior da placa cefálica entra em um “bolso” formado pela margem anterior do primeiro tergito; par inferior de olhos maior que o superior: *Pseudocryptops* Pocock, 1891
26. Pré-fêmur da última perna com espinho: *Notiasemus* L. E. Koch, 1985
Pré-fêmur da última perna sem espinhos: *Asanada* Meier, 1886
27. Placa de dentes larga, com bem desenvolvida margem dental: Subfamília *Theatopsinae* Verhoeff, 1906 → (28)
Placa de dentes ausente, ou pequena, sem margem dental: Subfamília *Cryptopinae* Kohlrausch, 1881 → (29)
28. Dente médio do pré-fêmur da garra de veneno não dividido; projeção da coxopleura ausente: *Theatops* Newport, 1845
Dente médio do pré-fêmur da garra de veneno é dividida em duas metades sagitalmente, coxopleura apresenta projeção: *Tonkinodentus* Schileyko, 1992
29. Manchas claras estão na posição de olhos; esternitos tem sulco paramedial; coxopleura com longa projeção: *Mimops* Kraepelin, 1903
Manchas claras na posição dos olhos ausentes; os esternitos possuem 1 sulco médio e/ou tem 1 sulco transversal; coxopleura, como regra, sem projeções → (30)
30. Pré-fêmur da garra de veneno possui um pequeno dente médio; coxopleura possui uma pequeno e grossa projeção; pré-fêmur da última perna tem largos e separados espinhos e tibia e primeiro tarso possuem uma fila longitudinal de dentes curvados: *Anethops* Chamberlin, 1902
Dente médio da garra de veneno é ausente; projeção da coxopleura ausente pré fêmur das últimas pernas não possui espinhos separados e tibia do primeiro tarso possui fila longitudinal de dentes curvados: *Cryptops** Leach, 1815.

3.11.2 Ordem Lithobiomorpha

A falta de bibliografia desta ordem em termos de distribuição das espécies em nosso país impossibilita uma conclusão geral; entretanto, levantamentos esparsos indicam apenas a presença de uma família, Henicopidae, e um gênero, *Lamyctes* Meinert, 1868 para o Brasil (Fig. 11).

Únicas duas espécies minimamente distinguidas por caracteres externos são reportadas para a Amazônia, *L. emarginatus* Newport, 1844 e *L. adisi* Zaleskaja, 1994 (ADIS, 2002).

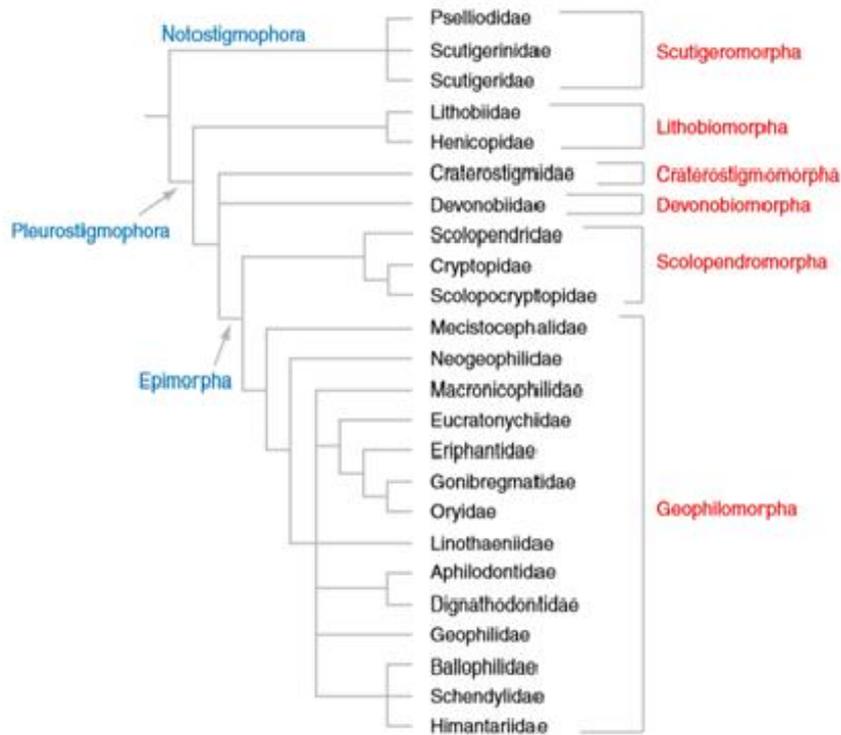


Figura 10: Relação filogenética entre as famílias das quatro ordens que formam a classe Chilopoda (GREGORY, 2007).

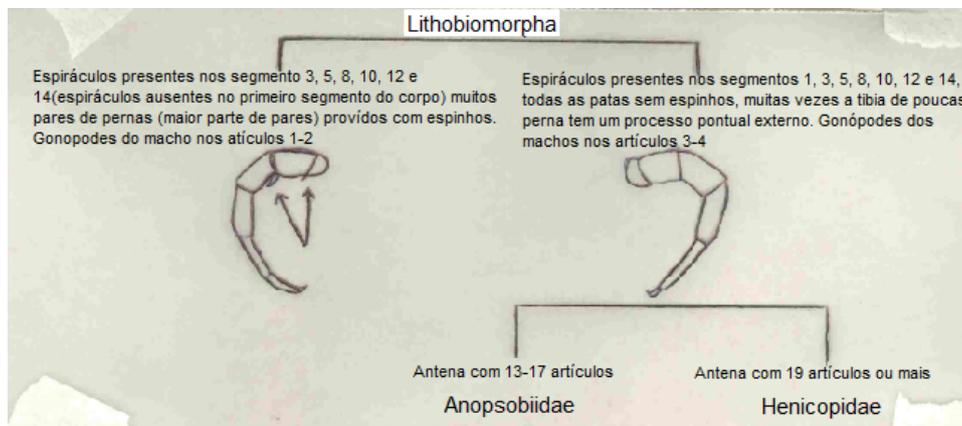


Figura 11: Chave de identificação da ordem Lithobiomorpha para a região Amazônica (ADIS, 2002).

3.11.3 Ordem Scutigeroforma

Para o Brasil, são descritas cinco espécies, três pertencentes à família Scutigerae: *Brasiloscutigera viridis* Bucherl, 1939, *Scutigera parcespinosa* Bucherl, 1949 e *Thereuoquina admirabilis* Bucherl, 1949 (Fig. 12).

Duas espécies, ambas do gênero *Pselliodes* Chaberlin, 1921, representam a família Psellioididae: *P. chagualensis* Kraus, 1957 e *P. guildingii* Newport, 1844 (ADIS, 2002).

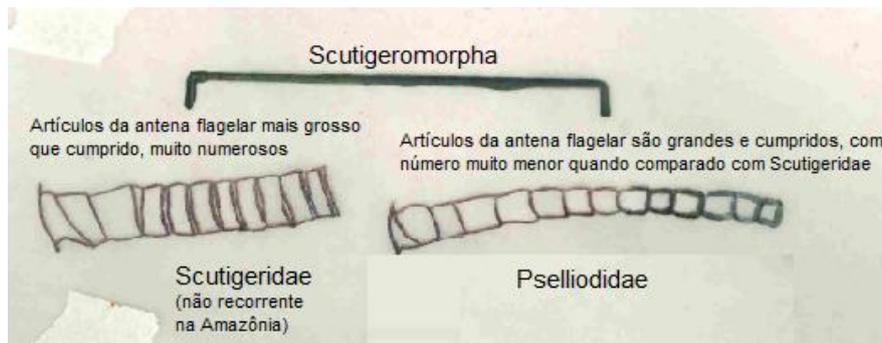


Figura 12: Chave de identificação da ordem Scutigeromorpha para a região Amazônica (ADIS, 2002).

3.11.4 Ordem Geophilomorpha

O material de identificação desta ordem é muito escasso e os trabalhos restringem-se mais à parte norte do país. A chave a seguir (Fig. 13 a 17) é relacionada aos grupos da Amazônia, e principais grupos conhecidos para o país (ADIS, 2002).

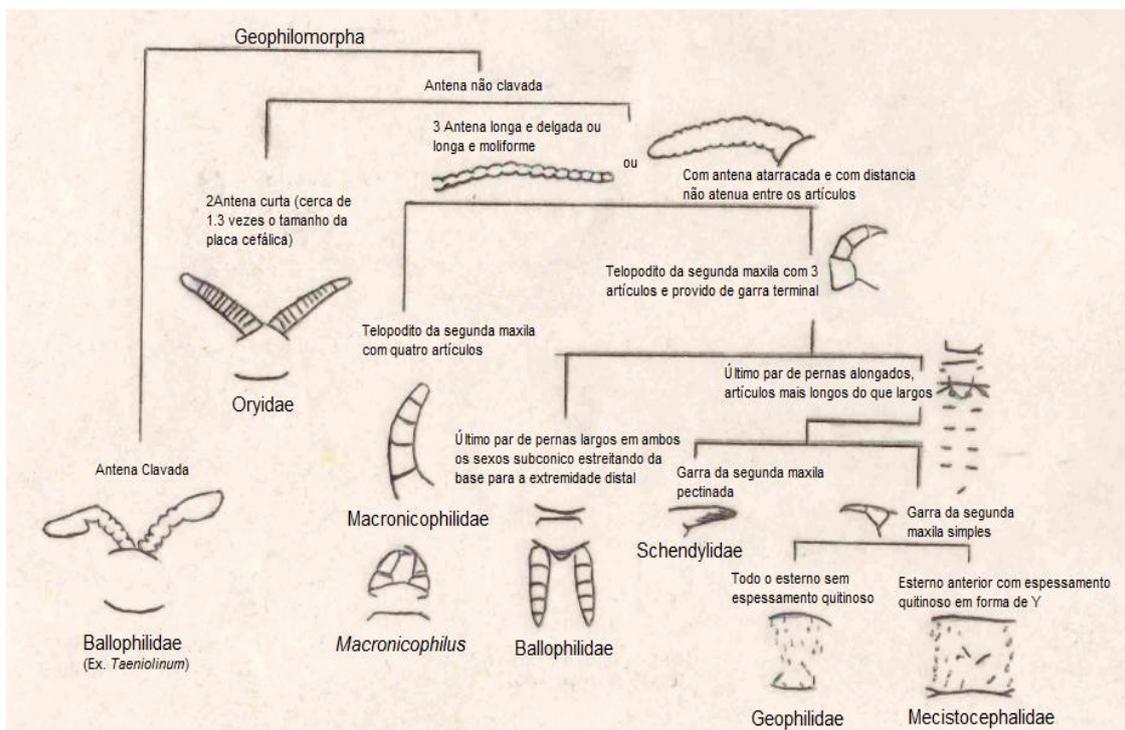


Figura 13: Chaves de identificação da ordem Geophilomorpha para a região Amazônica (ADIS, 2002).

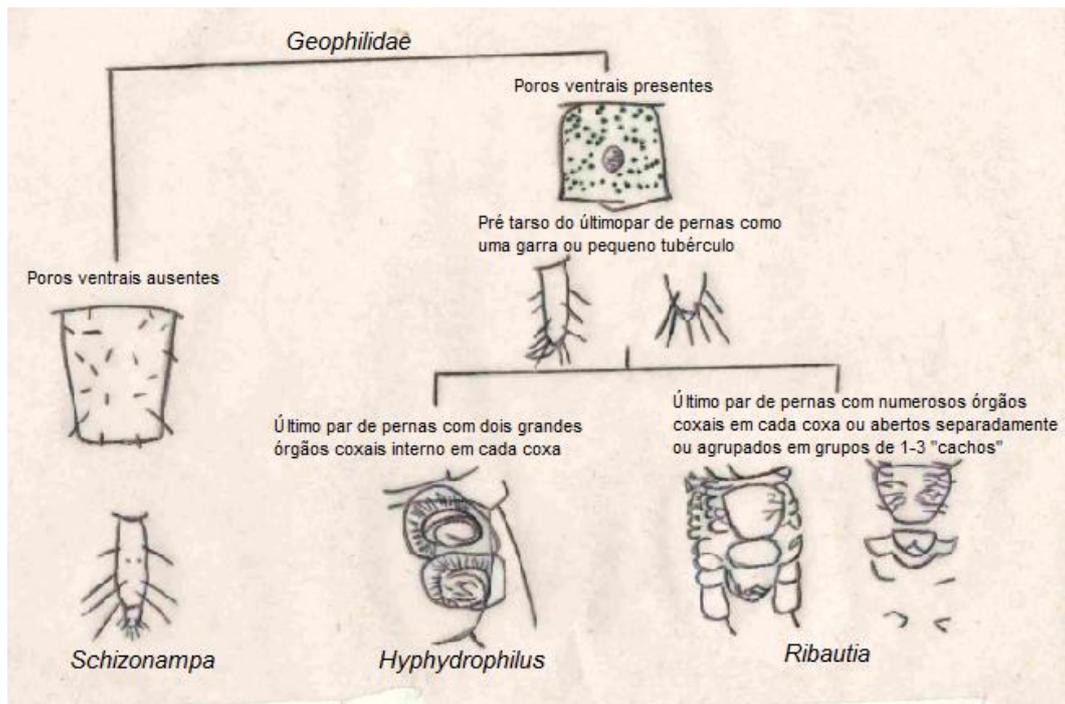


Figura 14: Chaves de identificação para a família Geophilidae (ADIS, 2002).

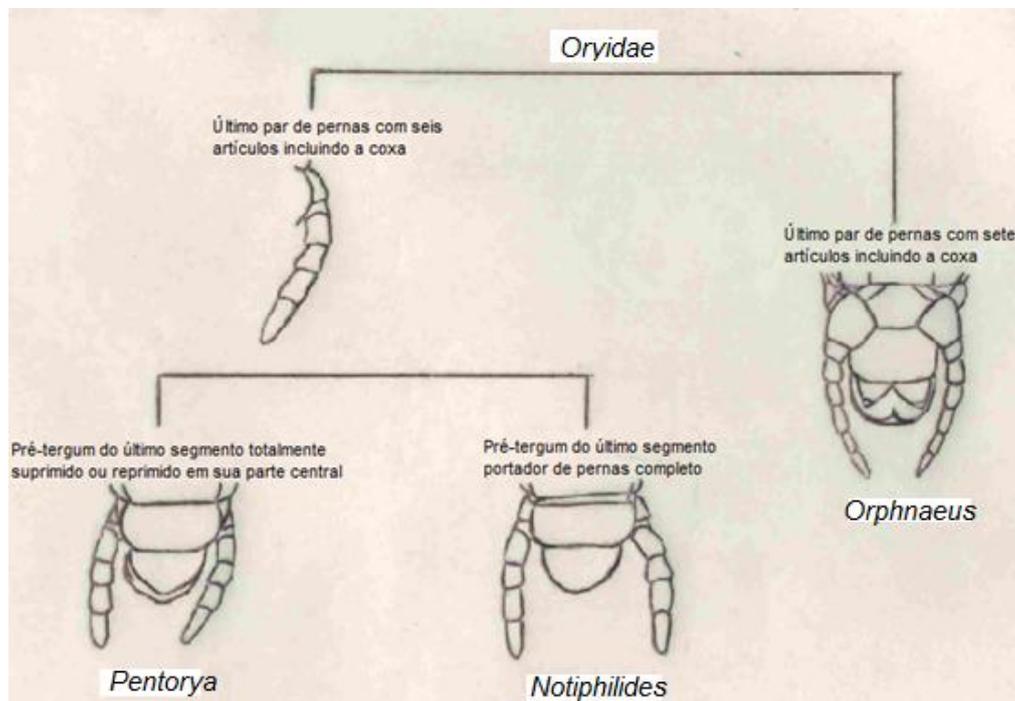


Figura 15: Chaves de identificação para a família Oryidae (ADIS, 2002).

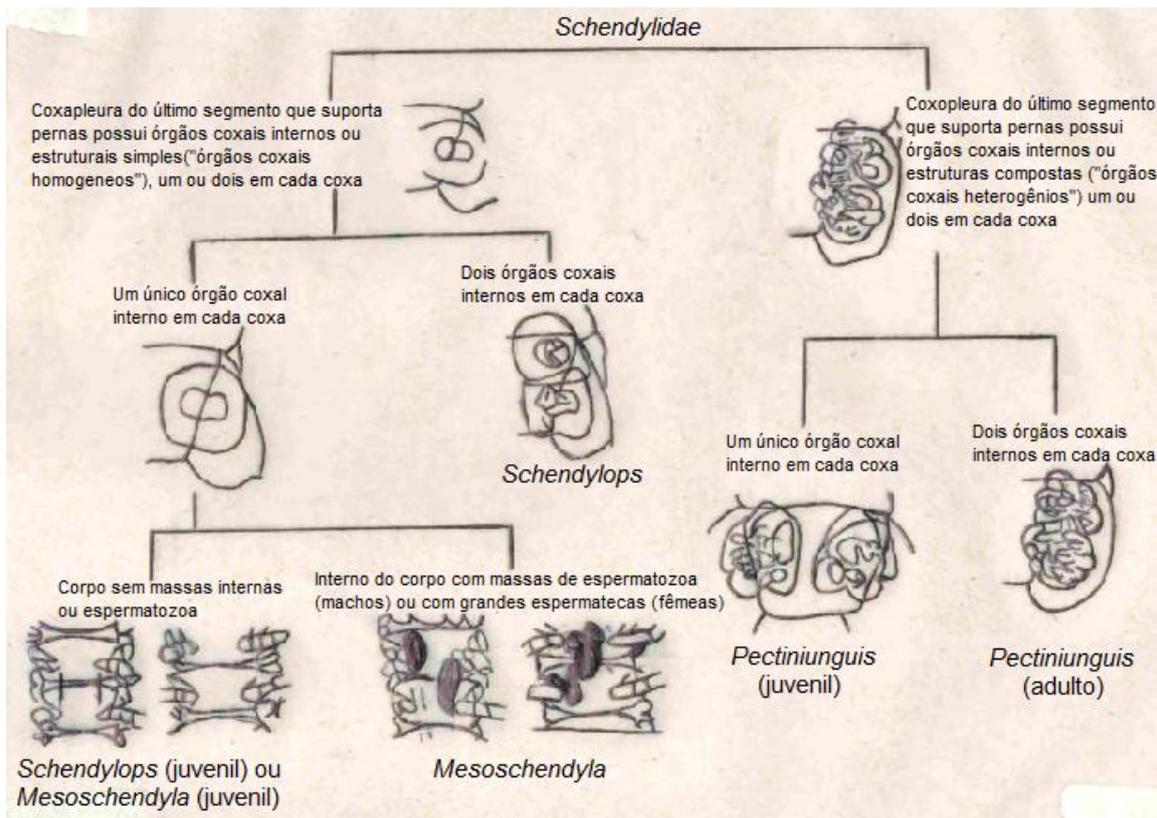


Figura 16: Chaves de identificação para a família Schendylidae (ADIS, 2002).

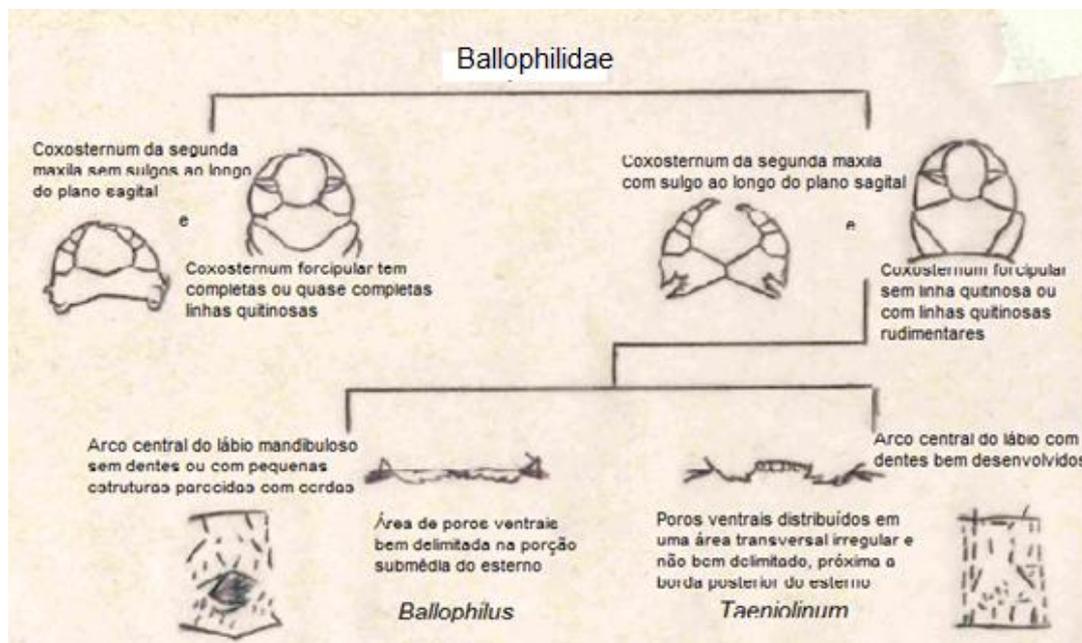


Figura 17: Chaves de identificação para a família Ballophilidae (ADIS, 2002).

4 Considerações finais

A partir do levantamento bibliográfico realizado, percebemos que mesmo não sendo devidamente reconhecida, a taxonomia da Classe Chilopoda desenvolve-se no Brasil há mais de um século, sendo desenvolvida majoritariamente por pesquisadores estrangeiros. Por volta do ano 2000, pesquisas filogenéticas começaram a ser desenvolvidas com o grupo, comprovando sua monofilia e fornecendo resultados para se inferir o real grau de parentesco entre os táxons que compõem esta Classe.

Trabalhos relativos ao grupo podem contribuir para o conhecimento deste grupo e, ainda, fornecer subsídios para pesquisas dos quilópodes no Brasil. Ao que tudo indica, a biologia do grupo precisa ser estudada.

Referências

ADIS, J. (ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia-Moscow: Pensoft, 2002.

BARNES, R.; FOX, R.; RUPERT, E. *Zoologia dos Invertebrados: Uma Abordagem Funcional-evolutiva*. São Paulo: Editora Roca LTDA, 2005.

BRUSCA, R.; BRUSCA, G. *Invertebrados*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda., 2011.

FODDAI, D.; PEREIRA, L. A.; MINELLI, A. The Geophilomorph Centipedes (Chilopoda) of Brazilian Amazonia. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma do Mexico, série Zoologia, 2004.

GREGORY, D.; GIRIBERT, G. Evolutionary Biology of Centipedes (Myriapoda: Chilopoda). *Annual Ver. Entomol*, Sidney, Austrália, 2007.

GREGORY D.; GIRIBET, G.; WHEELER, W. Phylogeny of Henicopidae (Chilopoda: Lithobiomorpha): a combined analysis of morphology and five molecular loci. *Systematic Entomology*, Sidney, Austrália, 2002.

KNYSAK, I.; MARTINS, R. Myriapoda. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. (Orgs.). *Invertebrados Terrestres - Biodiversidade do Estado de São Paulo*. Síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, v. 5, p. 65-72, 1999.

MINELLI, A. *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology The Myriapoda*. Leiden/Boston: Editora Brill, 2001.

SHEAR, W. A.; BONAMO, P. M. Devonobiomorpha, a new order of centipeds (Chilopoda) from the Middle Devonian of Gilboa, New York State, USA, and the phylogeny of centiped orders. *American Museum novitates*, n. 2927, 1988.

SHILEYKO, A. A. Scolopenders of Viet- Nam and some aspects of the system of Scolopendromorpha (Chilopoda Epimorpha). *Artropoda Selecta*, Moscow, 1992.

Como citar este artigo científico (revisão)

CALVANESE, V. de; SILVA, A. M. M. S.; SANTOS, F. S. dos; PEREIRA, M. Breve síntese da situação taxonômica dos Quilópodes (Myriapoda, Arthropoda) e identificação dos gêneros do Brasil. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 37-50. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

METODOLOGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA DEFICIENTES AUDITIVOS: UM PROCESSO DE INCLUSÃO

ENVIRONMENTAL EDUCATION METHOD FOR HEARING IMPAIRED PEOPLE: AN INCLUSION PROCESS

Evandro Dias ⁽¹⁾
Beatriz Costa ⁽²⁾
Vivian Delfino Motta ⁽³⁾

Resumo. A educação ambiental é um tema transversal e passa por um amadurecimento. Não basta usar a natureza como recurso para a processo educacional: é preciso entender o meio e saber se relacionar com ele de forma sustentável. Esse processo está sendo discutido de forma ampla dentro da educação formal. Várias metodologias vêm sendo apresentadas, mas encontrar métodos de educação ambiental voltados para os deficientes é mais difícil. Mesmo dentro desse universo, há trabalhos ligados com a questão da deficiência intelectual, mas pouco se lê sobre as metodologias de educação ambiental voltadas para a comunidade surda. Este artigo é resultado de um projeto de extensão e visa discutir as necessidades e propostas de educação ambiental que o universo acadêmico tem apresentados para os deficientes auditivos.

Palavras-chave: Educação ambiental; deficientes auditivos; inclusão social.

Abstract. Environmental education is a crosscutting theme and undergoes a maturing period. We cannot just use nature as a resource to the educational process: we need to understand environments and learn how to interact with them in a sustainable way. This process has been discussed widely within the formal education. Various methodologies have been presented, but finding methods of environmental education aimed at the disabled is a more difficult task. Even within such universe, there are works related to the issue of intellectual disability, but few writings are found on methodologies for environmental education aimed at the deaf community. This article is the result of an extension project and aims to discuss the needs and proposals for environmental education that the academic world has presented for hearing impaired people.

Keywords: Environmental education; hearing impaired; social inclusion.

⁽¹⁾ Discente do curso Tecnólogo em Gestão Ambiental (IFSP campus São Roque); Docente do sistema SESI de ensino; Especialista em biologia marinha com ênfase em crustáceos de profundidade, E-mail: es.dias@yahoo.com.br

⁽²⁾ Discente de pedagogia; Discente de pós graduação em libras; Docente da rede pública municipal de São Roque, SP.

⁽³⁾ Docente do Instituto Federal de São Paulo campus São Roque; Especialista em Gestão Pública, Mestranda em Agroecologia e Desenvolvimento Rural pela UFSCar.

(Recebido em: 15 set. 2014; aceito em: 13 out. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

A educação ambiental tem como forte apelo mostrar o conhecimento auxiliar que próximas gerações tenham condições de habitabilidade prática e intelectual. Para isso, devemos considerar a herança de modelos tecnológicos que estabeleçam essa dinâmica de aprendizagem entre os elementos homem e natureza em um relacionamento mutualístico. A problemática da sustentabilidade assume um papel central na reflexão em torno das dimensões socioeconômicas e ambientais do desenvolvimento e das alternativas que se configuram (REIGOTA, 2009).

Não basta preparar o indivíduo para transformar a natureza e o meio em benefício da sua espécie. É necessário entender a dinâmica do meio ambiente e se sentir parte desse meio. A educação ambiental visa despertar esse olhar, sempre considerando a realidade cultural e social desse aluno. Para os deficientes, essa educação deve apresentar metodologias próprias que possam aproximar as grandes questões ambientais do seu cotidiano.

Este envolvimento não se estabelece de fácil articulação e nem em curto prazo, mas ao longo de um processo de práticas contínuas de ensino-aprendizagem. Deve-se envolver não só profissionais da educação, mas também todos os demais profissionais e sociedade como um todo. Por trás desta ideia

está o desenvolvimento de práticas que valorizem a cooperação, dinâmica de grupo, trabalho em grupo, igualdade de direitos, autonomia, democracia e participação, para que se torne um processo de treinamento concomitante que envolva a todos. De fato e de forma significativa cria-se um ambiente mais democrático, onde cada um será estimulado a contribuir, visando a trabalhar as dificuldades e áreas individuais em que o aluno mais se destaca. É preciso notar que a surdez traz outros olhares e sensações para os deficientes, diferentes das sensações que os ouvintes têm.

Muitas das dificuldades do desenvolvimento de uma metodologia própria vêm do descrédito dos profissionais da educação quanto a linguagem de sinais. É interessante observar que nas experiências mais avançadas relatadas pelas escolas que atendem a surdos, a resistência que ainda persiste em relação à língua de sinais está relacionada com a interação científica. Os profissionais não acreditam que através da língua de sinais seja, de fato, possível discutir os avanços científicos e tecnológicos que cabem à escola trabalhar. Assim, delega-se à escrita o papel de assumir tal função. Mais uma vez, perpassa-se a sobreposição do português (língua da maioria) à língua de sinais, como aconteceu ao longo da história da educação de surdos (ALBRES, 2005). No entanto, essa situação reflete muito mais uma realidade relacionada com o ensino da língua portuguesa no ensino regular que não deixa de ser frassado da mesma forma, observando-se, é claro, suas peculiaridades.

Um ambiente propício para discutir questões ambientais é o escolar, em que ocorrem atividades práticas ou teóricas relacionadas ao ensino-aprendizagem e ligados à agroecologia. A reutilização de materiais recicláveis e desenvolvimento e manutenção de hortas suspensas (vertical ou horizontal), aproveitando poucos espaços, é uma das formas mais utilizadas recentemente pelos profissionais da área, já que na maioria das vezes promovem a poluição em nível de solo e também de saúde pública.

O conceito de educação ambiental não pode se configurar em apenas uma definição, portanto sendo pluridimensional em múltiplas abordagens, por possuir vários caminhos e elementos importantes para uma relação mútua entre ser humano e natureza. Mesmo a educação ambiental possuindo uma multiplicidade de conceitos, práticas e metodologias, é possível haver uma interação entre essas diversas abordagens, considerando a educação ambiental como crítica, na busca de uma compreensão entre as inter-relações sociedade/natureza, com a alternativa de uma interferência nos conflitos ambientais, motivando uma solução mais ética dos problemas ambientais.

Garrafas PET que são jogadas nos rios, riachos, praças e vias públicas (servindo inclusive como abrigo para algumas espécies de roedores e outros animais vetores de doenças) podem ser utilizadas para outros propósito. Quando reutilizado, esse material apresenta-se como importante aliado à conservação de um ambiente limpo e saudável.

Assim, é preciso realmente discutir os avanços relacionados com a formação dos profissionais para, então, trabalhar o desenvolvimento de métodos próprios de educação ambiental voltados para esse público. Na tentativa de levantar esse debate, o projeto em que se baseou este artigo visa a discutir a educação ambiental a partir de um objeto concreto: lixo e seu reuso. E, para justificar esse reuso com um alto grau de compreensão, utilizamos as hortas verticais, uma vez que essas produzem alimentos a partir da valorização dos materiais que anteriormente poderiam ser considerados lixo. Neste contexto, a discussão de educação ambiental amplia-se para a discussão sobre descarte do lixo, efeitos da poluição, formas de produção de alimentos, efeitos dos sistemas agrícolas sobre o meio ambiente, alimentação saudável, polinizadores, uso racional da água, poluição do solo e por aí vai. É possível, a partir da visualização das hortas, incentivar o debate de diversos assuntos.

2 Materiais e métodos

A revisão de literatura foi o método escolhido para a elaboração deste artigo. Muitos autores têm trabalhos de referência dentro da discussão de metodologias de aprendizagem destinadas para a comunidade surda. Assim, elegemos como fontes primárias e objetos de análise os documentos oficiais que foram construídos para direcionar a educação de surdos em âmbito Federal, quais sejam: Brasil (1979), Brasil (1997) e Brasil (2003).

Também foram realizadas pesquisas para a verificação de trabalhos que unissem as metodologias de ensino para surdos com a discussão da questão ambiental.

3 Resultados

Os documentos apresentados trabalharam práticas similares dentro do ambiente pedagógico, estabelecendo e aprimorando dinâmicas de ecodesenvolvimento para inclusão de crianças e jovens especiais, considerando a importância dos temas transversais. Contudo, é importante citar que a pesquisa não informou a descrição de uma metodologia específica de educação ambiental voltada a deficientes auditivos, enfatizando o envolvimento da comunidade surda para com as discussões que ocorrem no ambiente escolar. Sendo assim, este processo requer determinado tempo para adaptação acerca da aprendizagem das técnicas, com aulas dinâmicas, práticas e teóricas com alunos e familiares.

Durante a pesquisa, foram encontrados poucos trabalhos específicos de educação ambiental para surdos. Muitos trabalhos tratam do ecodesenvolvimento para crianças com deficiência. Os autores relatam que familiares e professores observaram um impacto interessante em seus costumes e interesses em relação às plantas, alimentação e higiene, levando para suas residências, onde começaram a adquirir hábitos de limpeza da casa e higiene pessoal, e no centro e bairros de onde moram, apanhando as folhas secas das plantas e colocando próximo ao caule da mesma para servir como adubo, reciclagem de plástico, papel e resíduos da cozinha, e principalmente seu rendimento em sala de aula com mais afeto de companheirismo com o próximo e cooperativismo, logo mostrando a eficiência de um trabalho bem feito pela equipe envolvida (ROCHA & REIS, 2009).

A escola é o espaço social e o local onde o estudante dará sequência ao seu processo de socialização. O que nela se faz, se diz e se valoriza representa um exemplo daquilo que a sociedade deseja e aprova. Comportamentos ambientalmente corretos devem ser aprendidos na prática, no cotidiano da vida escolar, contribuindo para a formação de cidadãos responsáveis (FREITAS, 2011). Com base nisto, Mrech (2014) trata da escola inclusiva como propiciadora da ampliação do acesso dos alunos a sala de aula, a capacitação dos professores, lembrando que toda criança tem seu desenvolvimento característico que não a torna mentalmente incapaz.

Dentro dos objetivos tratados na Carta de Belgrado, vemos que a Educação Ambiental é o tipo de temática transversal e inclusiva, seja social ou escolar, e que objetiva realmente formar o cidadão para ações futuras. Com isso, vemos a estrita necessidade de não somente incluir, mas fazer valer o que vem a ser falado como Educação Ambiental e Educação de Surdos.

O resultado de uma sociedade justa é a construção de uma consciência ambiental inclusiva reconhecendo e respeitando as diferenças, assumindo, assim, LIBRAS um grande papel na comunicação e viabilizando toda comunicação e interação, instituindo, ainda, a personalidade do indivíduo. LIBRAS é a língua principal para os surdos; por que não respeitar isso e tornar mais fácil a interação social da comunidade surda em geral? Curricularizar LIBRAS não é tão somente importante como necessário, assim como Educação Ambiental.

4 Considerações finais

O artigo identificou a ausência de materiais específicos para a discussão da educação ambiental para surdos, e o entendimento de quão esse aspecto é importante para que se avance na discussão ambiental dentro do todo o espectro social. Com base nos materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, houve o fomento de diversas discussões dentro do Núcleo de Estudos em Meio Ambiente do Instituto Federal de São Paulo, campus São Roque, culminando na aprovação de um projeto para a realização de momentos que pudessem contribuir com a proposta de uma metodologia de ensino da educação ambiental para a comunidade surda.

Assim, a partir da horta vertical, iremos (juntamente com demais professores e discentes) realizar uma oficina piloto que possa nos ajudar a testar uma metodologia pensada teoricamente na prática, com a participação de deficientes com surdez profunda e professores voluntários com domínio em

LIBRAS. Iremos dialogar acerca dos diversos aspectos que a horta vertical criada a partir de materiais recicláveis pode levantar, sempre respeitando e valorizando as especificidades da relação do surdos com o meio ambiente.

Referências

ALBRES, N. A. *Educação para surdos no Brasil no final da década de 70 até 2005*: análise de documentos referenciadores. Dissertação de mestrado. Campo Grande: UFMS, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Centro Nacional de Educação Especial – CENESP. *Proposta curricular para deficientes auditivos*. Brasília, DF: MEC, 1979.

_____. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Especial. *Educação de surdos*. Brasília: MEC/SEESP, 1997.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Programa Nacional de Apoio à educação de Surdos. *A educação dos surdos: Língua Brasileira de Sinais*. Brasília: MEC/SEESP, 2003 (2 vol.).

FREITAS C. E. Educação Ambiental: Construindo cidadania, 2011. Disponível em: <<http://www.cened cursos.com.br/educacao-ambiental-construindo-cidadania.html>>; acesso em: 25 ago. 2014.

MRECH, L. M. *O que é educação inclusiva?*, 2014. Disponível em: <<http://www.inclusao.com.br/>>; acesso em: 27 ago. 2014.

REIGOTA, M. *O que é educação ambiental*. 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

ROCHA, G. Y; REIS, L. S. *O ecodesenvolvimento promove a inclusão de crianças e jovens especiais*. Alagoas: s.ed., 2009.

Como citar este artigo científico (revisão)

DIAS, E.; COSTA, B.; MOTTA, V. D. Metodologia de educação ambiental para deficientes auditivos: um processo de inclusão. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 51-54. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

DETERMINAÇÃO QUALITATIVA DE ENZIMAS DETERIORATIVAS CATALASE E PEROXIDASE EM ALCACHOFRAS PROVENIENTES DA CIDADE DE SÃO ROQUE – SP

QUALITATIVE DETERMINATION OF SPOILAGE ENZYMES CATALASE AND PEROXIDASE IN ARTICHOKE FROM SAO ROQUE, SAO PAULO STATE, BRAZIL

Antony Isidoro ⁽¹⁾
Vania Battestin ⁽²⁾

Resumo. A alcachofra (*Cynara scolymus* L.) é uma flor exótica e comestível, originária da Etiópia e do Egito, apreciada na Europa Mediterrânea e que conquistada cada vez mais o paladar dos brasileiros. Das pétalas, consome-se a parte mais carnuda, e os talos também podem ser aproveitados. A alcachofra apresenta grande quantidade de enzimas que causam alterações de sabor e cor dessa flor quando processada. As principais enzimas responsáveis por alterações organolépticas em alimentos são a polifenoloxidase, catalase e peroxidase. As peroxidases são enzimas oxidativas que causam mudanças deteriorativas na cor, aroma, gosto e textura de frutas e vegetais. A catalase e a peroxidase são enzimas altamente termorresistentes, e por isso o alimento deve passar por um processamento térmico adequado para que possamos inativá-las. O objetivo desse trabalho foi determinar qualitativamente a presença de enzimas deteriorativas (catalase e peroxidase) na alcachofra provenientes da cidade de São Roque e realizar o processamento térmico como teste de inativação enzimática. Os testes de reação enzimática foram realizados utilizando guaiacol e peróxido de hidrogênio como indicadores da presença dessas enzimas. O teste de inibição da peroxidase e catalase da alcachofra foi realizado em banho-maria a temperatura de 100°C. Observou-se que as enzimas catalase e peroxidase estão presentes em maior concentração no coração da alcachofra, seguido pelo talo e por último pelas pétalas intermediárias. Pode-se concluir também que quatro minutos de processamento térmico em água a temperatura de ebulição é suficiente para inativar a atividade de ambas as enzimas.

Palavras-chave: Alcachofra; peroxidase; catalase.

Abstract. The artichoke (*Cynara scolymus* L.) is an exotic and edible flower, originating in Ethiopia and Egypt, appreciated in Europe Mediterranean and conquering more and more palate of Brazilians. The petals, is consumed the most fleshy part, and the stems can also be used. The artichoke presents large amount of enzymes that cause changes of flavor and color of this flower when rendered. The major enzymes responsible for organoleptic changes in foods are the polifenoloxidase, catalase and peroxidase. The peroxidases are oxidative enzymes that cause spoilages changes in color, aroma, taste and texture of fruits and vegetables. The catalase and peroxidase enzymes are highly heat resistant, and food should go through a proper heat processing so that we can them inactive. The objective of this work was to determine qualitatively the presence of spoilage enzymes (catalase and peroxidase) in artichoke from São Roque city and perform thermal processing and enzymatic inactivation test. The enzymatic reaction tests were conducted using guaiacol and hydrogen peroxide as indicators of the presence of these enzymes. The inhibition test of peroxidase and catalase of artichoke was carried out in a water bath at a temperature of 100°C. It was observed that the enzymes catalase and peroxidase are present in high concentration in the heart of the artichoke, followed by the stem and finally by intermediate petals. It can be concluded that four minutes of thermal processing in water at boiling temperature is sufficient to inactivate the activity of both enzyme.

Keywords: Artichoke; peroxidase; catalase.

⁽¹⁾ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus São Roque.

⁽²⁾ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus São José dos Campos.

(Recebido em: 05 set. 2014; aceito em: 30 set. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

A história da alcachofra (*Cynara scolymus* L.) como alimento remonta ao Império Romano, quando passou a frequentar as mesas e suas propriedades nutritivas e medicinais foram descobertas. É cultivada no mundo todo, destacando-se a Europa, podendo citar como grandes produtores a Itália, Espanha e França. No Brasil, um dos estados que mais produzem essa planta é São Paulo, destacando-se os municípios de Piedade, Ibiúna, São Roque e Capão Bonito. Apesar de que a colheita se dá melhor

em climas mais frios, a planta se adapta bem a ambientes quentes e solos argilo-silicosos (DI GIULIO, 2004).

Em 100g de alcachofra se encontram vitaminas do complexo B, vitaminas A e C, potássio, cálcio, fósforo, iodo, magnésio, sódio, zinco, manganês e ferro, entre outros nutrientes. Ela auxilia a digestão, estimula o fluxo biliar e melhora as funções do fígado, graças à ciarina, uma substância encontrada na planta. Apresenta funções diurética, estomáquica, laxativa, hipoglicemiante e depurativa. É indicada, portanto, a pessoas com diabetes e hepatite (DI GIULIO, 2004). A parte mais saborosa da flor é o coração ou fundo, bastante usado na produção de conservas e para a preparação de vários pratos. Das pétalas, consome-se a parte mais carnuda, e os talos também podem ser aproveitados. São quatro as variedades mais encontradas no mercado: violeta de proença, roxa de são roque, verde lion e verde grande da Bretanha. A mais consumida no Brasil é a roxa de são roque (DI GIULIO, 2004).

As folhas da alcachofra são utilizadas na medicina fitoterápica e são reconhecidas por seus benefícios desde tempos remotos, incluindo a circulação sanguínea, inibição da biossíntese do colesterol e oxidação do LDL colesterol, além de apresentar atividade antibacteriana, antifúngica e antioxidante. Possui ainda possui forte efeito hepatoprotetor (FRATIANNI *et al.*, 2007). O extrato das folhas de alcachofra é utilizado na medicina popular contra doenças do fígado; para o tratamento de hepatite e hiperlipidemia na medicina tradicional Europeia; para exercer um efeito hepatoprotetor; para o preparo de chás ou produtos medicinais (que agem, por exemplo, contra psoríase, doenças das vias biliares e hepáticas, colesterol, diabetes, icterícia, anemia, hipertensão e debilidade cardíaca, entre outros); no tratamento de disfunções hepatobiliares e problemas digestivos, como a perda de apetite, náusea e dores abdominais; em vários sistemas farmacológicos: antibacteriano, antioxidante, anti-HIV, hepatoprotetor, urinário e atividade colesterolêmica e tem a habilidade de inibir a biossíntese do colesterol e a oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL); inibir o estresse oxidativo gerado por espécies reativas do oxigênio nos leucócitos humanos (DOGAN *et al.*, 2005). Todas essas propriedades fazem da alcachofra um alimento importante para a indústria.

A alcachofra mesmo quando armazenada sob refrigeração pode desenvolver cor e odor indesejáveis, além de perdas nutricionais devido ao escurecimento enzimático, que se dá pela seguinte reação (Fig. 1):

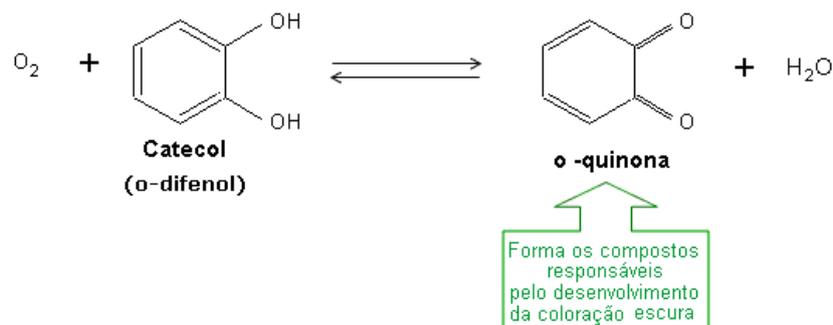


Figura 1: Reação que provoca o escurecimento enzimático.

Essa reação é catalisada por uma enzima presente naturalmente na planta, ou seja, uma enzima endógena: a polifenoloxidase (PPO), cujo centro ativo contém o cobre (ARAÚJO, 2004). Somado a isso, várias outras enzimas podem estar associadas ao aparecimento de cor escura e alterações de sabor e odor desagradáveis, como por exemplo, as enzimas peroxidase e catalase.

A peroxidase é muito resistente à inativação, está presente em todos tecidos vegetais e pode ser determinada por métodos colorimétricos simples e sensíveis. É usada como indicador da inativação das enzimas deteriorativas, ou seja, se a peroxidase foi inativada outras enzimas deteriorativas também foram. Portanto, branqueamento ou outros tratamentos térmicos são considerados adequados quando a peroxidase é inativada (MACEDO *et al.*, 2005).

A peroxidase catalisa uma reação em que uma molécula age como acceptor de hidrogênio (por exemplo, de peróxido de hidrogênio), e outra como doador de hidrogênio (por exemplo, de guaiacol), formando compostos que alteram as características organolépticas do produto ou matéria-prima, conforme a seguinte fórmula (MAIA & MONTEIRO, 2011) (Fig. 2):

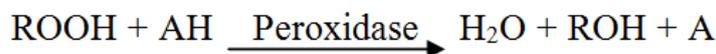


Figura 2: Fórmula geral representando a ação da peroxidase.

Sendo: ROOH, acceptor de hidrogênio; AH, doador de hidrogênio; ROH e A, produtos que alteram as características do vegetal. O peróxido pode ser peróxido de hidrogênio ou peróxido orgânico como metil ou etil hidrogênio peróxido. Na reação o peróxido é reduzido enquanto que o doador de elétrons pode ser ácido ascórbico, fenol amina ou outro composto orgânico. Em muitos casos o produto de oxidação é colorido e serve como base para determinação colorimétrica da atividade de peroxidase. O reagente comumente utilizado para a determinação de peroxidase é o guaiacol e peróxido de hidrogênio (MACEDO *et al.*, 2005; GENARO *et al.*, 2014)).

As catalases ou hidrogênio-peróxido-óxido redutases catalisam a reação em que uma molécula de peróxido de hidrogênio (conhecida popularmente como água oxigenada) atua como doador e outra molécula, da mesma substância, como acceptor de átomos de hidrogênio, com a formação de água e oxigênio (MACEDO *et al.*, 2005), da seguinte maneira (Fig. 3):

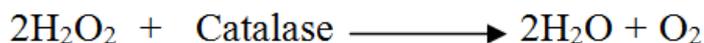


Figura 3: Decomposição do peróxido de hidrogênio com a ação da catalase.

São poucos os estudos que tratam da identificação de enzimas deteriorativas presentes na alcachofra. Através deste projeto de pesquisa, este estudo passa a ser precursor de uma nova e importante linha de pesquisa dentro IFSP campus São Roque. Este estudo pioneiro vem a agregar valor à alcachofra do ponto de vista técnico, além disso, contribuir para o desenvolvimento tecnológico da região já que trata de uma iguaria consumida e cultivada na cidade de São Roque e região.

Este trabalho visa a determinar qualitativamente a presença de enzimas deteriorativas (catalase e peroxidase) na alcachofra provenientes da cidade de São Roque – SP e realizar o processamento térmico como teste de inativação das enzimas.

2 Materiais e métodos

2.1 Amostras de alcachofra

Foram utilizados botões de alcachofra roxa de São Roque *in natura* adquiridas diretamente dos supermercados locais de São Roque (São Paulo, Brasil) entre os meses de agosto e outubro de 2013. Os experimentos foram realizados no laboratório de Bioquímica de Alimentos do IFSP campus São Roque.

2.2 Limpeza das amostras

Os botões de alcachofra *in natura* foram lavados em água corrente. Em seguida, as pétalas externas não comestíveis foram removidas manualmente, os talos e as pontas dos botões foram cortados a cerca de 1cm da extremidade.

2.3 Determinação qualitativa da catalase na alcachofra

Retiraram-se seis pequenas amostras diferentes de uma alcachofra (dois pedaços de pétalas, dois do caule e dois do coração), fazendo dois cortes paralelos em cada amostra. Colocou-se a parte

central em tubos de ensaio contendo 5mL de H_2O_2 0,1M. Se ocorresse desprendimento de oxigênio das amostras de alcachofra o resultado de teste é positivo.

2.4 Determinação qualitativa da peroxidase na alcachofra

Retiraram-se novamente seis amostras de alcachofra (duas pétalas, dois pedaços do caule e dois pedaços do coração), fazendo dois cortes paralelos. Utilizou-se a parte interna das amostras para o teste. Colocou-se cada amostra sobre uma placa de Petri e adicionou-se 3 gotas de solução 0,2% de guaiacol em etano 50%. Colocou-se 3 gotas de H_2O_2 0,1M. Verificou-se a presença de coloração marrom (tetraguaiacol), indicativo de teste positivo.

2.5 Teste de inibição das enzimas

Colocou-se dez pétalas intermediárias em um béquer com água a temperatura de ebulição (100°C). A cada período de dois minutos retiravam-se duas pétalas da água. Das duas pétalas retiradas a dois minutos de processamento térmico uma foi cortada para que fosse utilizada uma amostra em tamanho reduzido, a qual foi colocada em um tubo de ensaio contendo H_2O_2 0,1M; a outra foi mantida inteira em uma placa de Petri, nela pingaram-se três gotas de solução 0,2% de guaiacol em etano 50%, e depois 3 gotas de H_2O_2 0,1M. O mesmo foi feito para as pétalas retiradas a quatro, seis, oito e dez minutos da água fervente. Verificou-se a liberação de oxigênio ou a formação de coloração marrom (tetraguaiacol) nas amostras, o que indicaria que as enzimas catalase e peroxidase, respectivamente, ainda estariam em atividade.

3 Resultados

A reação catalisada pela enzima catalase tem como efeito a liberação de bolhas de ar. Isto ocorre porque a reação consiste na transformação de água oxigenada (H_2O_2) em água e gás oxigênio ($H_2O + O_2$). Para a alcachofra que não passou por tratamentos térmicos, as diferentes amostras apresentaram concentrações diferentes de catalase, pois formaram quantidades diferentes de bolhas nas diferentes partes do vegetal. As partes da alcachofra que liberaram mais bolhas foram as do coração da alcachofra, e as amostras que liberaram menos bolhas foram as das pétalas. Dessa forma, conclui-se que no coração da alcachofra há uma grande quantidade da enzima catalase.

Já na reação catalisada pela peroxidase, o guaiacol reage formando um composto escuro no alimento, o tetraguaiacol (Tab. 1).

Tabela 1: Atividade das enzimas catalase e peroxidase nas diferentes partes comestíveis da alcachofra.

Enzimas	Pétala	Talo	Coração
Catalase	+	++	+++
Peroxidase	+	++	+++

Legenda: - Sem atividade enzimática; + Baixa atividade enzimática; ++ Atividade enzimática moderada; +++ Alta atividade enzimática.

No caso da alcachofra que passou pelo tratamento térmico (teste de inibição das enzimas), a única amostra de pétala que, ao entrar em contato com a água oxigenada, liberou bolhas de gás oxigênio foi aquela que permaneceu na água fervente durante dois minutos. O mesmo ocorreu no teste de inibição da peroxidase, ou seja, a pétala que permaneceu no tratamento térmico durante dois minutos foi a única em que o composto de coloração escura se manifestou. A partir de 4 minutos a temperatura de 100°C a enzimas catalase e peroxidase foram inativadas (Tab. 2).

Tabela 2: Teste de inibição das enzimas catalase e peroxidase na alcachofra em tratamento térmico (100°C) durante diferentes períodos de tempo.

Enzimas	Tempo de processamento térmico de amostras da alcachofra em água fervente, e atividade das enzimas após o processamento				
	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min
Catalase	+	-	-	-	-
Peroxidase	+	-	-	-	-

Legenda: - Sem atividade enzimática; + Baixa atividade enzimática; ++ Atividade enzimática moderada; +++ Alta atividade enzimática.

4 Considerações finais

As enzimas catalase e peroxidase estão presentes em maior concentração no coração da alcachofra, seguido pelo talo e por último pelas pétalas intermediárias. Podemos constatar isto ao analisar a quantidade de bolhas de oxigênio liberadas por cada uma das amostras (no caso da catalase), e pela intensidade do composto escuro formado (no caso da peroxidase).

Essas enzimas são muito importantes de serem identificadas, pois alteram de forma negativa a qualidade dos alimentos in natura. Uma vez que essas enzimas são identificadas em alimentos, existem formas de inibir sua atividade, de modo a impedir determinadas alterações organolépticas indesejáveis.

O resultado mostrou que as amostras do coração da alcachofra apresentaram maior concentração da enzima, pois escureceram mais, enquanto as pétalas apresentaram uma concentração menor, isso pode ser observado na Tab. 1.

Pode-se concluir também que quatro minutos de processamento térmico em água a temperatura de ebulição (aproximadamente 100°C) é suficiente para inativar a atividade de ambas as enzimas, pois as amostras que ficaram dois minutos em água fervente ainda apresentavam enzimas com atividade, apesar de ser baixa; porém, as amostras que ficaram em água fervente durante quatro minutos ou mais não apresentaram atividade enzimática de catalase e peroxidase. Outro fato importante de se ressaltar é que o processamento térmico das amostras da alcachofra não causou alterações consideráveis na sua textura. Com isso pode-se afirmar que, industrialmente, poderia ser realizado o processamento térmico em água fervente durante quatro minutos para inativação das enzimas, pois seria um método eficaz e que não traria efeitos negativos. Em estudos futuros será muito importante avaliar a atividade dessas enzimas de forma quantitativa na alcachofra.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo e ao CNPq pelo auxílio financeiro (bolsa de Iniciação Científica).

Referências

ARAÚJO, J. M. A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004.

DI GIULIO, G. Falta pesquisa para aumentar produção de alcachofra no Brasil. *Ciência e Cultura*. v. 56, n. 2, p. 13-14, 2004.

DOGAN, S.; TURAN, Y.; ERTÜRK, H.; ARSLAN, O. Characterization and purification of polyphenol oxidase

from artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal Agricultural and Food Chemistry*, n. 53, p. 776-785, 2005.

FRATIANNI, F.; TUCCI, M.; DE PALMA, M.; PEPE, R.; NAZZARO, F. Polyphenolic composition in different parts of some cultivar of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.). *Food Chemistry*, n. 104, p. 1282-1286, 2007.

GENARO, P.; BRAG, A.; FERDINANDO, B.; GUIDO, S. Purification of recombinant catalase-peroxidase HPI from *E. coli* and its application in enzymatic polymerization reactions. *Applied microbiology and biotechnology*, v. 98, p. 1119 -1126, 2014.

MACEDO, G. A.; PASTORE, G. M.; SATO, H. H.; PARK, Y. G. K. *Bioquímica experimental de alimentos*. s.l.: Editora Varela, 2005.

MAIA, T. P.; MONTEIRO, J. I. L. Catalase e peroxidase: dois nomes para a mesma enzima ou duas enzimas diferentes? *Anais e Resumos*. Seminário de Iniciação Científica da UFPA, Belém, v. 22, n.1, 2011.

Como citar este relato de experiência

ISIDORO, A.; BATTESTIN, V. Determinação qualitativa de enzimas deteriorativas Catalase e Peroxidase em alcachofras provenientes da cidade de São Roque – SP. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 55-60. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

UTILIZAÇÃO DE *TRADESCANTIA* PARA AVALIAR O POTENCIAL MUTAGÊNICO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

USE OF *TRADESCANTIA* TO ASSESS THE MUTAGENIC POTENTIAL OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS

Renata Samara da Silva Venâncio ⁽¹⁾

Guilherme Dilarri ⁽²⁾

Carolina Rosai Mendes ⁽²⁾

Amarildo Otavio Martins ⁽³⁾

Resumo. Ao longo dos anos são liberados uma grande quantidade de poluentes atmosféricos em diversas concentrações. Tais poluentes são responsáveis por gerar diversos danos ao meio ambiente e a saúde das pessoas, como por exemplo, o aumento da frequência de tumores. Por isso, é importante o biomonitoramento para avaliar o potencial genotóxico da poluição atmosférica. O teste do micronúcleo em *Tradescantia* permite identificar a sensibilidade da planta a um poluente genotóxico. O presente estudo teve o objetivo de levantar na literatura acadêmica, através do teste do micronúcleo em *Tradescantia*, o potencial mutagênico de poluentes atmosféricos em locais com tráfego variado de veículos. Com base na revisão de literatura é possível concluir que *Tradescantia pallida* é um ótimo bioindicador, devido à alta sensibilidade a poluentes atmosféricos com poder genotóxico, o que pode ser uma ferramenta para avaliar os riscos a saúde humana em locais com elevados índices de poluentes atmosféricos.

Palavras-chave: Bioindicador; genotóxico; teste do micronúcleo.

Abstract. Over the years a large amount of pollutants in varying concentrations are released. Such pollutants are responsible for generating various kinds of damage to the environment and human health, such as increased frequency of tumors. For this reason, it is important to biomonitor to assess the genotoxic potential of air pollution. The micronucleus test in *Tradescantia* allows identification of the sensitivity of the plant to a genotoxic pollutant. The present study was designed to assess the academic literature, through the micronucleus test in *Tradescantia*, the mutagenic potential of air pollutants in locations with varying vehicle traffic. Based on the literature review we conclude that *Tradescantia pallida* is a great bioindicator due to high sensitivity to air pollutants with genotoxic power, which can be a tool to assess the risks to human health in areas with high levels of air pollutants.

Keywords: Bioindicator; genotoxic; micronucleus test.

⁽¹⁾ Mestranda em Biotecnologia e Monitoramento Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar campus Sorocaba.

⁽²⁾ Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar campus Araras.

⁽³⁾ Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar campus Araras; e-mail: amarildo.martins@pq.cnpq.br

(Recebido em: 05 set. 2014; aceito em: 30 set. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

Ambientes urbanos são áreas sob constante atividade humana, em conjunto com altos índices populacionais, polos industriais, centros comerciais e fragmentos de vegetações. Assim são liberados em variáveis concentrações uma grande quantidade de poluentes, sendo as principais fontes de poluentes atmosféricos as indústrias, usinas termoeletricas, incineradores de lixo, calefação doméstica e o tráfego de automóveis (KLUMPP *et al.*, 2001). É incontestável que o avanço tecnológico trouxe enormes benefícios à vida da população, mas esse desenvolvimento está interligado a crescente exposição da humanidade aos agentes tóxicos, de natureza física ou química, capazes de causar danos à saúde do homem e de todos os seres vivos presentes no planeta.

Dentre os poluentes atmosféricos emitidos em áreas urbanas, os mais significativos são dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), compostos orgânicos como benzeno ou hidrocarbonetos (HC) e material particulado (MP) (MONARCA *et al.*, 1999). Os compostos fotoquímicos

(ozônio) e materiais particulados apresentam uma grande importância devido ao aumento do tráfego de automóveis (KLUMPP *et al.*, 2001).

Misturas de poluentes atmosféricos nos centros urbanos geram preocupação pública, pois são responsáveis por possíveis efeitos mutagênicos, assim altas concentrações de poluentes coloca em risco a saúde humana e geram danos a flora e a fauna (KLUMPP *et al.*, 2001). A contaminação do ar atmosférico é responsável por doenças respiratórias, câncer de pulmão e disfunções cardiovasculares (BRUNEKREEF & HOLGATE, 2002). Os efeitos oriundos desses poluentes dependem também do período de exposição, clima, estado nutricional, predisposição, idade e impacto simultâneo de outros poluentes.

Devido aos grandes efeitos negativos oriundos da poluição atmosférica há a necessidade de ampliar os estudos com esses efeitos toxicológicos, para que seja possível saber quais são as melhores medidas corretivas que podem ser iniciadas, evitando danos ao ser humano e ao meio ambiente. Para detectar esses efeitos de poluentes atmosféricos sobre os seres vivos é realizado o biomonitoramento ambiental, uma metodologia muito efetiva para esse tipo de estudo, sendo necessário o uso de bioindicadores, que são os organismos expostos aos agentes tóxicos.

O uso de bioindicadores é para complementar o uso de métodos físico-químicos para avaliar as concentrações dos poluentes, fornecendo informações adicionais referentes aos efeitos sobre organismos vivos (KLUMPP *et al.*, 2001).

As plantas, de maneira geral, são mais sensíveis às poluições que os animais, por isso estudos sobre os efeitos dos poluentes em plantas fornecem informações importantes para os programas de controle da poluição atmosférica (ALVES *et al.*, 2001). As respostas das plantas aos poluentes podem ser em níveis microscópicos ou macroscópicos, como cloroses, necroses, queda foliar e diminuição no crescimento como é descrito por Alves e colaboradores (2001), Andrade Júnior e colaboradores (2008) e Mariani e colaboradores (2008).

Dentre os bioindicadores utilizados para avaliar o potencial mutagênico de poluentes atmosféricos em plantas, destaca-se o teste de micronúcleo. Esse teste foi usado pela primeira vez em experimentos *in vitro* com raiz de *Vicia faba*, atualmente é aplicado em estudos com *Allium cepa* e *Tradescantia* spp visando ao monitoramento ambiental (MAJER *et al.*, 2001). O teste do micronúcleo é considerado uma metodologia muito eficiente por muitos pesquisadores devido a sua simplicidade, e a sensibilidade da planta à exposição aos genotóxicos (GUIMARÃES *et al.*, 2000).

O presente estudo teve como objetivo levantar na literatura acadêmica, através do teste de micronúcleo em *Tradescantia* (Trad-MCN), o potencial mutagênico de poluentes atmosféricos em locais com tráfego variado de veículos.

2 Materiais e métodos

Foram levantados estudos publicados na literatura acadêmica relacionado ao monitoramento ambiental através de bioindicadores via teste Trad-MCN. Os critérios de inclusão da literatura bibliográfica nesta revisão foram estudos experimentais e observacionais de autores referentes ao tema abordado publicados durante o período compreendido de Janeiro de 1995 até Dezembro de 2013.

Utilizou-se como base a metodologia da revisão sistemática da literatura (RSL), que busca a integração da formação acadêmica produzida em diferentes locais, situações e por diferentes grupos de pesquisa, possibilitando o conhecimento das evidências científicas existentes na área (GREENHALGH, 1997).

3 Resultados

3.1 Análise do levantamento bibliográfico

Ao se analisar o levantamento bibliográfico realizado neste trabalho por meio da metodologia RSL, pode se destacar os tópicos de principal importância dos estudos de Trad-MCN com o objetivo de realizar o monitoramento ambiental. Sendo esses tópicos os principais temas e problemas abordados nos trabalhos realizados nos últimos dezoito anos. Apesar das singularidades de cada trabalho pode-

se analisar e abordar os respectivos temas: Poluentes atmosféricos e toxicidade em plantas, bioindicadores utilizados para o monitoramento ambiental, biomonitoramento e bioensaios genotoxicológicos.

3.2 Poluentes atmosféricos

Ao longo dos anos a população mundial aumenta cada vez mais nas grandes metrópoles, contribuindo para o progresso econômico e tecnológico, mas esse desenvolvimento provoca inúmeras consequências ambientais, como por exemplo, a contaminação do ar por vários poluentes, oriundos principalmente da queima de combustíveis fósseis (HAN & NAEHER, 2006).

Segundo a Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/1990, poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar inconveniente ao bem-estar público, impróprio, nocivo ou ofensivo à fauna e a flora, portanto é qualquer substância presente na atmosfera em concentração capaz de gerar efeitos nocivos nos seres vivos.

Em áreas com grande concentração de habitantes, são encontrados dois tipos de fontes de emissão de poluentes atmosféricos: móvel (frota de veículos automotores) e estacionária (atividades industriais) (CETESB, 2002).

Os poluentes atmosféricos são classificados em duas categorias: poluentes primários (emitidos diretamente pelas fontes) e poluentes secundários (formados por reações químicas entre poluentes primários e outros compostos atmosféricos) (CETESB, 2013).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2013) estabelece os seguintes indicadores da qualidade do ar:

- Partículas totais em suspensão (PTS): São materiais sólidos ou líquidos suspensos no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, com dimensões inferiores a 100µm. Sua composição é variada, incluindo metais pesados. São produzidas por indústrias, veículos, suspensão do solo, queimadas;
- Material particulado ou partículas inaláveis (MP10): Material sólido ou líquido suspenso no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, com dimensões inferiores a 10 µm. Produzidos nos processos de combustão industriais e veiculares;
- Dióxido de enxofre (SO₂): É um gás incolor e com forte odor, proveniente das emissões vulcânicas, sendo liberado por ação antrópica através da combustão de carvão, gás e petróleo. Apresenta um tempo de vida longo e pode ser transportado à longas distâncias, sendo um dos responsáveis pela formação de chuva ácida (FREEDMAN, 1995). O principal responsável pelas doenças respiratórias provocadas por poluentes atmosféricos e pelo agravamento de doenças cardíacas;
- Dióxido de nitrogênio (NO₂): Gás marrom avermelhado, de odor forte e irritante. Pode levar à formação do ácido nítrico, nitratos e compostos orgânicos tóxicos. É produzido na combustão veicular, em processos industriais e de incineração, em condições de temperaturas elevadas. Aumenta a ocorrência de infecções respiratórias e provoca danos à vegetação, devido à formação de chuva ácida;
- Monóxido de carbono (CO): Gás incolor, inodoro, insípido, formado na combustão incompleta em veículos. Forma o dióxido de carbono, na presença de oxigênio molecular, que contribui com o “efeito estufa”, elevando as temperaturas do planeta;
- Ozônio (O₃): É um gás azulado, com odor característico, altamente reativo e o principal componente da névoa fotoquímica, através de ação antrópica é produzido fotoquimicamente na presença da luz solar sobre os óxidos de nitrogênio e os compostos orgânicos voláteis, apresentando tempo de vida curto (FREEDMAN, 1995). Provoca irritação dos olhos e das vias respiratórias, além de causar danos a vegetação.

Todos os estudos e trabalhos abordados demonstram a importância e preocupação com a qualidade do ar. Um dos principais motivos da preocupação com a qualidade do ar é o fato dele refletir diretamente a qualidade do ambiente, sendo ele o principal recurso e fator de contato direto com os seres vivos terrestres. A qualidade do ar implica diretamente na qualidade de vida das pessoas que vivem em áreas com intensa liberação de poluentes, estudos mostram aumento da frequência de tumores de pulmão em habitantes de áreas urbanas, com intensa quantidade de poluentes atmosféricos (BATALHA *et al.*, 1999).

3.3 Poluentes atmosféricos tóxicos às plantas

Interação dos poluentes com as plantas pode ser benéfica ao meio ambiente e ao ser humano, pois elas podem acumular, transformar e absorver poluentes, indicando a presença de substâncias indesejáveis e prejudiciais ao meio ambiente (MOREIRA, 2010).

Cada poluente gera uma interação diferente com a planta. Assim existem fatores que afetam o efeito da poluição sobre a planta, como espécie, forma de crescimento, idade, fase de atividade da planta, vigor da planta, condições climáticas, propriedades químicas, concentração e duração do poluente (SILVA, 2011).

A principal via de entrada de poluentes nas plantas são os estômatos (poros existentes na superfície das folhas que permitem as trocas gasosas com o meio ambiente). Dentre os inúmeros poluentes gasosos existentes, os óxidos de nitrogênio (NO_x), SO_2 e O_3 troposférico são os mais tóxicos para as plantas. Os poluentes SO_2 e NO_x são considerados poluentes primários, pois são emitidos diretamente da fonte, já o O_3 é um poluente secundário, sendo formado na atmosfera (SAVÓIA, 2007).

SO_2 é um dos poluentes mais tóxicos para as plantas, pode ser absorvido pelas raízes e pelos estômatos (FREEDMAN, 1995). Ao ser absorvido pelos estômatos o SO_2 é dissolvido em água, gerando dois compostos, o sulfeto de hidrogênio e o sulfito, estes compostos são então foto-oxidados em sulfato, um composto menos tóxico para a planta (PEDROSO, 2007). Seu acúmulo ocorre nas folhas e sementes (LARCHER, 2000).

Os NO_x nas plantas ao serem absorvidos pelos estômatos (interior das folhas) podem reagir ao entrar em contato com a água formando o ácido nítrico ou nitroso, estes são dissolvidos em nitrato e nitrito, gerando a acidificação das folhas (FREEDMAN, 1995). O nitrato quando encontrado no solo também pode ser absorvido pelas raízes. Próximo a avenidas que apresentam intenso tráfego de veículos (inclusive pesados) estão as concentrações mais elevadas de NO_x (PEDROSO, 2007).

O O_3 troposférico nas plantas é absorvido pelos estômatos nas folhas durante as trocas gasosas (PEDROSO, 2007). Sendo o O_3 troposférico altamente reativo e rapidamente decomposto, gerando oxigênio molecular e os peróxidos, que afetam a membrana plasmática e todas as biomembranas, limitando todos os processos de transferência, em seguida surge a necrose e se espalha, gerando perdas agrícolas (LARCHER, 2000).

3.4 Bioindicadores da qualidade do ar

As alterações causadas por poluentes atmosféricos nas plantas, que são mais citadas pela literatura são: aumento ou a diminuição na produção de enzimas (ANTONIELLI *et al.*, 1997; PASQUALINI *et al.*, 2003), alterações genéticas (GUIMARÃES *et al.*, 2000; KLUMPP *et al.*, 2006), alterações qualitativas e quantitativas de metabólitos, aumento na concentração de hormônios vegetais relacionados ao estresse (DJAK & ORMOND, 1982), alterações na respiração, distúrbios na fotossíntese (KOLB & MATYSSEK, 2001; GEROSA *et al.*, 2003) e alterações na abertura e no fechamento estomático (SCHAUB *et al.*, 2005). Estas alterações podem levar a necrose e clorose em tecidos e órgãos, que podem levar o organismo à morte (LARCHER, 2000).

Métodos físico-químicos são utilizados para avaliar a qualidade do ar, mas seus resultados não permitem conclusões imediatas sobre os impactos das concentrações dos poluentes nos seres vivos (SILVA, 2011). Por isso o uso de bioindicadores é a metodologia mais adequada para avaliar os efeitos dos poluentes atmosféricos sobre os organismos vivos (KLUMPP *et al.*, 2001).

Para avaliar estas alterações são utilizados bioindicadores, que são organismos vivos utilizados para monitorar os efeitos prejudiciais causados pela poluição ao meio ambiente, os quais podem ser animais ou plantas capazes de indicar estresses gerados pelos poluentes ambientais. Estudos com bioindicadores têm os propósitos de mostrar se determinada perturbação tem ou não um impacto biótico e fornecer informações críticas para a conservação do táxon, principalmente quando a espécie é rara ou ameaçada de extinção (BUTTERFIELD *et al.*, 1995).

Segundo Pedroso (2007) as plantas bioindicadoras podem ser classificadas em quatro grandes grupos:

- Bioindicadoras: Plantas que apresentam sintomas visíveis (necrose, cloroses e distúrbios fisiológicos) como redução no crescimento, redução no número e diâmetro das flores.
- Biossensoras: Plantas que reagem aos efeitos dos poluentes aéreos com efeitos não visíveis, gerando alterações moleculares, celulares, fisiológicas e bioquímicas.
- Bioacumuladoras: Plantas que não apresentam sintomas visíveis, não são tão sensíveis aos poluentes atmosféricos, mas acumulam partículas de poeira e gases dentro dos seus tecidos.
- Biointegradoras: Plantas que indicam o impacto da poluição por meio do aparecimento, desaparecimento ou mudança na densidade da população ou comunidades.

3.5 Biomonitoramento

Biomonitoramento é um método de análise experimental que avalia poluentes em grandes extensões de áreas utilizando bioindicadores (CARNEIRO, 2004; MARIANI *et al.*, 2008). Dentre os bioindicadores de qualidade do ar estão os líquens, musgos e plantas superiores (CARNEIRO, 2004).

Os líquens apresentam grande capacidade de monitorar a qualidade do ar devido a sua alta sensibilidade à contaminação. Líquens e musgos são capazes de acumular metais pesados em seus tecidos, devido a seu tamanho, anatomia simples e ausência de cutícula, também são capazes de tolerar longos períodos de seca e colonizam áreas com condições ambientais extremas (COPELLI, 2011). Essas características demonstram que esses organismos são ótimos bioindicadores de poluição ambiental.

As plantas superiores, em especial *Tradescantia* sp., *Allium cepa* e *Vicia faba*, são mais úteis para atuarem como bioindicadoras por serem eucarióticas, geneticamente complexas e por serem facilmente cultivadas e mantidas para serem utilizadas nos estudos de toxicidade genética (ALVES, 2001).

Tradescantia pallida pertence à família Commelinaceae e à ordem Commelinales. É uma monocotiledônea de distribuição cosmopolita, encontrada em regiões tropicais e subtropicais e apresentando floração durante o ano inteiro (JOLY, 1977). Devido a essas características é utilizada na avaliação qualitativa e quantitativa da contaminação atmosférica, assim é considerada muito eficiente para estudos de biomonitoramento, sendo utilizada como bioindicadora de CO, SO₂, NO₂ e MP-10.

Em relação às plantas como bioindicadores é necessário padronizar as técnicas utilizadas desde o cultivo, exposição das plantas e a avaliação dos resultados, essa padronização é importante para a validade e aplicação dos dados obtidos. A padronização de ensaios toxicológicos, principalmente para sementes e plantas, é fundamental para garantir a confiabilidade dos resultados, reduzindo as chances de erros de amostragem (PELEGRINI, 2014).

3.6 Bioensaios genotoxicológicos

Segundo Silva (2005) bioensaios com plantas para detecção de agentes mutagênicos, são excelentes indicadores de danos cromossômicos oriundos de agentes tóxicos presentes no ar.

O teste de micronúcleo é realizado a partir de células na fase de tétrade, sendo quatro células haploides que posteriormente se diferenciam em grãos de pólen (RAVEN *et al.*, 1996). O bioensaio é um procedimento simples e eficaz, sendo possível avaliar o dano cromossômico em preparações citológicas. Em divisão meiótica os cromossomos são mais sensíveis à quebra, aumentando a sensibilidade, contribuindo para a eficiência do teste (SILVA, 2005).

Micronúcleos (MCN) são estruturas celulares que resultam de cromossomos inteiros ou fragmentos, que se perderam durante a divisão celular, assim não são incluídos no núcleo da célula-filha, mas permanecem no citoplasma das células interfásicas (MAJER *et al.*, 2001). Apesar de os mecanismos de reparo celular serem eficientes, os micronúcleos se formam devido a alterações cromossômicas, que podem estar ligadas a fatores ambientais (MAJER *et al.*, 2001).

A presença de micronúcleos aumenta de acordo com a exposição das plantas aos poluentes, geralmente quanto mais próximo dos centros urbanos elas são localizadas, maior será o número de micronúcleos encontrados no Trad-MCN, pois nessas áreas são liberados a maior parte de poluentes e em altas concentrações, oriundos de automóveis e empresas.

O Trad-MCN é um procedimento simples e eficaz, que permite a avaliação do dano cromossômico em preparações citológicas de rápida execução, apresenta baixo custo financeiro e a facilidade

em obter o material de estudo (SILVA, 2005). São esses fatores que destacam a importância e as vantagens da utilização dessa metodologia para avaliar os efeitos mutagênicos dos poluentes atmosféricos.

Segundo Copelli (2011) as lâminas histológicas com amostra de *Tradescantia pallida* para análise do MCN devem ser preparadas com a inflorescência, mas suas pétalas devem ser retiradas com o objetivo de deixar apenas as anteras, que serão posteriormente maceradas com coranteorceína acética. São analisadas 300 tétrades por lâmina, em seguida contabilizado a ocorrência de micronúcleos e alterações estruturais.

O perfil dos ventos, índice pluviométrico e umidade no local de estudo podem alterar a concentração da poluição atmosférica, por causar a dispersão dos compostos tóxicos, assim à elevada frequência de micronúcleos nos pontos de exposição deve-se ao fato de não haver condições favoráveis de dispersão dos poluentes ambientais (COPELLI, 2011). A dificuldade de dispersão dos poluentes está relacionada à inversão térmica que ocorre com frequência no início do inverno, com a diminuição da temperatura e conseqüentemente a menor diluição dos gases na atmosfera (COPELLI, 2011).

Sisenando e colaboradores (2011) realizaram um estudo na região de Tangará da Serra - MT. Essa região é responsável pelo cultivo de cana-de-açúcar, gerando grande poluição oriunda da queima de biomassa. Os resultados mostraram que a frequência de MCN na estação seca foi maior que no período chuvoso, e quanto mais próximo de grandes usinas de cana-de-açúcar maior era essa frequência de micronúcleos. A poluição gerada pela queima de biomassa atingiu seu pico na estação seca, nesse período há queima da palha da cana-de-açúcar em grande quantidade, gerando níveis maiores de poluentes e partículas de poluição maiores. Porém no período chuvoso a quantidade de queima da biomassa é menor e a precipitação gera a dispersão de poluentes, reduzindo a frequência de MCN.

Teixeira e colaboradores (2012), no período de setembro de 2010 a junho de 2011, realizaram um estudo no município de Taubaté, São Paulo, utilizando *Tradescantia pallida* como bioindicadora. Foram monitorados cinco locais com intenso tráfego veicular, apresentando frequências de micronúcleos que variaram de 0,8% a 2,3%. A concentração de poluentes aumentou depois do período chuvoso, demonstrando um comportamento sazonal, resultando no aumento na frequência de MCN nos meses de abril e junho com picos de até 3,0%, pico este presenciado no local com maior fluxo de veículos, moradias e indústrias. Devido a grande variedade e intensidade de fluxo de veículos são liberados hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, metais pesados, benzenos, entre outros poluentes que podem causar danos aos seres vivos.

Nos meses de março a junho de 2012, Silvia e colaboradores (2012) realizaram um estudo em Itajá - RN, com o objetivo de avaliar o potencial genotóxico do ar do município através do Trad-MCN em *Tradescantia pallida*. No município são encontradas 16 empresas de cerâmica, o que propicia um aumento da poluição do ar, devido a enorme queima da madeira, que é utilizada para o aquecimento dos fornos. Durante esse biomonitoramento a média de MCN atingiu valores de 6,30% a 0,21% em local próximo ao ponto cerâmico da cidade, atingindo o maior pico em março. Nesse estudo o índice pluviométrico não provocou nenhuma alteração significativa nos resultados, visto que a taxa de precipitação foi muito baixa, configurando um ano de estiagem. No entanto a intensidade de radiação solar pode ter sido responsável pela maior frequência de MCN observada no mês de março, período que apresentou a maior incidência de radiação solar. Nos meses que apresentaram menor frequência de MCN provavelmente é em decorrência da maior intensidade de ventos nesses períodos, o que gera a dispersão dos poluentes atmosféricos, reduzindo os efeitos genotóxicos.

Barbério e colaboradores (2013) realizaram um estudo mais recente sobre a qualidade do ar em três locais no entorno de uma indústria de papel em Pindamonhangaba - SP. Nesse monitoramento a média de MCN nas três localidades variou de 0,00% a 1,87%, quanto mais próximo da indústria maior foi a média de MCN observada. No mês de outubro foi obtido o maior valor de média do estudo, de 0,51% a 1,87%, no local mais próximo da indústria de papel. Os resultados mostraram aumento nas taxas de mutação nas plantas expostas aos poluentes atmosféricos da indústria de papel, na qual *Tradescantia pallida* mostrou-se sensível à presença desses poluentes. O estudo não mostra se houve acompanhamento de índices pluviométricos, velocidades dos ventos e intensidade de radiação solar, o que pode gerar desconfiança em relação aos resultados, mostrando a necessidade de se realizar um

novo estudo nos três locais levando em consideração fatores ambientais que podem provocar a dispersão de poluentes atmosféricos.

Pesquisas que utilizam Trad-MCN podem ser realizadas também com clones de *Tradescantia*, que são produzidos para esta finalidade. Um dos clones mais utilizados é o 4430, um híbrido diploide entre *T. hirsutiflora* e *T. subcaulis*, este é um clone estéril, não apresentando risco de perder a identidade e a pureza genética por recombinação, o que o torna adequado para experimentos laboratoriais (RODRIGUES *et al.*, 1997).

Tradescantia pallida naturais são tão eficientes como bioindicadoras quanto às plantas geneticamente selecionadas. Sendo importante a utilização de *Tradescantia pallida* em locais que não oferecem condições climáticas adequadas para o desenvolvimento dos clones, além disso, as plantas naturais reduzem o orçamento do estudo e minimizam ataque de pragas, já que estão biologicamente adaptadas.

Villarini e colaboradores (2009) realizaram um estudo em Perúgia, localizada na Itália, com o objetivo de avaliar a genotoxicidade de poluentes atmosféricos urbanos através Trad-MCN utilizando o clone híbrido 4430 de *Tradescantia*. Os experimentos foram realizados em três locais e em diferentes períodos do ano, inverno (janeiro a março), primavera (maio), verão (julho) e outono (novembro). Os resultados mostraram que houve um aumento significativo na frequência de micronúcleos nos meses de janeiro, março, maio e novembro, e em locais com intenso tráfego de veículos, perto da estação ferroviária, em ruas mal ventiladas e movimentadas. Esse estudo, assim como o de Klumpp e colaboradores (2006) comprovaram a sensibilidade do clone híbrido 4430 de *Tradescantia* a poluentes atmosféricos. Apesar deste estudo não fazer relação entre as condições climáticas dos locais de estudo e o aumento de poluentes atmosféricos, este assim como outros estudos com *Tradescantia* naturais, volta a comprovar que nos períodos (inverno, primavera e outono) que não apresentam provavelmente altos índices pluviométricos são os que mostram um aumento significativo na frequência de MCN, em decorrência da dispersão de poluentes que podem ocorrer com a precipitação.

4 Considerações finais

Com base na revisão de literatura pode-se concluir que as plantas são consideradas excelentes bioindicadoras, em especial *Tradescantia pallida* que se mostrou altamente sensível a poluentes atmosféricos com poder genotóxico.

Comprovando que poluentes atmosféricos oriundos de indústrias e veículos, apresentam poder mutagênico para *Tradescantia* natural ou clones do gênero. A mutagênese na planta não pode ser comparada com o poder mutagênico em humanos, entretanto a genotoxicidade do bioensaio do Trad-MCN pode ser utilizado como uma ferramenta para avaliar o risco a saúde humana sob condições ambientais desfavoráveis. Sendo muito importantes esses estudos para avaliar o poder mutagênico de poluentes atmosféricos em *Tradescantia*.

Referências

ALVES, E. S.; GIUSTI, P. M.; DOMINGOS, M.; SALDIVA, P. H. N.; GUIMARÃES, E. T.; LOBO, J. A. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 4, p. 567-576, 2001.

ANDRADE JÚNIOR, J. S.; SANTOS JÚNIOR, J. C. S.; OLIVEIRA, J. L.; CERQUEIRA, E. M. M.; MEIRELES, J. R. C. Micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *purpurea* Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição aérea urbana. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 30, n. 3, p. 295-301, 2008.

ANTONIELLI, M.; PASQUALINI, S.; EDERLI, L.; BATINI, P.; MOSCATELLO, S.; LORETO, F. Physiological characteristics of tobacco cultivars with contrasting sensitivity to ozone. *Environmental and Experimental Botany*, v. 38, n. 1, p. 271-277, 1997.

BARBÉRIO, A.; VOLTOLINI, J. C.; RIBEIRO, M. C. L. Efeitos mutagênicos da poluição atmosférica em *Tradescantia pallida* no distrito de Moreira César, em Pindamonhangaba, SP. *Revista Biociências*, v. 19, n. 1, p. 69-79, 2013.

- BATALHA, J. R. F.; GUIMARÃES, E. T.; LOBO, D. J.; LICHTENFELS, A. J.; DEUR, T.; CARVALHO, H. A.; ALVES, E. S.; DOMINGOS, M.; RODRIGUES, G. S.; SALDIVA, P. H. N. Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei-assay. *Mutation Research*, v. 426, n. 2, p. 229-232, 1999.
- BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S. T. Air pollution and health. *Lancet*, v. 360, n. 9341, p. 1233-1242, 2002.
- BUTTERFIELD, J.; LUFF, M. L.; BAINES, M.; EYRE, M. D. Carabid beetle communities as indicators of conservation potential in upland forests. *Forest Ecology and Management*, v. 79, n. 1, p. 63-77, 1995.
- CARNEIRO, R. M. A. *Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade [dissertação de mestrado]*. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2004.
- CETESB. *Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2002*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>; acesso em out. 2013.
- _____. *Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2012*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>; acesso em out. 2013.
- CONAMA. *Resolução nº 3, de 28/09/1990*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>; acesso em 20 out. 2013.
- COPELLI, T. S. *Biomonitoramento da qualidade do ar utilizando ensaio de micronúcleo em Tradescantia sp [monografia]*. Curitiba: Departamento Acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
- DIJAK, M.; ORMOD, D. P. Some physiological and anatomical characteristics associated with differential ozone sensitivity among pea cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, v. 22, n. 4, p. 395-402, 1982.
- FREEDMAN, B. *Environmental ecology: The ecological effects of pollution, disturbance and other stresses*. San Diego: Academic Press; 1995.
- GEROSA, G.; MARZUOLI, R.; BUSSOTTI, F.; PANCRAZI, M.; BALLARIN-DENTI, A. Ozone sensitivity of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* young trees in relation to leaf structure and foliar ozone uptake. *Environmental Pollution*, v. 125, n. 1, p. 91-98, 2003.
- GREENHALGH, T. Papers that summarise other papers (systematic reviews and meta-analyses). *British Medical Journal*, v. 315, p. 672-673, 1997.
- GUIMARÃES, E. T.; DOMINGOS, M.; ALVES, E. S.; CALDINI, N.; LOBO, D. J.; LICHTENFELS, A. J.; SALDIVA, P. H. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay. *Environmental and Experimental Botany*, v. 44, p. 1-8, 2000.
- HAN, X.; NAEHER, L. P. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International*, v. 32, n. 1, p. 106-120, 2006.
- JOLY, A. B. *Botânica: introdução a taxonomia vegetal*. 4.ed. São Paulo: Nacional; 1977.
- KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 4, p. 511-518, 2001.
- KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; CALATAYUD, V.; GARREC, J. P.; HE, S.; PENUELAS, J.; RIBAS, A.; RO-POULSEN, H.; RASMUSSEN, S.; SANZ, M. J.; VERGNE, P. *Tradescantia* micronucleus test indicates genotoxic potential of traffic emissions in European cities. *Environmental Pollution*, v. 139, p. 515-522, 2006.
- KOLB, T. E.; MATYSSEK, R. Limitations and perspectives about sacling ozone impacts in trees. *Environmental Pollution*, v. 115, n. 3, p. 373-393, 2001.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima; 2000.
- MA, T. H. *Tradescantia* micronucleus bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening. *Environmental Health Perspectives*, v. 37, p. 85-90, 1981.
- MAJER, B. J.; LAKY, B.; KNASMULLER, S.; KASSIE, F. Use of the micronucleus assay with exfoliated epithelial cells as a biomarker for monitoring individuals at elevated risk of genetic damage and in chemoprevention trials. *Mutation Research*, v. 489, n. 2, p. 147-172, 2001.
- MARIANI, R. L.; JORGE, M. P. M.; PEREIRA, S. S. Caracterização da qualidade do ar em São José dos Campos-SP, utilizando *Tradescantia pallida* (Trad-MCN). *Geochimica Brasiliensis*, v. 22, n. 1, p. 27-33, 2008.

MONARCA, S.; FERETTI, D.; ZANARDINI, A.; FALISTOCCO, E.; NARDI, G. Monitoring of mutagens in urban air samples. *Mutation Research*, v. 426, n. 2, p. 189-192, 1999.

MOREIRA, T. C. L. *Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica da cidade de São Paulo* [dissertação de mestrado]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2010.

PASQUALINI, S.; PICCIONI, C.; REALE, L.; EDERLI, L.; DELLA TORRE, G.; FERRANTI, F. Ozone-induced cell death in tobacco cultivar Bel W3 plants. The role of programmed cell death in lesion formation. *Plant Physiology*, v. 133, p. 1122-1134, 2003.

PEDROSO, A. N. V. *Poluentes atmosféricos & Plantas Bioindicadoras*. Disponível em: <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Poluentes_Atmosfericos_&_PlantasBioindicadora_s_Andrea_N_V_Pedroso.pdf>; acesso em 16 set. 2013.

PELEGRINI, R. T.; MEDINA, A. F.; MENDES, F.; MOLENA, J. C.; GREVE, L. F.; SALMAZO, L. G. S.; MILANI, P. A.; ANDRADE, P. G.; TOGNOLI, R. B. Metodología de evaluación ecotoxicológica empleando germinación de semillas em gel nutriente como medio de cultura. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 9, n. 2, p. 359-372, 2014.

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 1996.

RODRIGUES, G. S.; MA, T. H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L. H. *Tradescantia* bioassay as monitoring systems for environmental mutagenesis: a review. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 16, n. 1, p. 325-359, 1997.

SAVÓIA, E. J. L. *Potencial de Tradescantia pallida cv. purpurea para biomonitoramento da poluição aérea de Santo André* [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007.

SCHAUB, M.; SKELLY, J. M.; ZHANG, J. W.; FERDINAND, J. A.; SAVAGE, J. E.; STEVENSON, R. E.; DAVIS, D. D.; STEINER, K. C. Physiological and foliar symptom response in the crowns of *Prunus serotina*, *Fraxinus americana* and *Acer rubrum* canopy trees to ambient ozone under forest conditions. *Environmental Pollution*, v. 133, n. 3, p. 553-567, 2005.

SILVA, J. S. *Efeitos genotóxicos em tétrades de Tradescantia pallida (Rose) D. R. Hunt var. purpurea induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Salvador - BA* [monografia]. Feira da Santana: Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana; 2005.

SILVA, K. K.; CARVALHO, A. S.; MATIAS, J. N. R.; DIAS, S. A. M. M.; GALVÃO, M. F. O.; DUARTE, F. T. Teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* aplicado ao biomonitoramento da qualidade do ar na cidade de Itajá-RN. *Anais. Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação; 2012; Tocantins. Tocantins: Ed. Instituto Federal do Tocantins, p.1-6, 2012.*

SILVA, M. F. *Avaliação da qualidade do ar utilizando espécies arbóreas na cidade de Patos-PB* [dissertação]. Patos, PB: Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande; 2011.

SISENANDO, H. A.; MEDEIROS, S. R.; SALDIVA, P. H.; ARTAXO, P.; HACON, S. S. Genotoxic potential generated by biomass burning in the Brazilian legal Amazon by *Tradescantia* micronucleus bioassay: a toxicity assessment study. *Environmental health*, v. 10, p. 1-9, 2011.

TEIXEIRA, M. C. V.; BARBÉRIO, A. Biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Hunt var. *purpurea* Boom (Commelinaceae). *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 7, n. 3, p.279-292, 2012.

VILLARINI, M.; FATIGONI, C.; DOMINICI, L.; MAESTRI, S.; EDERLI, L.; PASQUALINI, S.; MONARCA, S.; MORETTI, M. Assessing the genotoxicity of urban air pollutants using two in situ plant bioassays. *Environmental Pollution*, v. 157, p. 3354-3356, 2009.

Como citar este artigo científico

VENÂNCIO, R. S. da S.; DILARRI, G.; MENDES, C. R.; MARTINS, A. O. Utilização de *Tradescantia* para avaliar o potencial mutagênico de poluentes atmosféricos. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 61-69. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.

COMPÓSITO DE CELULOSE: UMA NOVA FORMA DE RECICLAR PAPEL E SUAS APLICAÇÕES NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS, TIJOLOS ECOLÓGICOS E UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS

USE OF *TRADESCANTIA* TO ASSESS THE MUTAGENIC POTENTIAL OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS

Perceu Pezzotta-Sobrinho ⁽¹⁾

Resumo. O presente trabalho propõe uma forma de reciclar papel, inclusive de alguns tipos que não podem ser aproveitados na produção de reciclados, utilizando-o em conjunto com terra, areia e cimento para a elaboração de uma mistura. Também denominada de compósito, essa mistura permitiu a confecção de vários tipos de peças com destaque para a produção de tijolos ecológicos, materiais didáticos e utilitários domésticos e ornamentais. Após triturar-se, em liquidificador, variados tipos de papéis picados imersos em água formou-se uma polpa, que misturada à terra e areia peneiradas e cimento peneirado obteve-se o compósito propriamente dito. Essa massa homogênea, de grande plasticidade, permitiu a confecção das peças citadas nesse trabalho e aparentemente as fibras do papel conferiram-lhes leveza e estabilidade. Já o cimento, a terra e a areia conferiram resistência ao material. Os resultados, ainda parciais, demonstraram a viabilidade do projeto, porém, são necessários testes mais elaborados com ferramentas adequadas que confirmem a qualidade do produto final. Deste modo, essa pesquisa fomenta a construção de componentes feitos com matéria prima de baixo custo, fácil aquisição e menos impactante ao meio ambiente na medida em que a vida útil das peças produzidas é longa e pode ser novamente reciclada ou reutilizada. Portanto, é um produto socioeconomicamente sustentável.

Palavras-chave: Compósito; reciclagem; papel; sustentável.

Abstract. This paper proposes a way to recycle paper, including some types that cannot be harnessed to produce recycled stuff by using it in conjunction with soil, sand and cement for the preparation of a mixture. Also called composite, the mix enabled the construction of various types of pieces especially for the production of ecological bricks, textbooks and household and ornamental utilities. After grinding, in a blender, various types of chopped paper immersed in water formed a pulp that mixed grounded and sieved and sieved sand cement gave the composite itself. This homogenous mass of high plasticity, enabled the construction of said work piece and that the paper fibers apparently gave them lightness and stability. Already cement, ground sand and conferred resistance material. The results, albeit preliminary, demonstrated the feasibility of the project, however, required more elaborate tests with appropriate tools to confirm the quality of the end product. Accordingly, this encourages the search building components made from low cost raw materials, easy acquisition and less harmful to the environment insofar as the life of parts produced is long and can be recycled or reused again. So it's a socioeconomically sustainable product.

Keywords: Composite; recycling; paper; sustainable.

⁽¹⁾ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP Camus São Roque. Correspondência: Rua Antonio Cavaglieri 15, Centro, São Roque - SP; e-mail: perceupez@gmail.com

(Recebido em: 30 set. 2014; aceito em: 15 out. 2014; publicado em: 31 out. 2014).

1 Introdução

Para Trigueiro (2005), há uma mudança em curso no mundo que precisa ser mais bem diagnosticada e compreendida. Porém, em nenhum outro momento da história a necessidade de mudança foi tão urgente. Somos todos contemporâneos de um impasse civilizatório, fruto de um modelo de desenvolvimento que vem exaurindo, em velocidade assustadora e numa escala sem precedentes, os recursos naturais não renováveis do planeta, com impactos negativos sobre a qualidade de vida da população. A avassaladora farra consumista desencadeada a partir da Revolução Industrial, potencializada com o avanço tecnológico dos meios de produção e universalizada pela mídia na era da globalização, está custando caro ao planeta.

É indiscutível que o país precisa crescer, gerar emprego e renda e movimentar a economia, transferindo recursos do setor financeiro para o setor produtivo. Porém, deve ser feito de modo sus-

tentável como, por exemplo, estimular a coleta seletiva que, segundo estudo do deputado federal Fernando Gabeira, um programa amplo de governo que estimulasse a reciclagem no Brasil poderia gerar pelo menos um milhão de empregos diretos. Segundo Trigueiro (2005), é importante incorporar à agenda do desenvolvimento a premissa da sustentabilidade.

Thomas e Callan (2012) preconizam que, para atingir o desenvolvimento sustentável, o fundamental são alterações substanciais no mercado definindo como as atividades serão empreendidas dentro do fluxo circular e a política ambiental elaborada. Várias iniciativas estão sendo desenvolvidas em todo o mundo e vêm acionando os esforços públicos e privados nessa direção. O conceito de ecologia industrial atua como uma estrutura multidisciplinar de algumas dessas iniciativas. Em especial, a ecologia industrial promove o desenvolvimento de ecossistemas industriais nos quais os resíduos ou dejetos provenientes de um processo de manufatura são usados como insumos na produção de outra mercadoria. Neste contexto, a reciclagem é uma grande aliada do desenvolvimento sustentável.

Para Miller (2011), podemos lidar com os resíduos produzidos, a partir do consumismo, de duas maneiras: por meio da redução ou do gerenciamento destes resíduos. A redução de resíduos é uma abordagem ligada à baixa produção de resíduos que reconhece não haver uma forma de descartá-los, já o gerenciamento de resíduos é uma abordagem ligada à alta produção de resíduos que considera a produção de dejetos inevitável para o crescimento econômico. Esse processo procura gerenciar os resíduos advindos do crescimento econômico a fim de diminuir o dano ambiental.

De acordo com Brasil (2010), entende-se por reciclagem o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa). Muito confundido com a reciclagem e em conformidade com a mesma Lei o reuso ou reutilização é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Para Miller (2011), a reciclagem é uma forma importante de coletar materiais residuais e transformá-los em produtos úteis que podem ser vendidos no mercado. Reciclar envolve transformar materiais sólidos descartados em produtos novos e úteis. Os materiais coletados para a reciclagem podem ser processados de duas formas. A reciclagem primária ou em circuito fechado ocorre quando o resíduo é transformado em novos produtos do mesmo tipo e a reciclagem secundária ou *down-cycling* onde os materiais residuais são convertidos em produtos diferentes. Miller enfatiza que há dois tipos de resíduos que podem ser reciclados. O resíduo pré-consumo gerado no processo de fabricação e o resíduo pós-consumo gerado pelo consumo dos produtos.

De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2010), no Brasil, mesmo sem um marco regulatório, o mercado de recicláveis é uma atividade em expansão e tende ao contínuo crescimento. Alguns dados indicam que o volume de lixo urbano reciclado passou de cinco milhões de toneladas em 2003 para sete milhões e cem mil toneladas em 2008, o que corresponde a 13% dos resíduos gerados nas cidades. Se considerada apenas a fração seca do lixo (plástico, vidro, metais, papel e borracha), o índice de reciclagem subiu de 17% em 2004 para 25% em 2008. O setor já movimenta R\$ 8 bilhões por ano.

Conforme a Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010), o setor de papéis vem apresentando um aumento significativo no uso de reciclados. Em 2000, o uso de recicláveis representou 45% da produção mundial de papel. No Brasil, apenas 37% do papel produzido, nesse período, foi para a reciclagem. De todo o papel reciclado, 80% foi destinado à confecção embalagens, 18% a papéis sanitários e apenas 2% à impressão. Um ponto importante é que para que o papel seja passível de reciclagem com qualidade, ele não pode estar contaminado com materiais tais como ceras, plásticos, manchas de óleo e tinta, terra, pedaços de madeira, barbantes, cordas, metais, etc. Por isso, adota-se uma subdivisão indicativa para papel reciclável e papel não reciclável.

Conforme a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2014), em 2012 o consumo aparente de papel no país registrou, nove milhões e setecentos e oitenta e um mil toneladas e a recuperação de aparas – sobras – foi de, aproximadamente, quatro milhões e quinhentas mil toneladas. Percentualmente seriam 45,7% de todos os papéis que circularam no país em 2012.

Para Ribeiro e Ziglio (2006), as tipologias mais presentes na separação de materiais são o papelão e o papel branco. O papelão é descartado pela maioria da população separado dos demais resíduos, o que facilita o trabalho do catador e também valoriza a sucata, uma vez que não foi contaminada por restos orgânicos e outros resíduos. Papéis brancos (folhas de impressão e escrita) são os que atingem maiores valores de comercialização neste mercado. No entanto, o catador consegue obter esse material em condições de reciclagem quando o mesmo está separado dos demais resíduos na própria fonte geradora, evitando, assim, a contaminação. Estes autores ressaltam ainda que alguns materiais podem ser reciclados diversas vezes, como o vidro. Já o papel, em geral, pode ser reciclado para fins nobres (material para impressão e escrita) apenas uma vez. Depois seu consumo pode ser utilizado na confecção de embalagens.

Uma questão que merece atenção é que os restos de papel são procíclicos, o que significa que a quantidade varia em relação direta com o ciclo econômico dos negócios (THOMAS & CALLAN, 2012).

Em 2008, a produção de celulose atingiu a marca doze milhões e oitocentas mil toneladas, o que fez com que o Brasil se posicionasse como o quarto produtor mundial. A produção brasileira de celulose cresceu 7,1% em relação ao ano anterior. Os fabricantes de papéis aumentaram em 2,1% a produção, alcançando a marca de nove milhões e duzentas mil toneladas (FALEIROS, 2009).

Já em 2013, segundo a BRACELPA (2014), o Brasil produziu quinze milhões e cento e vinte e nove mil toneladas de celulose e dez milhões e quatrocentos e quarenta e quatro mil toneladas de papel.

Dados da Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010) estimam que no Brasil, a indústria de papel e celulose é responsável por, aproximadamente, 1% do PIB do país. Em média, o consumo de papel no país é em torno de seis milhões de toneladas por ano. Desta forma os impactos da produção do papel são maiores que os de sua disposição pós-consumo. Estima-se, por exemplo, que na fabricação de aproximadamente uma tonelada de papéis corrugados, são necessárias, aproximadamente, duas toneladas de madeira (o equivalente a cerca de quatorze árvores) retiradas de plantio de monoculturas que desfavorecem a biodiversidade, 44 a 100 mil litros de água e de 5 a 7,6 mil kW de energia. A produção desta mesma quantidade de papel gera, ainda, 18 Kg de poluentes orgânicos descartados nos efluentes e 88 Kg de resíduos sólidos. Já no processo de reciclagem, o volume de água utilizado cai para dois mil litros e o consumo de energia cai para 2,5 mil kW. Reciclar o papel, ao invés de fabricá-lo a partir da celulose, pode levar a uma redução de consumo de energia, emissão de poluentes e do uso da água, além de redução da percentagem de papel descartado como resíduo sólido.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, 1995), a Agenda 21 apresenta propostas para a maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos. Cita em sua base para a ação que o esgotamento dos locais de despejo tradicionais, a aplicação de controles ambientais mais estritos no depósito de resíduos e o aumento da quantidade de resíduos de maior persistência, especialmente nos países industrializados, contribuíram em conjunto para o rápido aumento dos custos dos serviços de depósito dos resíduos. Esses custos podem duplicar ou triplicar até o final da década. Algumas das práticas atuais de depósito ameaçam o meio ambiente. Na medida em que se modifica a economia dos serviços de depósito de resíduos, a reciclagem deles e a recuperação de recursos ficam cada dia mais rentáveis. Os futuros programas de manejo de resíduos devem aproveitar ao máximo as abordagens do controle de resíduos baseadas no rendimento dos recursos. Essas atividades devem realizar-se em conjunto com programas de educação do público. É importante que se identifiquem os mercados para os produtos procedentes de materiais reaproveitados ao elaborar os programas de reutilização e reciclagem.

De acordo com a Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2010) a composição dos resíduos triados após a coleta seletiva é diversificada: papel e papelão, rejeito, longa-vida, alumínio, metais, vidros, plásticos, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas, eletroeletrônicos, etc. Entre os mate-

riais que compõem o resíduo sólido urbano brasileiro o papel tem participação de destaque. A produção percentual brasileira de papéis por tipo é de aproximadamente 46% de embalagens, 34% de papéis para imprimir e escrever, 10% de cartões e cartolinas, 8% de papéis sanitários e 2% de papéis especiais.

Santos e colaboradores (2001) citam que cada tipo de papel engloba uma série de subtipos. Papéis para impressão: acetinado, bíblia, bouffant, couché, imprensa, jornal, mimeógrafo, monolúcido, offset; papéis para escrever: apergaminhado, correspondência aérea, segundas-vias; papéis para embalagem: manilhinha ou de padaria, manilha, tecido, hamburguês, havana, HD, LD, macarrão; papéis para fins sanitários: higiênico, toalha, guardanapo, lenço; papéis especiais: base para carbono, cigarros e afins, crespado, para desenho, heliográfico, absorventes e filtrantes e, também, papéis não classificados: Kraft especial para cabos elétricos, fios telefônicos e condensadores.

Uma questão relevante é que as indústrias produtoras de papel e celulose que possuem o processo kraft – utilização de produtos químicos e calor para transformar a madeira em polpa – geram muitos resíduos denominados *dregs*, *grits* e lama de cal. Grande parte desses resíduos é destinada a aterros industriais, implicando em custos econômicos e ambientais para o gerador. Estudos realizados para minimizar esses impactos envolvem a utilização de rejeitos como componentes da matéria-prima para a fabricação de tijolos. Para tanto, serão feitas misturas de resíduos e argila, e submetidos depois a testes físico-químicos para controle de qualidade desses tijolos, verificando se os mesmos obedecem aos padrões estabelecidos pela ABNT (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014).

Outra forma de se reciclar o papel é apresentada nesse trabalho. Grande parte do descarte de papel não é adequada, o que impossibilita sua reciclagem. Somam-se a isso, o fato de que muitos tipos de papéis não podem ser reciclados, como é o caso dos adesivos, etiquetas, fita crepe, papel carbono, fotografias, papel toalha, papéis e guardanapos engordurados, papéis metalizados, parafinados ou plastificados. Deste modo, o objetivo geral desse trabalho é desenvolver uma forma de reciclar papéis diversos inclusive alguns tipos inapropriados à produção de reciclados. Os objetivos específicos concentram-se na elaboração de uma mistura, ou compósito, à base de terra, cimento, areia e papel e na sua utilização para se produzir vários tipos de peças úteis com destaque para os tijolos ecológicos, os materiais didáticos e os utilitários domésticos e ornamentais. Com a intenção de colaborar com a transição do mundo atual, já bastante degradado, para um mundo sustentável, a elaboração desse compósito pretende ser mais uma possibilidade de destinação adequada de papéis, passíveis ou não de utilização na produção de reciclados, de maneira a minimizar os impactos ao meio ambiente.

2 Materiais e métodos

2.1 Materiais Gerais

- Luvas de borracha
- Caneca de 250 mL;
- Colher de pau;
- Colher de sopa;
- Pano;
- Terra;
- Peneira fina;
- Socador;
- Balde para desfragmentar a terra;
- Balde para peneirar a terra;
- Balde para separar a terra desfragmentada;
- Balde para misturar os materiais;
- Cimento;
- Areia fina;
- Papéis diversos;
- Água;

- Liquidificador.

2.2 Materiais para confecção do molde de tijolos ecológicos

- 02 peças de madeira com 1,5 cm de altura, 66 cm de comprimento e 12 cm de largura;
- 01 peça de madeira com 1,5 cm de altura, 58 cm de comprimento e 12 cm de largura;
- 03 peças de madeira com 2,5 cm de altura, 12 cm de comprimento e 5,5 cm de largura;
- 02 peças de madeira com 1,5 cm de altura, 12 cm de comprimento e 5 cm de largura;
- 30 parafusos de 3mm x 3,5 cm.

3 Resultados

Inicialmente são picados papéis variados - jornal, guardanapo, etiqueta, extrato bancário, contas de luz e água e outros. Pressionando-se com os dedos, esses pedaços de papéis picados são acomodados em uma caneca de 250 mL preenchendo-a totalmente (Fig. 1).



Figura 1: Caneca de 250 mL preenchida com papéis picados.

Em seguida, os papéis picados são misturados a 1,5 L de água em um liquidificador, onde são triturados até formar uma pasta homogênea (Fig. 2).



Figura 2: Pasta homogênea de papel triturado no liquidificador.

A próxima etapa é a fragmentação e peneiração de aproximadamente 2 kg de terra seca a partir de um pilão ou socador em um balde. Com o auxílio de uma caneca de 250 mL, são separadas em um balde oito porções de terra seca peneirada, duas porções de areia fina peneirada e quatro porções de cimento peneirado. Com uma colher de pau, é revolvida a terra seca, a areia fina e o cimento peneirados até formar uma mistura homogênea (Fig. 3 e 4).



Figura 3: Terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado sendo revolvidos com colher de pau.



Figura 4: Mistura homogênea de terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado.

Em seguida, com o auxílio de uma caneca de 250 mL, são misturadas seis porções de pasta de papel à mistura de terra seca, areia fina peneirada e cimento peneirado até formar um composto homogêneo (Fig. 5 a 7).



Figura 5: Pasta de papel sendo misturada à mistura de terra seca e areia fina peneiradas e cimento peneirado.



Figura 6: Terra seca e areia fina peneiradas, cimento peneirado e pasta de papel sendo misturados.



Figura 7: Composto de terra e areia peneiradas, cimento peneirado e pasta de papel.

Com essa quantidade de composto é possível produzir dois tijolos ou várias peças ornamentais, utilitárias e didáticas. As peças moldadas são deixadas para secar à sombra por aproximadamente três dias até que possam ser manipuladas. No entanto, a secagem total se realizará em aproximadamente vinte dias.

Para se produzir dois tijolos ecológicos é feito um molde de madeira com dois compartimentos com medida interna de 5,5 cm x 25 cm x 12 cm (Fig. 8).

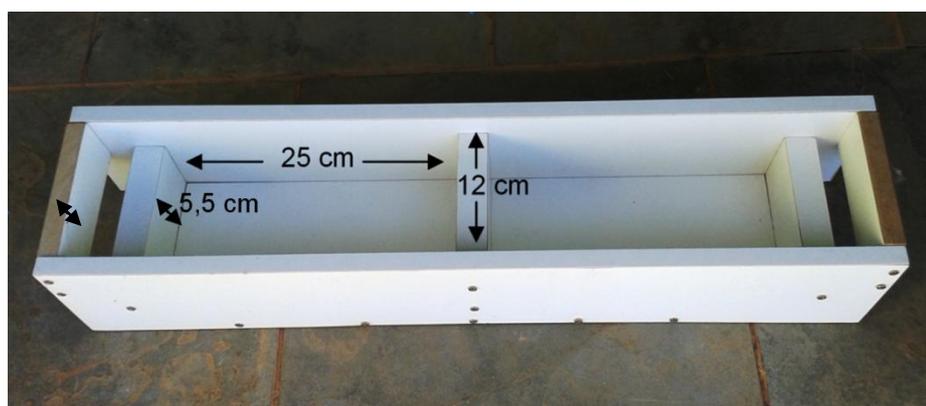


Figura 8: Molde de madeira para fabricação de dois tijolos ecológicos.

Em seguida, com uma colher de pau, é acomodada nos compartimentos do molde de madeira uma quantidade de compósito suficiente para que o tijolo tenha, aproximadamente, 5,5 cm de altura (Fig. 9 e 10).



Figura 9: Acomodando-se o compósito no segundo compartimento do molde de madeira para fabricação do segundo tijolo ecológico.



Figura 10: Compósito acondicionado após bater contra o chão com o molde de madeira para a fabricação de dois tijolos ecológicos.

Em seguida, os tijolos ecológicos são desenformados aproximadamente três dias após a pré-secagem (Fig. 11).



Figura 11: Tijolos ecológicos.

Em seguida são produzidas, com as mãos protegidas com luvas de borracha (Fig. 12), várias peças ornamentais, utilitárias e didáticas (Fig. 13 a 17).



Figura 12: Peça sendo moldada manualmente.



Figura 13: Pratos para vasos.



Figura 14: Vasos para plantas.



Figura 15: Descansador com utensílios domésticos.



Figura 16: Pizza para aula de matemática.



Figura 17: Ciclo celular para aula de Biologia.

4 Considerações finais

Vários trabalhos têm sido realizados recorrendo-se à mistura de compostos e celulose. Alguns trabalhos semelhantes envolvendo a fabricação de tijolos ecológicos a partir de papel ou resíduos originados da fabricação de papel e celulose têm obtido resultados significativos.

Miranda (2009) realizou um trabalho a partir de *grits* - resíduo sólido da indústria de celulose e papel – que apresenta em sua constituição química o óxido de cálcio, cal obtida na reação de caustificação do licor verde, processo este que recupera a soda cáustica para o retorno do cozimento da celulose. De acordo com os autores do projeto os resultados foram bastante satisfatórios atendendo todas as normas da ABNT no que diz respeito à granulometria, limite de liquidez, índice de plasticidade e compactação. Tendo em vista o fato do *grits* ser arenoso, a sua utilização para correção de solos argilosos, para fins de fabricação de tijolos de solo-cimento-*grits*, surge como uma alternativa viável e que conduziria a um maior consumo de resíduo, contribuindo para a destinação ambientalmente correta de um maior volume desse material.

Ao ser entrevistado por Lacerda (2010), Márcio Albuquerque Buson, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, apresentou a produção de tijolo ecológico feito de terra, cimento e papel Kraft (componente das embalagens de cimento). Deste modo, seu processo de fabricação se baseia na reciclagem de resíduo proveniente da construção civil. Após ensaios laboratoriais e análises comparativas entre o novo compósito, nomeado de *Krafterra*, e o solo-cimento, Buson (2009) constatou o melhor desempenho do *Krafterra* quanto à resistência à compressão simples e diagonal, retração e resistência ao fogo, e apesar de absorver mais água que o tijolo solo-cimento os estudos laboratoriais confirmaram ser mais uma alternativa econômico-sustentável para a produção de componentes e elementos construtivos.

Outro trabalho, de mesmo segmento, foi realizado por Rebouças e colaboradores (2011), no qual alguns alunos de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário de Belo Horizonte – U-niBH desenvolveram um tijolo ecológico composto de terra, cimento, papel Kraft e babosa diferenciando-se do trabalho anterior apenas pelo acréscimo desse último item ao composto.

Na Revista *O Papel* foi apresentado um projeto de tijolo feito de rejeitos das indústrias produtoras de papel e celulose. Esses rejeitos denominados *dregs*, *grits* e lama de cal, que se constituem no principal ponto de purga de elementos não processáveis, são misturados à argila. Dessa forma, aquilo que seria descartado em aterros industriais é reciclado amenizando o impacto ambiental (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014).

Na Universidad de Jaén, na Espanha, pesquisadores estão desenvolvendo um protótipo de tijolo composto por argila e resíduos de celulose. Essa pesquisa resultou em um bloco resistente e de condutividade térmica baixa, tendo qualidades isolantes, além de econômico e ambientalmente menos impactante (CABEZAS, 2013).

Além do tijolo ecológico outros produtos estão sendo produzidos com compostos à base de papel reciclável. Calegari e colaboradores (2004) fizeram uma análise sobre as propriedades físico-mecânicas de chapas aglomeradas produzidas com dois tipos de papel reciclável (papel jornal e offset), partículas de madeira de *Pinus elliottii* Engelm e adesivo à base de tanino-formaldeído. Os resultados obtidos não foram satisfatórios, no entanto, os autores concluíram que pesquisas adicionais devem ser conduzidas utilizando pequenas quantidades de papéis recicláveis, assim como outros parâmetros de produção, visando a estabelecer a proporção de papel que poderia ser usada sem causar prejuízo para as propriedades das chapas.

A telha vegetal é uma grande aposta ecológica para o setor de construção (ROSA, 2012). Este autor comenta que o papel é dissolvido em água quente até a fibra de celulose ser extraída. A telha passa ainda por um processo de secagem e é imersa em betume (asfalto) para tornar-se resistente.

Conforme Mitidieri (2009), um produto muito utilizado na construção civil composto de papel e aditivos é o *drywall* que data da década de 1970 a implantação da primeira fábrica no Brasil para produção de chapas de gesso acartonado.

Segundo a Drywall (2013), o *drywall* é fabricado industrialmente mediante um processo de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada nas bordas longitudinais e colada sobre a outra.

O uso de elementos de baixo custo e fácil acesso como a terra, a areia, o cimento aliados à utilização de papel de tipos diversos e principalmente aqueles impróprios para a produção de reciclados, já demonstra a preocupação ambiental da proposta apresentada no presente trabalho. Além disso, o

uso do composto extrapola a alternativa de somente reciclar o excedente residual de celulose, pois, corrobora com a necessidade atual de se produzir um material versátil que possibilita várias opções de uso em seguimentos diversos.

No que se refere aos produtos gerados pelo compósito destacaram-se o tijolo ecológico, os materiais didáticos e os utensílios domésticos e ornamentais. No tocante ao tijolo, as fibras do papel conferiram-lhe maior leveza e estabilidade e apesar de várias experiências empíricas que demonstraram sua viabilidade são necessários testes mais elaborados que confirmem suas qualidades e determinem mais precisamente as quantidades adequadas dos ingredientes que o compõem.

Os materiais didáticos e os utensílios domésticos e ornamentais não apresentaram nenhum problema experimental que os desabonem. Deve-se levar também em conta que a vida útil desses materiais é longínqua. No mais, seu descarte após vida útil é bem menos degradante ao ambiente do que se fossem alocadas em lixões a céu aberto. Outro ponto relevante é a possibilidade de reciclar esses materiais transformando-os em novos materiais úteis.

Referências

- BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel). *Dados do setor*. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>; acesso em: 11 de mar. 2014.
- _____. *Conjuntura BRACELPA*. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-064.pdf>>; acesso em: 05 de set. 2014.
- BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Capítulo II, Definições, art. 3º, inciso XIV. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>; acesso em: 17 de abr. 2014.
- BUSON, M. A. *Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical*. 2009. 135 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/5993?mode=simple&submit_simple=Mostrar+item+em+formato+simples>; acesso em: 18 de jun. 2014.
- CABEZAS, C. Nova tecnologia sustentável: Tijolos com papel reciclado. *ArchDaily*: 06 de fev. 2013.
- CALEGARI, C. *et al.* Adição de aparas de papel reciclável na fabricação de chapas de madeira aglomerada. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 1, maio 2004.
- CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). País recicla apenas 13% dos resíduos que são jogados fora. *Em Discussão - Revista de audiências públicas do Senado Federal*, Brasília, n. 3, jun. 2010, p. 14.
- CNUMAD (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento). Maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos. In: *Agenda 21, Capítulo 21, Áreas de Programas B*. p. 345. Brasília: Câmara dos Deputados, coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>; acesso em: 19 de abr. 2014.
- DRYWALL (Associação Brasileira do Drywall). *Chapas*. São Paulo: Drywall, 2013.
- FALEIROS, M. Brasil alcança a posição de quarto maior produtor mundial de celulose. *Revista O papel*, São Paulo, p. 7, 2009.
- IZIDIO, L. L.; SUBTIL, G. W.; ANDRADE, A. A. Utilização de resíduos da indústria de celulose como matéria-prima para fabricação de tijolos. *Revista O Papel*, São Paulo, p. 50, 2014.
- LACERDA, M. Professor da UnB cria tijolo feito com papel das embalagens de cimento. *Revista Cidadania & Meio Ambiente*, Brasília: EcoDebate, 2010. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/04/14/professor-da-unb-cria-tijolo-feito-com-papel-das-embalagens-de-cimento/>>; acesso em 07 de jun. 2014.
- MIRANDA, L. A. *et al.* *Caracterização física de solo e resíduo da indústria de papel e celulose (grits) para fabricação de tijolos de solo-cimento*. Recife: ELECS, 2009.
- MILLER, G. T. *Ciência ambiental*. Trad. All Tasks. 11.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MITIDIÉRI, C. Drywall no Brasil: reflexões tecnológicas. *Drywall*, São Paulo, 27 de fev. 2009.

REBOUÇAS, A. S. *et al.* Krafterra: tijolo ecológico. *Exacta*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 43-47, 2011.

RIBEIRO, W. C.; ZIGLIO, L. Produção de resíduos e sociedade de consumo. In: SPADOTTO, C.; RIBEIRO, W. (Eds.). *Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria*. Botucatu: FEPAF, 2006.

ROSA, J. Empresa transforma papel reciclado em telha. *Sustentabilidade*, São Paulo, jul. 2012. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/sustentabilidade/empresa-transforma-papel-reciclado-em-te->

[lha,630939160467b310VgnCLD200000bbccceb0aRCD.html](http://lha.630939160467b310VgnCLD200000bbccceb0aRCD.html)>; acesso em: 01 jun. 2014.

SANTOS, M. *et al.* Papel: como se fabrica? *Química nova na escola*, n. 14, p. 6, nov. 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. *Resíduos sólidos*. São Paulo: SMA, 2010.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. *Economia ambiental: fundamentos, políticas e aplicações*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRIGUEIRO, A. *Mundo Sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação*. São Paulo: Globo, 2005..

Como citar este artigo científico

PEZZOTTA-SOBRINHO, P. Compósito de celulose: uma nova forma de reciclar papel e suas aplicações na fabricação de materiais didáticos, tijolos ecológicos e utensílios domésticos. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, out. 2014, p. 70-84. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: __/__/__.