



MULTI-SCIENCE

JOURNAL

VOLUME I - NÚMERO III



Sistema Qualis/CAPES periódicos: reflexões sobre as distorções dos critérios de avaliação e de seus múltiplos usos

André Luis da Silva Castro¹

O sistema Qualis/CAPES de avaliação de periódicos científicos iniciou em 2010, com o objetivo de estratificar a qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação brasileiros. Os critérios de avaliação são estabelecidos por representantes da pós-graduação *Stricto sensu* das diferentes áreas do conhecimento/avaliação e divulgados anualmente pela CAPES. Apesar de sua inegável contribuição como estímulo para o crescimento, internacionalização e melhoria da qualidade dos periódicos brasileiros, as críticas da própria comunidade científica aos critérios adotados são constantes (Andriolo et al., 2010, Oliveira et al., 2015, Rocha-e-Silva, 2009). As atualizações do Qualis CAPES são muito aguardadas pela comunidade científica, mais precisamente por docentes e discentes da pós-graduação brasileira e por editores de periódicos científicos, uma vez que impacta diretamente em diferentes aspectos da vida acadêmica.

Na mais recente atualização do Qualis CAPES - 2014, alguns aspectos merecem uma reflexão. O primeiro aspecto refere-se às divergências encontradas na avaliação de um mesmo periódico nas diferentes áreas de avaliação. A CAPES reconhece que “a classificação atribuída a um periódico pode ser distinta a depender da área de avaliação e seus respectivos critérios” (CAPES, 2015). Essas divergências não são novas e é natural que ocorram. Entretanto, algumas disparidades mostram incoerências gritantes. Tomemos como exemplo o periódico *Physiology & Behavior*, com fator de impacto 2,97 e que publica artigos interdisciplinares sobre mecanismos fisiológicos e comportamentais e sua modulação com fatores ambientais, fruto de pesquisas com animais ou seres humanos. O periódico é classificado como A1 em Ciências Ambientais, B1 em Ciências Biológicas (I, II e III) e como C na área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros. Tanto a área de Ciências Ambientais quanto as áreas de Ciências Biológicas e Zootecnia/Recursos Pesqueiros dependem de pesquisas que enfoquem a fisiologia e comportamento, quer sejam de animais quer sejam de seres humanos. Há publicações neste periódico de ambas as áreas supracitadas. Entretanto, o periódico é avaliado desde A1, como de maior qualidade, até o estrato C, considerado de pior qualidade. Como isso é possível? Segundo o documento de área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros, os periódicos que não têm aderência à área foram incluídos no estrato C (Jobim et al. 2015). Assim, enquanto a Revista Brasileira de Zootecnia, que apresenta fator de impacto 0,35, foi classificada como B1, a *Physiology & Behavior*, com fator de impacto 2,97, foi classificada na área como C. Dessa forma, é notória a incoerência no sistema de classificação de qualidade dos periódicos, que prioriza a “aderência dos periódicos às respectivas áreas”, em detrimento ao fator de impacto dos mesmos, parâmetro mais coerente para inferir a qualidade dos periódicos. E há inúmeras discrepâncias do tipo, em todas as áreas de avaliação da CAPES, protegendo periódicos ditos “aderentes à área” e desvalorizando periódicos de alta qualidade.

As discrepâncias entre as áreas de avaliação ressaltam ainda outra incoerência, relacionada à interdisciplinaridade. A supervalorização da “aderência dos periódicos às respectivas áreas” acaba por desvalorizar a produção de conhecimento interdisciplinar. A leitura óbvia da avaliação CAPES é: melhor publicar em um periódico aderente a uma área específica (ainda que com um baixo fator de impacto) do que em um periódico interdisciplinar (com um alto fator de impacto), uma vez que há grande risco de um periódico interdisciplinar ser avaliado subjetivamente como “não aderente à área”. Desse modo, a interdisciplinaridade, tão citada nos documentos de áreas da CAPES para criação de cursos de mestrado e doutorado, ainda está longe de ser avaliada e valorizada na pós-graduação brasileira, contrariando tendências internacionais.

Outro aspecto importante sobre o Qualis/CAPES periódicos refere-se à sua finalidade, desde sua criação, até os seus múltiplos usos atuais. O Qualis/CAPES é um instrumento que visa avaliar a qualidade dos periódicos científicos para a pós-graduação brasileira. Entretanto, a classificação dos periódicos realizada pela CAPES tem sido utilizada para avaliar a produção de discentes para ingresso na pós-graduação, em

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutá, GO, Brasil

concursos públicos para docentes, em avaliações institucionais de docentes para progressão na carreira, para concessão de bolsas, recursos para pesquisa etc. Assim, as incoerências do Qualis/CAPES são ainda mais distorcidas quando utilizadas para objetivos difusos, podendo implicar em inúmeras injustiças, de forma que a avaliação da qualidade dos periódicos fique em segundo, terceiro ou quarto plano.

O que fazer então para corrigir tais discrepâncias? A resposta não é fácil, ainda mais quando são consideradas as particularidades das diferentes áreas do conhecimento. Contudo, o uso de mecanismos subjetivos e que protejam periódicos de “maior aderência” à área, mesmo com baixo fator de impacto, não contribuem para a pós-graduação brasileira, para a Ciência e nem para os docentes ou discentes. E quando essas incoerências são incorporadas a outros processos de avaliação institucionais de produção intelectual, os problemas são repetidos e ainda agravados. Uma alternativa para corrigir as distorções do Qualis/CAPES é incorporar mais elementos objetivos para a avaliação, como o índice H dos periódicos, por exemplo. E para os processos institucionais de avaliação de produção intelectual, parece mais viável abandonar o uso do Qualis/CAPES e utilizar também indicadores objetivos de qualidade da publicação, já consagrados internacionalmente.

REFERÊNCIAS

Andriolo, A. et al. (2010). Classificação dos periódicos no sistema QUALIS da CAPES – a mudança dos critérios é urgente! *Revista Brasileira de Ortopedia*, 45(1), 1-3.

CAPES (2015). Ofício Circular nº 23/2015 –DAV/CAPES. Disponível em: <<http://capes.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/7693-esclarecimento-qualis-periodicos>>. Acesso em: 20/11/2015.

Jobim, C.C. et al. (2015). Critérios de classificação Qualis – Zootecnia e Recursos Pesqueiros. Disponível em: <<http://capes.gov.br/component/content/article/44-avaliacao/4685-zootecniarecursos-pesqueiros>>. Acesso em 01/12/2015.

Oliveira, A. B. et al. (2015). Comparação entre o Qualis/CAPES e os índices H e G: o caso do portal de periódicos UFSC. *Informação & Informação*, 20(1), 70-91.

Rocha-e-Silva, M. (2009) O novo Qualis, que não tem nada a ver com a ciência do Brasil. Carta aberta ao presidente da CAPES. *Clinics*, 64(8), III-IV.

Autor para correspondência: André Luis da Silva Castro

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, s/n, Zona Rural,
Urutaí, GO, Brasil.

E-mail: andre.castro@ifgoiano.edu.br

Recebido em: 07 dez. 2015

Aceito em: 07 dez. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

Teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de urucum

Roberta Leopoldo Ferreira¹

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi estabelecer o método para estimar o vigor de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio do teste de condutividade elétrica, envolvendo combinações entre a massa das sementes, o volume da água e o período de hidratação, relacionando os resultados desse teste com a formação da plântula (muda) e as diferenças de genótipo dos acessos genéticos; foram utilizadas sementes de quatro acessos genéticos, mantidos pelo IAC, Campinas, SP, e três lotes. Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas 25 ou 50 sementes, hidratadas em 50mL ou 75mL de água destilada, a 25°C, por 2, 4, 8, 16 ou 24 horas. Paralelamente, foram avaliados o teor de água das sementes, a germinação, a primeira contagem de germinação, a emergência da plântula, o índice de velocidade de emergência da plântula, número de folhas, altura de plântulas e massa da matéria seca da plântula. O teste de condutividade elétrica é eficiente para estimar o vigor das sementes de urucum, independentemente do acesso genético; para a avaliação devem ser utilizadas 25 ou 50 sementes, hidratadas em 50 ou 75mL de água destilada a 25°C, por 16 ou 24 horas..

Palavras-chave: *Bixa Orellana* L., acessos genéticos, lixiviação, períodos de hidratação.

Electrical conductivity test to evaluate the vigor of annatto seeds

ABSTRACT

The objective of this study was to establish method related to electrical conductivity test to evaluate the vigor of annatto seeds (*Bixa orellana* L.) and the research involving combinations between the seed mass, the volume of water and the hydration period, relating the results of this test with the formation of the seedling and differences in genotype of genetic access. Seeds were represented by four genetic access, maintained by IAC, Campinas, SP, Brazil, and three lots. The electrical conductivity was performed with 25 or 50 seeds immersed in 50ml or 75mL of distilled water for 2, 4, 8, 16 and 24 hours of soaking at 25°C. The following additional tests were performed: water content, germination test, first count of germination, seedling emergence, index speed of seedling emergence, number of leaves, seedling height and dry matter of seedling. The results confirmed the efficiency of the electrical conductivity test to evaluate the annatto seed vigor, for all genetics access; for seed evaluation should be used 25 or 50 seeds, hydrated in 50 or 75mL of distilled water for 16 or 24 hours at 25°C.

Keywords: *Bixa orellana* L., genetic access, leakage, hydrations periods.

Autor para correspondência: Roberta Leopoldo Ferreira

Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", SP, Brasil.

E-mail: robertaleopoldof@gmail.com

Recebido em: 14 abr. 2015

Aceito em: 15 mai. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", SP, Brasil

INTRODUÇÃO

O urucum (*Bixa orellana* L.) é a única espécie da família Bixaceae. É um arbusto originário da América Central ou do Sul, mais especificamente da região Amazônica. O valor agrícola e econômico das sementes de urucum está relacionado à utilização dos pigmentos da superfície da semente, como a bixina, que são corantes naturais utilizados nas indústrias, de alimentação, de cosméticos e têxtil (Franco et al., 2008).

A multiplicação das plantas de urucum é por meio da plântula (ou muda) e, dessa forma, a determinação da qualidade das sementes é essencial. A qualidade das sementes, caracterizada por parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário, é essencial que seja determinada em função da produção e do comércio de sementes.

Um dos testes que estima o vigor de sementes é o de condutividade elétrica, que está relacionado com a integridade das membranas celulares; essa avaliação é caracterizada pela quantidade de líquidos liberada durante a hidratação das sementes, assim os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam qualidade superior das sementes (vigorosas). Membranas mal estruturadas e células danificadas estão associadas com o processo de deterioração da semente, portanto com sementes de qualidade inferior (Matthews & Powell, 1981, AOSA, 1983). Como a degradação das membranas celulares é um dos eventos iniciais do processo de deterioração (Delouche & Baskin, 1973), os testes que avaliam a integridade das membranas, como o de condutividade elétrica, são, teoricamente, os mais adequados para estimar o vigor.

No entanto, vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica como, por exemplo, o tempo de hidratação, o tamanho da semente, a temperatura de hidratação, o teor de água inicial das sementes, o número de sementes da amostra e o genótipo (Dias et al., 1998, Vanzolini & Nakagawa, 1998, Vieira & Krzyzanowski, 1999, Sá, 1999, Gaspar & Nakagawa, 2002, Martinset al., 2002, Dutra & Vieira, 2006) e isso incentiva tecnólogos e pesquisadores a estudarem esse método para as sementes de diferentes espécies.

Alguns métodos para o teste de condutividade elétrica foram desenvolvidos para sementes de espécies brasileiras, com variações de acordo com a espécie como, por exemplo, Ataíde et al. (2012) e Flávio & Paula (2010) que avaliaram a quantidade de sementes, o volume de água e o tempo de hidratação para sementes de amendoim do campo (*Pyterogyne nitens* Tull.) e *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. respectivamente, Gonzales et al. (2009) que avaliaram o tempo de hidratação das

sementes de *Albizia hassleri*(Chod) Burkart e Suñé (2006) que avaliaram diferentes temperaturas e períodos de hidratação para espécies do gênero *Paspalum*. Além disso, Marques et al. (2002a, 2002b) avaliaram as sementes de *Dalbergia nigra*, Gonçalves (2003) as de *Guazuma ulmifolia* e Santos & Paula (2005) as de branquilha (*Sebastiania commersoniana*), entretanto, não há estudos desse método para as sementes de urucum.

Devido à limitação de informações de métodos para estimar o vigor das sementes de espécies brasileiras, o objetivo da pesquisa foi estabelecer método para o teste de condutividade elétrica, envolvendo combinações entre a massa das sementes, o volume de água e o período de hidratação, para avaliar o vigor de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.), relacionando os resultados desse teste com a formação da plântula (muda) e as diferenças de genótipo dos acessos genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (USP, ESALQ, LPV), em Piracicaba, SP. As sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) foram representadas por quatro acessos genéticos, mantidos pelo IAC, Campinas, SP, e por três lotes. Os acessos genéticos foram identificados pelos números 9, 11, 15 e 18, que foram definidos de acordo com o local de colheita das sementes, no caso as sementes do lote 1 foram colhidas em Monte Castelo – SP, as sementes do lote 2 em São João do Pau D`alho -SP e as sementes do lote 3 em Pindorama – SP.

Análises iniciais indicaram que as sementes de urucum tinham dormência, assim, as sementes foram escarificadas com lixa, antes de avaliar as condições para a adequação do teste de condutividade elétrica; complementarmente foi feita a avaliação da qualidade das sementes e a associação da qualidade das sementes com a formação das mudas.

Teste de condutividade elétrica: foi empregado o método massal (ISTA, 1995), com quatro repetições, avaliando o número de sementes (25 e 50), o volume de água (50 e 75mL) e o período de hidratação (2, 4, 8, 16 e 24 horas) a 25°C. A condutividade elétrica foi determinada em condutímetro, Digimed DM-31, e os resultados em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

Determinações Complementares: Teor de água: determinado pelo método da estufa (Brasil, 2009); Teste de germinação: quatro repetições de 50 sementes, distribuídas sobre papel, umedecido com quantidade de água 2,5 vezes seu peso seco e

colocadas para germinar a 30°C. A avaliação foi feita 12 dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, avaliadas conforme os resultados de Pereira (1995); Primeira contagem: avaliada em conjunto com o teste de germinação, aos nove dias após a instalação do teste; Classificação do vigor da plântula: avaliação determinada a partir do teste de germinação. Na primeira avaliação do teste, as plântulas normais, foram classificadas como plântulas normais fortes. As demais permaneceram no substrato para a segunda avaliação. Nessa avaliação, as plântulas normais foram classificadas em normais fortes e normais fracas. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais fortes Pereira (1995); Emergência da plântula e velocidade de emergência da plântula: determinados em casa de vegetação, com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em substrato vermiculita colocado em tubetes (19 cm x 6,3 cm), com água ajustada para 60% da sua capacidade de retenção. As avaliações foram diárias até o momento da estabilização da germinação da semente e da emergência da plântula. Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas emergidas e o índice de velocidade de emergência da plântula, de acordo com Maguire (1962); Altura da plântula, número de folhas e massa de matéria seca da plântula: após a emergência, foi determinado com 20 plântulas normais por repetição de forma aleatória. Essas plântulas foram secas em estufa a 68 °C com circulação de ar e posteriormente pesadas em balança analítica para determinação da massa de matéria seca. Os resultados da altura da plântula foram expressos em cm, com uma casa decimal, o número de folhas em número de folhas verdadeiras e a matéria seca em gramas (g). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com a análise separada para cada acesso genético; as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5%. Para a execução da análise foi utilizado o sistema de análise de variância para dados balanceados – Sisvar (Ferreira, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados provenientes da determinação do teor de água das sementes dos diferentes lotes dos quatro acessos genéticos de urucum não foram analisados estatisticamente, variando entre 9% e 11% (Tabela 1). Com base nestes dados, é possível afirmar que o teor de água das sementes não foi causa da variação dos resultados dos demais testes utilizados.

Para os acessos genéticos 9, 11 e 15, os resultados da primeira contagem do teste de germinação foram superiores para as sementes do lote 3, já para as sementes do acesso genético 18,

houve destaque para as sementes do lote 1, que apresentaram porcentagem superior de plântulas normais no final do teste. Resultados semelhantes foram obtidos para o teste de germinação e a avaliação de plântulas normais fortes, o que possibilita afirmar que as sementes do lote 3, desses acessos genéticos, são classificadas como vigorosas (Tabela 1).

A semelhança observada, provavelmente ocorreu em função deste teste ser conduzido em condições favoráveis de ambiente, o que por sua vez, não permite afirmar que as sementes destes lotes ao germinarem em condições adversas no campo terão o mesmo desempenho (Bheringet al., 2000). Este fato indica a necessidade de complementação dessas informações com os resultados de outros testes de vigor.

Para os resultados do teste de emergência da plântula e do índice velocidade de emergência da plântula (Tabela 1), as sementes do lote 1 apresentaram os menores valores de emergência da plântula para todos os acessos genéticos avaliados, com exceção do acesso 18, em que os resultados da avaliação das sementes do lote 1, não diferiram estatisticamente dos resultados das sementes do lote 3, que se destacaram como as de qualidade superior. Para o acesso genético 9, a qualidade das sementes do lote 3 foi superior em relação a das sementes dos demais lotes (Tabela 1).

A avaliação do número de folhas destacou, também, a inferioridade da qualidade das sementes do lote 1 em relação a das sementes dos lotes 2 e 3. No entanto, o comprimento da plântula não apresentou variação estatística em relação à variação da qualidade das sementes dos três lotes avaliados. Na avaliação da matéria seca das plântulas oriundas da emergência em casa de vegetação, foi possível detectar diferença estatística apenas para as sementes do acesso genético 9, destacando as sementes do lote 3 como as de qualidade superior, pois produziram mais fitomassa. Ratificando o resultado relacionado à qualidade das sementes do lote 3, caracterizadas como as de qualidade superior (Tabela 1), como já descrito nos testes anteriores.

De acordo com Höffs et al. (2004) o vigor das sementes afeta o crescimento inicial das plântulas, quando são avaliadas quanto à emergência em campo. Para os acessos 11, 15 e 18 não houve diferença estatística entre os resultados das sementes dos diferentes lotes para as determinações do comprimento e da matéria seca da plântula (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e de plântulas normais fortes (PNF), emergência da plântula (EP), índice velocidade de emergência da plântula (IVEP), altura (ALT), número de folhas (NF) e matéria seca da plântula (MS) de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes.

AC	L	TA	G	PCG	PNF	EP	IVE	ALT	NF	MS
				(%)					(cm)	(g)
9	L1	10,1	37 b	18 b ¹	32 b	40 b	3,5 b	8,3 a	4,0 b	1,8 b
9	L2	9,2	38 b	18 b	34 b	34 b	5,0 b	8,3 a	4,0 b	2,3 ab
9	L3	9,8	62 a	48 a	60 a	66 a	8,5 a	9,0 a	6,0 a	2,8 a
CV (%)			11,7	25,7	15,7	10,0	14,4	5,0	9,1	22,2
11	L1	10,1	35 b	15 ab	28 b	45 b	5,0 b	8,0 a	4,0 a	2,0 a
11	L2	9,4	38 ab	13 b	32 ab	52 ab	5,5 b	8,3 a	5,0 a	2,0 a
11	L3	9,2	47 a	22 a	42 a	67 a	8,0 a	8,8 a	5,0 a	2,3 a
CV (%)			15,0	22,0	21,3	15,0	9,4	4,9	12,5	13,9
15	L1	10,2	41 ab	23 b	38 a	46 c	5,0 c	8,3 a	4,0 b	2,0 a
15	L2	10,3	34 b	13 b	30 a	57 b	6,3 b	8,5 a	4,0 b	2,0 a
15	L3	9,3	56 a	35 a	45 a	77 a	8,8 a	9,3 a	6,0 a	2,5 a
CV (%)			22,7	23,0	22,5	8,5	9,4	6,1	14,1	20,2
18	L1	11,1	55 a	39 a	53 a	58 ab	9,5 a	10,8 a	4,0 a	2,8 a
18	L2	9,4	43 b	20 b	40 b	48 b	5,0 b	9,0 a	5,0 a	2,3 a
18	L3	10,2	54 a	28 b	47 a	67 a	9,3 a	8,5 a	5,0 a	2,3 a
CV (%)			8,5	15,7	7,0	15,0	6,1	6,9	11,7	20,7

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No teste de condutividade elétrica (CE) o vigor está relacionado à integridade do sistema de membranas celulares. Desse modo, quando as sementes são hidratadas em água, há a lixiviação dos constituintes celulares das sementes no meio líquido, em intensidade proporcional ao estado de desorganização dessas membranas (Woodstock, 1973; Grabe, 1976). Sendo assim, os menores valores de CE indicam qualidade superior das sementes.

Analisando a utilização de 25 sementes hidratadas em 50 mL de água destilada (Tabela 2) os resultados das sementes do acesso genético 9, lote 3 foram significativamente superiores aos demais nos cinco períodos avaliados.

Em relação ao tempo de hidratação, Rosa et al. (2000), verificaram que a liberação inicial de eletrólitos é intensa, tanto pelas sementes vigorosas quanto pelas deterioradas, sendo difícil diferenciar lotes no começo da hidratação. Na medida em que as sementes vigorosas reorganizam mais rapidamente suas membranas, a sua liberação de íons se estabiliza, sendo possível a diferenciação dos lotes em níveis de qualidade. Contudo, neste estudo, para o acesso genético 15, o período de 2 horas de hidratação foi eficiente para classificar as sementes do lote 1 como não vigorosas e as sementes do lote 3 como vigorosas (Tabela 2).

Os períodos de hidratação das sementes de 8 horas, 16 horas e 24 horas foram eficientes para classificar

as sementes dos três lotes para todos os acessos genéticos avaliados, com exceção do acesso 11, em que foi possível detectar diferenças entre as sementes a partir das 16 horas de hidratação (Tabela 2).

Para as avaliações da condutividade elétrica de 50 sementes em 50 mL de água destilada a 25°C (Tabela 3) para o acesso 9, os resultados das sementes dos lotes 1 e 3 foram estatisticamente superiores aos das sementes do lote 2. Além disso, foi observado que o período de 2 horas de hidratação não foi adequado para a classificação das sementes dos lotes dos acessos genéticos 11 e 18, uma vez que não houve diferença estatística significativa entre os resultados em função dos lotes de sementes.

A classificação das sementes do lote 3 como as de qualidade superior foi mantida em todos os tratamentos. Para o acesso genético 11, foi possível classificar as sementes do lote 1 como não vigorosas, as sementes lote 2 como de vigor intermediário e as sementes do lote 3 como vigorosas a partir de 16 horas de hidratação (Tabela 3). Santos e Paula (2005) verificaram que nas mesmas condições, o período igual ou superior a 18 horas de hidratação é eficiente para classificar sementes de lotes de branquilha em qualidade

Tabela 2. Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes.

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S},\text{cm}^{-1},\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	94,8 b ¹	126,5 b	184,5 b	229,0 b	272,8 b
9	L2	98,5 b	128,0 b	186,0 b	231,5 b	261,3 b
9	L3	66,0 a	81,8 a	118,0 a	132,8 a	158,0 a
CV (%)		21,5	20,1	22,2	29,0	27,1
11	L1	84,0 a	116,3 a	170,8 a	203,5 b	258,0 b
11	L2	76,0 a	100,8 a	151,5 a	168,5 a	208,0 ab
11	L3	75,0 a	93,0 a	115,0 a	151,0 a	167,8 a
CV (%)		29,2	30,2	22,8	28,1	29,1
15	L1	132,0 b	168,0 b	252,0 b	290,0 b	356,5 b
15	L2	76,3 a	98,8 ab	130,8 a	148,0 a	180,0 a
15	L3	59,5 a	78,3 a	113,5 a	150,8 a	186,0 a
CV (%)		25,7	20,1	29,0	28,2	30,1
18	L1	100,3 a	142,0 a	263,5 b	305,8 b	366,5 b
18	L2	77,3 a	99,3 a	140,5 a	168,0 a	202,8 a
18	L3	70,5 a	92,0 a	128,8 a	163,5 a	200,0 a
CV (%)		33,4	30,1	29,7	34,2	30,1

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3. Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lote.

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S},\text{cm}^{-1},\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	85,8 a	104,5 a	137,7 a	162,0 a	193,0 a
9	L2	138,0 b	166,5 b	281,3 b	361,8 b	427,0 b
9	L3	69,0 a	91,0 a	128,0 a	136,8 a	157,0 a
CV (%)		13,1	15,1	13,3	12,7	12,4
11	L1	86,0 a	116,8 a	183,0 b	244,5 c	286,0 c
11	L2	74,8 a	98,3 a	146,3 a	187,3 b	225,8 b
11	L3	66,8 a	86,0 a	111,0 a	121,0 a	145,5 a
CV (%)		12,2	14,2	19,0	15,3	17,2
15	L1	115,5 b	147,5 b	220,8 b	266,0 b	311,0 b
15	L2	68,0 a	102,3 ab	139,3 a	189,3 a	202,5 a
15	L3	63,0 a	82,8 a	122,0 a	134,8 a	159,8 a
CV (%)		20,1	22,1	19,0	18,2	18,2
18	L1	92,0 a	128,8 a	217,8 b	279,0 b	360,3 b
18	L2	74,8 a	92,8 a	125,3 a	155,3 a	188,3 a
18	L3	63,8 a	84,0 a	138,3 a	180,8 a	232,8 a
CV (%)		16,7	13,6	17,2	16,4	15,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para todos os acessos genéticos avaliados, as diferenças da qualidade das sementes dos lotes 1, 2 e 3 foram detectadas a partir de 8

horas de hidratação, quando 25 sementes foram hidratadas em 75 mL de água destilada a 25°C (Tabelas 4), com o destaque para as sementes do

lote 3, classificadas como vigorosas, quando hidratadas por 8 horas e 24 horas. No entanto, a distinção da qualidade das sementes em três níveis de vigor, em que foi verificada variação estatisticamente superior das sementes do lote 2 e inferior das do lote 1, só ocorreu após 16 horas de hidratação.

Os valores da condutividade elétrica são inferiores, quando as sementes são hidratadas em 75 mL de água em relação às hidratadas em 50 mL;

provavelmente é decorrente da variação da quantidade de água destilada utilizada, uma vez que os demais fatores foram mantidos constantes. Resultados semelhantes foram obtidos por Dalanhol et al. (2014) quando estudaram o método para o teste de condutividade elétrica para sementes de sucupira-parda (*Bowdichia virgilioides* Kunth).

Tabela 4. Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes.

ACESSO	LOTE	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
		Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	56,8 a ¹	78,0 a	111,8 ab	134,8 b	238,5 b
9	L2	75,3 a	113,0 a	133,8 b	140,3 b	237,5 b
9	L3	47,5 a	67,5 a	89,3 a	106,3 a	129,8 a
CV (%)		20,4	22,1	25,2	22,1	29,0
11	L1	61,3 a	77,5 a	110,0 a	129,3 a	179,8 b
11	L2	47,5 a	70,5 a	93,5 a	117,0 a	119,8 a
11	L3	50,5 a	64,5 a	80,3 a	99,3 a	103,5 a
CV (%)		24,1	29,8	33,0	20,0	30,1
15	L1	70,0 a	94,3 a	128,5 b	166,3 c	176,8 b
15	L2	47,5 a	64,3 a	77,0 a	81,3 a	142,8 b
15	L3	47,5 a	66,8 a	85,5 a	87,5 b	116,5 a
CV (%)		19,9	20,1	22,9	23,9	21,0
18	L1	96,8 a	148,5 b	203,8 b	208,5 b	238,8 b
18	L2	53,5 a	76,8 a	104,0 a	115,0 a	131,0 a
18	L3	60,5 a	82,8 a	120,5 ab	137,0 a	178,3 a
CV (%)		28,0	29,1	22,9	28,2	29,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando 50 sementes foram hidratadas em 75 mL de água, o período de 2 horas de hidratação das sementes, não foi também eficiente para classificar a qualidade das sementes dos lotes de todos os acessos genéticos avaliados (Tabela 5). Entretanto, ocorreu diferença significativa entre o resultados das sementes dos três lotes a partir de 4 horas de hidratação das sementes, com destaque

para os resultados das sementes do lote 3, que foram significativamente superiores, mesmo resultado observado nos tratamentos anteriores (Tabelas 2, 3 e 4). Para sementes de jacarandá-da-bahia foi possível classificar a qualidade das sementes dos diferentes lotes quando as sementes foram hidratadas por períodos iguais ou superiores a 36 horas (Marques et al., 2002b).

Tabela 5. Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes.

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	52,5 a ¹	63,8 a	82,0 a	116,0 a	166,0 b
9	L2	33,3 a	132,0 b	187,3 b	208,3 b	224,0 c
9	L3	45,5 a	68,8 a	94,5 a	112,0 a	125,8 a
CV (%)		20,1	17,7	18,3	16,7	16,2
11	L1	41,3 a	94,5 b	134,3 b	145,8 b	188,5 c
11	L2	43,0 a	57,0 a	77,3 a	93,8 a	129,5 b
11	L3	45,8 a	60,0 a	81,8 a	97,5 a	107,5 a
CV (%)		18,9	14,4	12,8	15,6	20,0
15	L1	77,3 b	89,5 b	121,8 b	139,3 b	166,5 b
15	L2	46,8 a	64,8 a	86,5 a	107,5 a	122,0 a
15	L3	45,3 a	61,5 a	84,5 a	90,5 a	119,3 a
CV (%)		14,5	12,2	15,8	13,7	12,9
18	L1	59,3 a	91,3 b	127,8 b	174,0 b	198,3 b
18	L2	52,5 a	66,0 a	87,3 a	99,5 a	120,0 a
18	L3	47,5 a	65,8 a	94,8 a	117,5 a	139,8 a
CV (%)		14,3	19,0	18,2	15,2	16,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

CONCLUSÃO

O teste de condutividade elétrica utilizando 25 ou 50 sementes, hidratadas em 50 ou 75 mL de água destilada, por 16 ou 24 horas, é eficiente para classificar a qualidade de sementes de urucum.

REFERÊNCIAS

Aosa. (1983). *Seed vigor testing handbook*. East Lansing: AOSA.

Ataide, G. M., Flôres, A. V., Borges, E. E. L., & Resende, R. T. (2012). Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(4), 635-640.

Barbedo, C. J., & Cícero, S.M. (1998). Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. *Scientia Agricola*, 55(2), 249-259.

Bhering, M. C, Dias, D. C. F. S, Gomes, J. M., & Barros, D. I. (2000). Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(2), 171-175.

Bonner, F. T. (1991). Leachate conductivity: a rapid nondestructive test for pine seed quality. *Tree Planter's Notes*, 42(2), 41-44.

Brasil. (2009). Regras para análise de sementes, Brasília: SNDA/DNDV/CLAV.

Cunha, L. G. G. (1978). Diagnóstico da cultura do urucum (*Bixa orellana*) na Ibiapaba. Fortaleza: EPACE.

Dalanhol, S. J., Rezende, E. H., Abreu, D. C. A., & Nogueira, A. C. (2014). Teste de condutividade elétrica em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. *Floram*, 21(1), 69-77.

Delouche, J. C., & Baskin, N. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1(1), 427-452.

Dias, D. C. F. S., Vieira, A. N., & Bhering, M. C. (1998). Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(2), 408-413.

Dutra, A., Vieira, R. D. (2006). Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(2), 117-122.

FERREIRA, D. F. (1998). Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA.

Franco, C. F. O, Fabri, A., G., Neto, M., B., Manfiolli, M., H., & Harder, M., N., C., Rucker, N., C., A. (2008). *Urucum: Sistemas de Produção para o Brasil*, João Pessoa: Emepa.

Franco, C. F. O., Silva, F. C. P., Filho, J. C., Neto, M. B., São José, A. R., Rebouças, T. N. R., & Fontinelli, S. C. (2002). *Urucuzero: Agronegócio de corantes naturais*, João Pessoa: Emepa.

Gaspar, C. M., & Nakagawa, J. (2002). Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(2), 70-76.

Gonçalves, E.P. (2003). Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor. (Tese de Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Höffs A., Schuch L. O. B., Peske S. T; Barros A. C. S. A. (2004). Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(2), 55-62.

Ista. (1995). *Handbook of vigour test methods*. Zürich.

Maguire, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. (1962).*Crop Science*, Madison, 2(2), 176-177.

Marques, M. A., Paula, R. C., & Rodrigues, T. J. D. (2002a). Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth). *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 271-278.

Marques, M. A., Paula, R. C., & Rodrigues, T. J. D. (2002b). Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 254-262.

Martins, C. C., Seneme, A. M., Castro, M. M., Nakagawa, J., & Cavariani, C. (2002). Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *Revista Brasileira de Sementes*, 24(2), 96-101.

Matthews, S., & Powell, A. A. (1981). Electrical conductivity test. In: Perry, D. A. (Ed.). *Handbook of vigour test methods*. Zürich: ISTA.

Pereira, T. S. (1995). Caracterização de plântulas de *Bixa orellana* L, – Urucu (Bixaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2), 234-248.

Rebouças, T. N. H. (1995). Análise do comportamento do urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) cultivado em Vitória da Coquista-BA.(Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil.

Rodo, A. B., Tillmann, M. A. A., Villela, F. A., & Sampaio, N. V. (1998). Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(1), 29-38.

Sá, M. E. (1999). Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). *Scientia Agricola*, 56(1), 13-19.

Santos, S. R. G., & Paula, R.C. (2005). Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2), 136-145.

Suñé, A. D. (2006). Metodologia de testes de germinação e de vigor para sementes de leguminosas e gramíneas nativas de importância para o bioma campo.(Tese de Doutorado). Universidade federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Vanzolini, S., Nakagawa, J. (1998). Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(1),178-183.

Vieira, R., & Krzyzanowski, F. C. (1999). Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES.

Woodstock, L. M. (1973). Physiological and biochemical of seed vigor. *Seed Science and Technology*, 1(1), 127-157.

Phenotypic correlation network analysis of garlic variables

Anderson Rodrigo da Silva¹, Paulo R. Cecon², Mário Puiatti²

ABSTRACT

In this paper we applied weighted correlation networks in order to discover correlation structures and link patterns of sixteen garlic variables related to leaf, bulb and other vegetative and growth variables. By using the Fruchterman-Reingold algorithm, correlation clusters and other structures could be easily identified. Overall, we detected a link between clusters of leaf and bulb variables. The harvest index was negatively associated with vegetative variables, as expected. In addition, bulb growth rate was positively associated with leaf area rate, root growth rate and plant liquid assimilation rate.

Keywords: *Allium sativum* L., correlation matrix, covariance, plant breeding

Análise de redes ponderadas de correlação de variáveis de alho

ABSTRACT

A análise de redes ponderadas de correlação foi aplicada com o objetivo de descobrir estruturas de correlação e padrões de ligação entre dezesseis variáveis de alho relacionadas à folha, bulbo e outras variáveis vegetativas. Por meio do algoritmo Fruchterman-Reingold, grupos de correlação e outras estruturas puderam ser facilmente identificados. Um padrão geral de ligação entre grupos de variáveis de folha e de bulbo foi detectado. O índice de colheita foi negativamente correlacionado com variáveis vegetativas, como esperado. Além disso, a taxa de crescimento do bulbo foi positivamente associada com o índice de área foliar, taxa de crescimento radicular e taxa de assimilação líquida da planta.

Keywords: *Allium sativum* L., matriz de correlação, covariância, melhoramento de plantas.

Autor para correspondência: Anderson Rodrigo da Silva

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, s/n, Zona Rural, Urutaí, GO, Brasil.

E-mail: anderson.silva@ifgoiano.edu.br

Recebido em: 23 mai. 2015

Aceito em: 15 jun. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, Brasil.

INTRODUCTION

Clonal selection is a major breeding method for garlic since plant sterility usually precludes crop improvement through cross hybridization. Nevertheless, garlic shows wide morphological and agronomic variations in colour, size of bulb, plant height, flowering, number and size of cloves, days to harvesting, resistance to storage capacity, dormancy and adaptation to agro-climatic situations (Mario et al., 2008, Singh et al., 2013). According to Honorato (2012), there is a large diversity of garlic cultivars in Brazil, and this is a result of selection and somatic mutations. Reis et al. (2014) mention the necessity of exploring the genetic variability in germoplasm banks. When evaluating accessions of these banks, several characters should be considered.

According to Olawuyi et al. (2013), the correlation coefficient measures the mutual relationship among several characters and determines the component on which selection can be based upon. Barad et al. (2012) highlighted the value of studying character association patterns for effective selection. Singh et al. (2013) pointed out the importance of considering several components affecting garlic yield, directly or indirectly. However, one may find out some difficulties when analysing large correlation matrices.

According to Epskamp et al. (2012), a correlation network analysis can help one to identify suggestive correlation patterns in a correlation matrix that are hard to extract by analysing it numerically. A network graph is created to represent variables as nodes. These nodes are connected by edges, whose width is proportional to the strength of the correlation. Correlation network plots are biologically intuitive (Langfelder & Horvath, 2008) and useful to identify clusters of variables and how these clusters are connected to each other (Ursem et al., 2008).

Correlation networks of garlic variables may increase the selection effectiveness of of garlic cultivars, since not only correlated variables but clusters of correlated variables can be identified. And, although there are studies concerning correlation analysis of garlic variables (Singh et al., 2011, Barad et al., 2012, Singh et al., 2013), we could not find any published work on correlation network with this important crop. In this context, the objective of this work was to identify patterns or structures in the matrix of phenotypic correlations among agronomic and growth-related garlic variables based upon weighted correlation network analysis.

MATERIAL AND METHODS

Our results are based on data from an experiment installed under the randomized block design, with four replications, at the municipality of Viçosa, MG, Brazil, coordinates 20°45' S and 42°51' W. We evaluated 89 garlic accessions registered in the Germoplasm Bank of the Federal University of Viçosa (BGH/UFV). Experimental units consisted of four transversal 1.0 m long lines, with plants on spacing 0.25 × 0.10 cm, which results in 40 plants per experimental unit.

At 60, 90, 120, 150 days after planting and at harvest (~ 170 days), we evaluated the following variables related to leaf and leaf growth: leaf dry matter (LDM), leaf area (LA), number of leaves per plant (NLP), leaf area ratio (LAR) and leaf area endurance (LAE); and the following variables related to bulb and bulb growth: bulb dry matter (BDM), bulb diameter (BD), bulb length (BL), number of cloves per bulb (NCB), bulb weight (BW), bulb growth rate (BGR); and some other vegetative and growth related variables: pseudo-stem dry matter (PDM), root dry matter (RDM), root growth rate (RGR), plant liquid assimilation rate (PAR) and harvest index (HI). Growth related variables were determined as suggested by Evans (1982).

Data were subjected to multivariate analysis of variance. For estimating the phenotypic correlation matrix, RP, we took the matrix of mean squares and cross-products of genotype, MG, as the estimate of phenotypic covariance matrix. Then,

considering m_{ij} as the element (covariance) at the i -th ($i = 1, 2, \dots, 16$) row and j -th ($j = 1, 2, \dots, 16$) column, the corresponding correlation is given by:

$$r_{ij} = m_{ij} / \sqrt{m_{ii}m_{jj}}$$

This procedure is equivalent to computing the correlation matrix from the accession means. We then analysed the correlation matrix by creating weighted correlation networks, at which connections among variables are determined by the adjacency matrix $A = h(RP)$, with function $h(r_{ij}) = \frac{1}{2} \{ \text{sgn}(|r_{ij}| - \rho) + 1 \}$, where

ρ is the hard threshold parameter, which was set to be null so that all the connections among variables can be seen. However, we have controlled the thickness of edges by applying a cut-off value equal to 0.5, meaning that only $|r_{ij}| \geq 0.5$ have their edges highlighted. The Fruchterman-Reingold algorithm (Fruchterman & Reingold, 1991) was used to create a force-directed layout for the network, in which the proximity between nodes (variables) is proportional to the absolute value of the correlation between those nodes. Finally, positive correlations are coloured in dark green, whereas negatives are shown in red. All the analyses were performed using the software R version 3.1.2 (R Core Team, 2014).

The correlation network procedure was done using the package qgraph (Epskamp et al., 2012).

RESULTS AND DISCUSSION

The multivariate analysis of variance has revealed significant ($p < 0.01$) effect of accessions, meaning that at least one covariance (and correlation) component is non-null.

Figure 1 shows the network that was constructed from all pairwise phenotypic correlations between variables of leaf, bulb and other related to vegetative growth. We set three different colours to indicate the type of variable or part of the plant. It is noteworthy the central clustering involving all the five leaf variables and four bulb variables related to bulb yield: BW, BL, BD and NCB, all positively correlated. The association between these two clusters seems to be quite reasonable since larger leaf development usually indicates higher photosynthetic rate and, hence, bulb yield. Singh et al. (2013) found positive significant ($p < 0.01$) phenotypic correlations between NLP and BW, and strong (>0.9) correlation between BD and BW. Significant ($p < 0.05$) phenotypic correlations between NLP and BD and NCB were found by Barad et al. (2012).

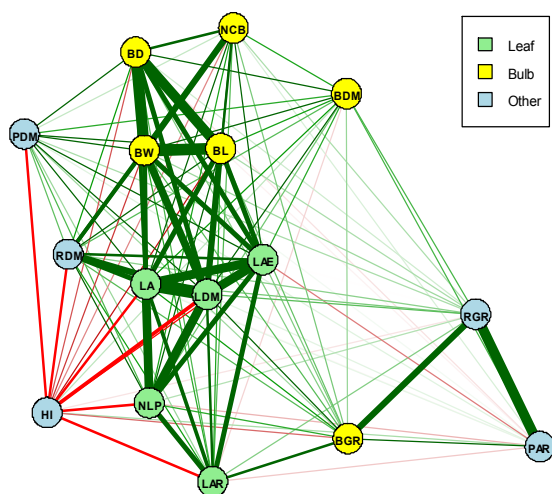


Figure 1. Phenotypic correlation network of garlic variables. Red and green lines represent negative and positive correlations, respectively. Line width proportional to the strength of the correlation.

Another correlation structure involves HI being negatively correlated with PDM, RDM, BD, BW and all leaf variables. This result is in agreement with those found by Kassahun et al. (2010) when evaluated Ethiopian garlic accessions. In fact, because HI is basically the ratio between BDM and the plant total dry matter, those associations are expected.

PAR and RGR presented strong (> 0.9) correlation. In addition, bulb growth rate (BGR) is associated with the following growth variables: LAR, RGR and PAR.

Because bulb and leaf variables form a correlated group, it means that these accessions present aptitude for selection. In this paper, we used network plots to simultaneously visualize all correlations between garlic variables. By using the Fruchterman-Reingold algorithm, correlation structures and link patterns could be easily identified. Overall, we detected a link between clusters of leaf and bulb variables. The relationships we observed through our correlation network may also serve as general guidelines for breeders.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel (CAPES) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for granting the scholarships.

REFERENCES

- Epskamp, A., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D. & Borsboom, D. (2012). qgraph: Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. *Journal of Statistical Software*, 48(4), 1-18.
- Evans, G. C. (1982). *The quantitative analysis of plant growth*. London: Blackwell Scientific Publications.
- Fruchterman, T. & Reingold, E. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software – Practice & Experience*, 21(11), 1129-1164.
- Honorato, A. R. F. (2012). *Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró-RN*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- Kassahun, T., Akhilesh, T. & Kebede, W. (2010). Genetic variability, correlation and path coefficient among bulb yield and yield traits in Ethiopian garlic germoplasm. *Indian Journal of Horticulture*, 64(4), 489-499.
- Langfelder, P. & Horvath, S. (2008). WGCNA: an R package for weighted correlation network analysis. *BMC Bioinformatics*, 9(559), 1-13.
- Mario, P. C., Viviana, B. V. & Marya, I. A. (2008). Low genetic diversity among garlic accessions detected using RAPD. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68(1), 3-12.
- Olawuyi, O. et al. (2014). Accession \times Treatment Interaction, Variability and Correlation Studies of Pepper (*Capsicum* spp.) under the Influence of Arbuscular Mycorrhiza Fungus (*Glomus clarum*) and Cow Dung. *American Journal of Plant Sciences*, 5(5), 683-690.
- Puati, G. A. et al. (2013). Cluster analysis applied to nonlinear regression models selection for the description of dry matter accumulation of garlic plants. *Revista Brasileira de Biometria*, 31(3), 337-351.

R Core Team (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available from: <<http://www.R-project.org/>>. Accessed on 01/11/2014.

Reis, R. M. et al. (2014). Nonlinear regression models applied to clusters of garlic accessions. *Horticultura Brasileira*, 32(2), 178-183.

Singh, R. K., Dubey, B. K., Bhonde, S. R. & Gupta, R. P. (2011). Correlation and path coefficient studies in garlic

(*Allium sativum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 20(2), 81–85.

Singh, S. R. et al. (2013). Character association and path analysis in garlic (*Allium sativum* L) for yield and its attributes. *SAARC Journal of Agriculture*, 11(1): 45-52.

Ursem, R., Tikunov, Y., Bovy, A., Berloo, R. & Eeuwijk, F. (2008). A correlation network approach to metabolic data analysis for tomato fruits. *Euphytica*, 161(1-2), 181–193.

Análise de trilha da produtividade de alho com inclusão de variável multicategórica

Brunna Rithielly Rezende¹ & Anderson Rodrigo da Silva¹

RESUMO

Apesar de ser uma cultura de importância indiscutível, poucos trabalhos envolvendo análise de trilha da produtividade de alho foram realizados. Não foi encontrado nenhum trabalho do tipo utilizando informações de variáveis multicategóricas. O objetivo deste trabalho foi realizar análise de trilha da produtividade de alho em função de variáveis morfológicas relacionadas ao bulbo, sendo uma destas uma variável multicategórica. Foram utilizados dados de um experimento envolvendo 89 acessos de alho, sendo analisadas as seguintes variáveis: produtividade (variável básica), diâmetro e comprimento do bulbo, número de bulbilhos por bulbo e a variável multicategórica cor da túnica do bulbo. Entre as variáveis quantitativas o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de associação linear. Correlações entre as variáveis quantitativas e a cor foram calculadas via correlação poliserial. Diâmetro e comprimento do bulbo foram fortemente ($r > 0.8$) correlacionados com a produtividade de alho. Entretanto, apenas o diâmetro apresentou efeito direto relevante sobre a produtividade.

Palavras-chave: *Allium sativum* L., correlação de Pearson, correlação poliserial.

Path analysis of garlic yield with inclusion of a multicategorical variable

ABSTRACT

Despite being a culture of unquestionable importance, just a few studies involving path analysis of garlic yield have been done. We have found no sort of work using multicategorical variables. The aim of this study was to perform a path analysis on the garlic yield as a function of morphological variables related to bulb, where one of them is multicategorical. Data from an experiment involving 89 garlic accessions were used. We analyzed the following variables: productivity (basic variable), bulb diameter, bulb length, number of cloves per bulb and the multicategorical variable: color of the bulb tunic. Among the quantitative variables the Pearson correlation coefficient was used in order to measure the degree of linear association. Correlations between quantitative variables and bulb color were calculated through polyserial correlation. Bulb diameter and length were strongly ($r > 0.8$) correlated with the garlic yield. However, only the diameter presented direct effect over yield.

Keywords: *Allium sativum* L., Pearson's correlation, polyserial correlation.

Autor para correspondência: Anderson Rodrigo da Silva

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, s/n, Zona Rural, Urutaí, GO, Brasil.

E-mail: anderson.silva@ifgoiano.edu.br

Recebido em: 06 mai. 2015

Aceito em: 25 mai. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre correlação de caracteres são essenciais em programas de melhoramento genético. De acordo com Kurek (2001), a seleção indireta através de caracteres menos complexos com maior herdabilidade e de fácil mensuração, poderá resultar em maiores progressos genéticos em relação ao uso de seleção direta. Para Ramalho et al. (1993), a correlação entre caracteres é um parâmetro muito importante, pois permite aos melhoristas conhecer indiretamente as modificações que ocorrem em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro correlacionado a ele.

Nogueira (2012) afirma que mesmo tendo grande importância o conhecimento das correlações, alguns cuidados devem ser considerados, pois elas não são medidas de causa e efeito, e a interpretação direta das suas magnitudes pode resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois a correlação alta entre dois caracteres pode ser resultado do efeito indireto de um terceiro caráter ou de um grupo de caracteres.

A análise de trilha, desenvolvida por Wright (1921, 1923) permite desdobrar os coeficientes de correlação nos efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica de interesse, cujas estimativas são obtidas resolvendo um sistema normal de equações, de forma similar à regressão. Esta análise vem sendo bastante utilizada em culturas como girassol (Amorim et al. 2008), tomate tipo salada (Sobreira et al. 2009), mamão (Oliveira et al. 2010), feijão caupi (Ribeiro, Santos & Costa 2012), pimenta (Moreira et al. 2013; Silva et al. 2013).

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça bem apreciada pelos brasileiros devido ao sabor, aroma, propriedades condimentares e medicinais existentes nele (Oliveira et al. 2010, Viana 2013). Entretanto, estudos de correlação e análise de trilha na cultura do alho são raros.

Singh et al. (2011) realizou um estudo similar envolvendo 32 acessos de germoplasma em alho com análise de correlação e análise de trilha. Panthee et al. (2006) estudaram 179 alhos coletados em várias partes do Nepal, tendo 13 características avaliadas com a produtividade. Não obstante, não foi encontrado na literatura trabalhos sobre análise de trilha em alho envolvendo variáveis multicategóricas.

O objetivo deste trabalho foi realizar análise de trilha da produtividade de alho em função de variáveis morfológicas relacionadas ao bulbo, sendo uma destas uma variável multicategórica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a novembro de 2010 em área experimental pertencente ao setor de olericultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas: 20° 45' de latitude sul e 42° 51' de longitude oeste, com altitude média de 650 m. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Foram avaliados 89 acessos de alho registrados no Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH/UFV). As unidades experimentais foram constituídas por quatro fileiras transversais de 1,0 m de comprimento, com plantas no espaçamento de 0,25 x 0,10 m, totalizando 40 plantas; foram consideradas como úteis as plantas das duas fileiras centrais. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura de campo e de galpão, por 3 e 60 dias, respectivamente, expostas ao sol e em galpão.

As variáveis analisadas neste estudo foram: produtividade (variável básica, em t ha⁻¹) e os seus componentes primários (variáveis explicativas): diâmetro do bulbo (em mm), comprimento do bulbo (em mm), número de bulbilhos por bulbo e a variável multicategórica cor da túnica do bulbo, cujas classes foram: branca, parda, rosada, levemente arroxeadada e roxa. O diagrama causal ilustrativo dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a variável básica é representado na Figura 1.

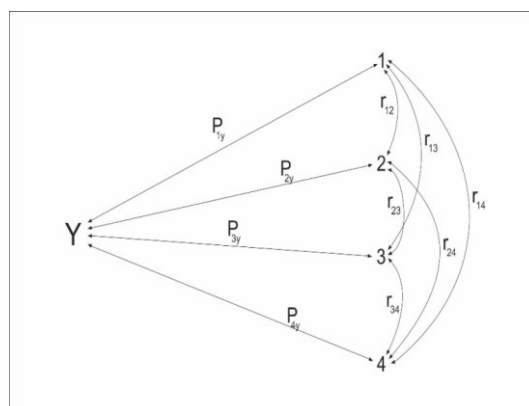


Figura 1. Diagrama ilustrativo mostrando os efeitos diretos (P_{iy}) e indiretos das variáveis explicativas: diâmetro (1), comprimento (2) do bulbo, número de bulbilhos por bulbo (3) e cor da túnica do bulbo (4) sobre a variável básica: produtividade (y).

Entre as variáveis quantitativas o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de associação linear. Correlações entre as variáveis quantitativas e a cor foram calculadas via correlação poliserial. Bistaffa (2010) afirma que a correlação poliserial é uma medida de

associação bivariada utilizada quando uma das variáveis é contínua e a outra é ordinal com três ou mais categorias.

Todas as análises foram realizadas com o software R versão 3.1.2 (R Core Team, 2014). A matriz de correlações foi calculada com a função `hetcor()` do pacote `polycor` versão 0.7-8 (Fox, 2010). A análise de trilha foi realizada com a função `path analysis()` do pacote `biotools` versão 2.0 (Silva, 2015).

RESULTADOS E DISCURSÃO

Pela matriz de correlação (Figura 2), observa-se que duas variáveis são positiva e fortemente correlacionadas com a produtividade: diâmetro (0,91) e comprimento do bulbo (0,81), as quais também são correlacionadas (0,79). A correlação da produtividade com a variável categórica cor do bulbo foi de 0,30.

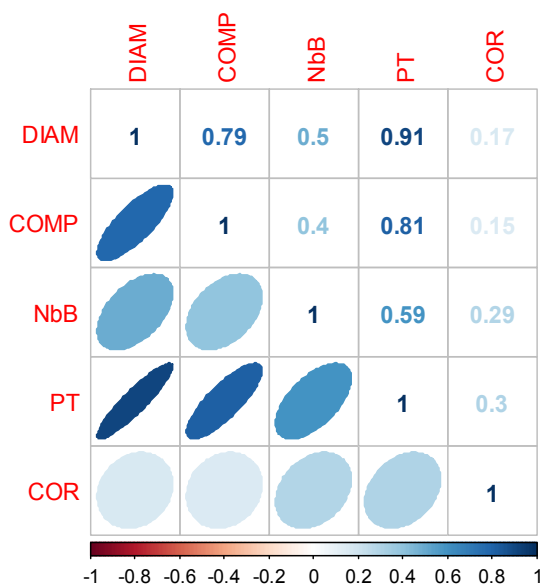


Figura 2. Representação gráfica da matriz de correlação.

Singh et al. (2011) afirma a existência de correlação alta e positiva entre o número de bulbilhos por bulbo e os caracteres relacionados com a produtividade, diferindo deste trabalho, que foi moderada e positivamente correlacionado com a produtividade. Os autores relatam ainda que houve correlação moderada e positiva entre a altura da planta e produtividade total de bulbos, corroborando com os resultados deste trabalho. Panthee et al. (2006) também verificou que a variável número de bulbilhos por bulbo, apresentou correlação moderada e positiva com a produtividade.

O modelo de análise de trilha adotado explicou 89% do relacionamento da produtividade

(Tabela 1), indicando que existe efeito direto das variáveis explicativas. Como apresentado por Silva et al. (2013), o efeito residual da análise de trilha

pode ser calculado da seguinte forma: $\sqrt{1 - R^2}$. Neste caso, apenas a variável DIAM apresentou efeito direto (0,6241) superior (em valor absoluto) ao efeito residual (0,33). Ademais, os efeitos indiretos das demais variáveis via DIAM foram também baixos (< 0,20).

Tabela 1. Análise de trilha da produtividade de alho em função das variáveis morfológicas: diâmetro (DIAM), comprimento do bulbo (COMP), número de bulbilhos por bulbo (NbB) e cor da túnica do bulbo. Efeitos diretos são apresentados na diagonal principal.

	DIAM	COMP	NbB	COR
DIAM	0,6241	0,1920	0,0751	0,0199
COM	0,4911	0,2440	0,0604	0,0182
NbB	0,3096	0,0973	0,1515	0,0348
COR	0,1038	0,0370	0,0441	0,1196
$R^2 =$	0,89			

Observa-se ainda que a alta correlação observada entre COMP e PT (0,81) é devida, basicamente, ao efeito indireto do diâmetro (0,4911) sobre a primeira, isto é, o comprimento do bulbo correlacionou-se indiretamente com a produtividade de alho através do diâmetro do bulbo. De fato, os efeitos indiretos das demais variáveis explicativas foram maiores via DIAM. A variável cor do bulbo apresentou, em geral, os menores efeitos sobre a produtividade.

CONCLUSÃO

Diâmetro e comprimento do bulbo foram fortemente ($r > 0,8$) correlacionados com a produtividade de alho. Entretanto, apenas o diâmetro apresentou efeito direto relevante sobre a produtividade.

REFERÊNCIAS

- Amorim, E. P., Ramos, N. P., Ungaro, M. R. G., Kiihl, T. A. M. (2008). Correlação e análise de trilha em girassol. *Bragantia*, 67 (2), 307-316.
- Bistaffa, B. C. (2010). Incorporação de indicadores categóricos ordinais em modelos de equações estruturais. (Tese de Mestre). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Carvalho, C. G. P., Arias, C. A. A., Toledo, J. F. F., Oliveira, M. F., Vello, N. A. (2012). Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, 28 (6), 877-888.
- Fox, J. (2010). *Polycor: Polychoric and Polyserial Correlations*. R package version 0.7-8. Disponível em:

<<http://CRAN.R-project.org/package=polycor>> Acesso em: 08/04/2015.

Kurek, A.J. et al. (2001). Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. *Revista Brasileira de Agrociência*, 7 (1), 29-32.

Moreira, S. O. et al. (2013). Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8 (1), 15-20.

Oliveira, E. J., Lima, D. S., Lucena, R. S., Motta, T. B. N., Dantas, J. L. L. (2010). Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 45 (8), 855-862.

Oliveira, F. L., Doria, H., Teodoro, R.B., Resende, F. V. (2010). Características agrônômicas de cultivares de alho em Diamantina. *Horticultura Brasileira*, 28 (3), 2-7.

Panthee, D. R., et al. (2006). Diversity analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53 (1), 205-206.

R Core Team. R. (2014). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> Acesso em: 31/10/2014.

Ramalho, M. A. P., Santos, J. P., Zimmermann, M. J. O. (1993). *Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. (1ª ed.) Goiânia: ED. da UFG.

Ribeiro, H. L. C., Santos, C. A. F., Costa, D. C. C. (2012). Correlações fenotípicas e análise de trilha para caracteres da arquitetura da planta e produção de grãos em três gerações de feijão caupi. *Horticultura brasileira*, 30 (2), 1-7.

Silva, A. R. (2015). *Bitools: Tools for Biometry and Applied Statistics in Agricultural Science*. R package version 2.0. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=biotools>> Acesso em: 08/04/2015.

Silva, A. R., Nascimento, M., Cecon, P. R., Sapucay, M. J. L. C., Rêgo, E. R., Barbosa, L. A. (2013). Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper. *Idesia*, 31 (2), 55-60.

Singh, R. K., Dubey, B. K., Bhone, S. R., Gupta, R. P. (2011). Correlation and path coefficient studies in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 20 (2), 83-85.

Sobreira, F. M., Sobreira, F. M., Fialho, G. S., Sánchez, C. F. B., Matta, F. P. (2009). Análise de trilha em pós-colheita de tomate tipo salada. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62 (1), 4983-4988.

Viana, J. P. G. (2013). *Diversidade genética em alho (Allium sativum L.)*. (Tese de Mestrado). Universidade Federal do Piauí, Brasil.

Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20 (7), 557-585.

Wright, S. (1923). Theory of path coefficients. *Genetics*, 8, 239-285.

As funções pedagógicas da experimentação no ensino de Química

Nicéa Quintino Amauro¹, Paulo Vitor Teodoro de Souza² & Rafael Cava Mori³

RESUMO

Este trabalho relata uma investigação sobre o papel da linguagem, como mediação docente, para a aquisição de conhecimentos científicos e a função do experimento no ensino de ciências. A pesquisa foi iniciada em uma disciplina para formação de professores de Química. No início, o docente inseriu os licenciandos em reflexões sobre a experimentação no ensino de química para fundamentar as discussões e futuras ações na disciplina. Posteriormente, o professor propôs que os alunos planejassem e executassem aulas experimentais, baseada em aspectos fundamentais de uma atividade experimental, segundo a literatura sobre Educação em Ciências. Os alunos atenderam às expectativas no que se refere a proposta e execução das atividades experimentais e, mesmo participando de aulas simuladas, desenvolveram-se embates de ideias entre aluno-aluno e aluno-professor sobre a exploração de conceitos químicos.

Palavras-chave: experimentação, ensino de química, mediação docente.

The pedagogical roles of experiments in chemistry teaching

ABSTRACT

This paper reports an investigation into the role of language, as a mediation in teaching, for acquisition of scientific knowledge, and the role of experiments in science education. The research was started in a course for chemistry teacher education. Firstly, the teacher had introduced the students into reflections on experimentation in chemistry teaching, aiming at supporting discussions and their future actions in the course. Later, the teacher proposed to the students the planning and executing of experimental classes based on fundamental aspects of this kind of activity, as it is reported in the science teaching literature. The students satisfied the expectations regarding the proposal and execution of experimental activities, and even participating in simulated classes, clashes of ideas between student-student and student-teacher were developed during the study of chemical concepts.

Keywords: experimentation, chemistry teaching, teacher mediation.

Autor para correspondência: Paulo Vitor Teodoro de Souza

Instituto Federal Goiano - Câmpus Avançado Catalão - Catalão, GO, Brasil.

E-mail: paulovitor-teodoro@yahoo.com.br

Recebido em: 12 mai. 2015

Aceito em: 07 ago. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG, Brasil.

²Instituto Federal Goiano - Câmpus Avançado Catalão - Catalão, GO, Brasil.

³Universidade Federal do ABC - São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

As atividades experimentais podem ser consideradas recursos pedagógicos que fortalecem o ensino das ciências. No entanto, as pesquisas sobre o ensino praticado nos laboratórios educacionais sugerem uma redefinição ou reorientação da experimentação com vistas a contemplar os três principais objetivos da educação científica: aprender ciência, aprender sobre a ciência e fazer ciência (Hodson, 1992). Nessa perspectiva, o laboratório se converte em um possível ambiente de aprendizagem, no qual o estudante pode interagir com os conhecimentos teóricos/conceituais, assim como com os conhecimentos metodológicos/práticos, dependendo do enfoque didático da aula.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais, é importante que as atividades experimentais sejam planejadas para incluir os estudantes em momentos de construção de conceitos e em situações em que possam desenvolver habilidades cognitivas superiores, apresentando uma função pedagógica que as diferencie das experiências que os cientistas conduzem nos seus laboratórios (Brasil, 2013).

Na concepção de Flores, Sahelices e Moreira (2009), o trabalho experimental vem sendo uma estratégia para ensino de Ciências que não se articula coerentemente com seu potencial didático. Concordando com isso, Lôbo (2012) lembra que, no ensino de Química, as práticas pedagógicas são direcionadas para uma visão de conhecimento científico de cunho empírico-indutivista, produzindo obstáculos que não contribuem para o aprendizado dos alunos e, além disso, sendo dissonantes com relação às questões atuais sobre a natureza da ciência.

Neste trabalho apresentaremos os resultados parciais de uma pesquisa que tem como enfoque compreender a realidade das salas de aula, em especial, a relação entre os processos de mediação docente, o trabalho experimental e a função do experimento no ensino de Ciências.

PROCESSO DE MEDIAÇÃO DIDÁTICA NO TRABALHO EXPERIMENTAL

O professor é o principal responsável para a promoção da aprendizagem, sendo também, conforme afirmam Cunha e colaboradores (2012),

[...] o responsável pelo desenvolvimento acadêmico e social dos seus alunos. Por isso, deve transformar o contexto de sala de aula num envolvimento de aprendizagem positiva, caracterizado pela atenção, participação, paciência, respeito, motivação e realização de trabalho produtivo (p. 635).

Sob esse ponto de vista, o docente é quem assegura a execução do currículo em sala de aula, dispondo de autonomia para decidir sobre as estratégias de ensino mais apropriadas para cada conteúdo. Convém referenciar que, segundo Lôbo (2012), o professor tende a priorizar o desenvolvimento de conteúdos e estratégias propostas nos currículos oficiais que estão de acordo com seu sistema de crenças, valores, concepções e habilidades profissionais.

Por sua vez, Lopes e colaboradores (2010) afirmam que a autonomia do professor é transferida para a prática dos estudantes mediante pequenos gestos, como: a) atribuição do tempo necessário para execução das ações educativas; b) auxílio ao aluno quando esse atinge o ponto de bloqueio, com questionamentos e incentivo à formulação de hipóteses; c) promoção dos momentos de diálogos e partilha de ideias entre os estudantes; e d) escuta atenciosa aos questionamentos, dúvidas e argumentações dos discentes.

Durante as aulas práticas, o processo de mediação didática pode ser pautado no diálogo entre aluno-aluno e aluno-professor, o que propicia a construção de conhecimentos e amplia a visão do alunado para além da teoria. Do ponto de vista sobre a orientação das experiências dialógicas, elas podem ser consideradas como pertencentes a dois tipos: o diálogo com si mesmo, que se refere a um pensar reflexivo sem que repercuta em tomada de decisão; e o diálogo com os outros, que normalmente denominamos discussão. Visando a incentivar tais experiências, as atividades experimentais podem apresentar um caráter investigativo típico das práticas científicas, além de auxiliar na compreensão crítica de aspectos sociais com olhar mais científico, dependendo dos objetivos propostos pelo professor.

Nesta linha de raciocínio, apresentaremos neste texto os questionamentos e as respostas geradas por alunos de um curso de licenciatura em química no ambiente da sala de aula, concernentes à realização de atividades experimentais no ensino. Sobre pesquisas que priorizam a interação entre os alunos, Villani e Nascimento (2003) afirmam que seu percurso metodológico e seus resultados devem tomar o papel da linguagem como elemento fundamental para a aquisição de conhecimentos científicos. Assim, o presente trabalho busca identificar e caracterizar as funções pedagógicas que os licenciandos em Química atribuem aos experimentos e como, de acordo com suas visões, as mediações didáticas auxiliam na aquisição de conhecimentos científicos.

DESAFIOS PROPOSTOS E QUESTIONAMENTO

Segundo Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia para a articulação de problemas reais que se relacionam com os conhecimentos prévios que os alunos construíram durante a vida. No entanto, Lima (2013) aponta que as atividades experimentais são normalmente planejadas com o objetivo de verificar uma determinada ideia, teoria, conhecimento ou modelo explicativo de cunho científico – que, por sua vez, foram previamente abordados em sala de aula, reduzindo a experimentação a uma função meramente ilustrativa e, por vezes, motivacional, empobrecendo suas potencialidades. Galiazzi e colaboradores (2001) também criticam essa ênfase nos resultados do trabalho experimental, vistos como reforço das aulas teóricas, e defendem que realizar um experimento não significa apenas executá-lo, excluindo-se a elaboração de conceitos e a discussão dos resultados.

Neste sentido, Lima (2013) aponta ser comum professores de ciências, especialmente os de química, utilizarem roteiros formatados para que os alunos possam seguir passo a passo, visando a uma resposta esperada. Nesse viés da experimentação, os estudantes podem adquirir apenas habilidades como a manipulação, para realizarem observações e coleta de dados. Nas palavras dessa autora, no mesmo trabalho, “as potencialidades que as atividades experimentais podem apresentar em relação ao desenvolvimento do raciocínio dos alunos não são exploradas, deixando de utilizá-las como ferramenta para a construção de conceitos químicos” (p.29). Assim, o ensino e o aprendizado em laboratórios de ciências pouco contribuem para a construção de conceitos e para o desenvolvimento de outras habilidades, como a argumentação, a investigação, a curiosidade e a formulação de hipóteses para a resolução de problemas.

Entretanto, alguns empecilhos são elencados, pelo professor, para justificar a ausência da experimentação em sala de aula: o tempo reduzido, o elevado número de estudantes por turmas (especialmente no ensino médio) e a ausência de infraestrutura adequada (Silva; Zanon, 2000). Acreditamos que, apenas se superadas tais dificuldades, as atividades experimentais efetivamente estimularão os estudantes a observar fenômenos, promoverão o espírito de busca e de inquietação e, ainda, favorecerão momentos de síntese, avaliação e análise de suas vivências.

Considerando os aspectos mencionados acima, o trajeto da pesquisa aqui relatada guiou-se pela metodologia qualitativa, utilizando-se da observação participante e do registro audiovisual como instrumento de coleta de dados, e a análise

de conteúdo, para analisá-los. Elegeu-se, como técnica específica de análise de conteúdo, a chamada análise temática, que se baseia no *tema*, entendido como uma asserção sobre um dado assunto, na forma de uma sentença (sujeito e predicado), um conjunto delas ou um parágrafo (Franco, 2005).

A pesquisa foi desenvolvida nas aulas práticas da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química 2 (IEQ 2), do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As abordagens das aulas de IEQ 2 pretenderam dar espaço para a discussão e a crítica de estratégias tradicionais para o ensino experimental. Com vistas à ampliação da visão dos futuros professores de química, tendo como foco a análise das mediações didáticas, buscamos inserir os licenciandos na proposição de explicações de cunho científico para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos escolares.

Outro ponto que merece destaque é a intencionalidade das estratégias didáticas. Essas tiveram o intuito de expandir a compreensão dos licenciandos sobre a função do professor em sala de aula, que não seria a de apenas transmitir informações, mas a de criar condições para inserir os alunos na participação, de forma efetiva, nos momentos de aprendizagem.

Serão expostos mais detalhes sobre o contexto da pesquisa na próxima seção. Por ora, cabe mencionar que nossas investigações se encontram em desenvolvimento contínuo, sendo apresentados, aqui, resultados de uma primeira etapa. Para o presente momento, bastarão as conclusões decorrentes da análise temática dos diálogos ocorridos na situação em estudo. Futuramente, desejamos utilizar, para a mesma finalidade, os princípios teórico-metodológicos da Análise do Discurso de linha francesa. A própria Laurence Bardin (2010), uma das maiores divulgadoras das técnicas de análise de conteúdo, defende a complementaridade entre essas técnicas e as análises discursivas, por sua importância epistemológica e pelo seu interesse na organização dos enunciados de um discurso.

AVALIANDO O PROCESSO

A disciplina de IEQ 2 é ministrada no oitavo período do curso de licenciatura, dividida em uma parte teórica (30 horas) e outra prática (30 horas). Para a primeira foram reservados momentos de: leitura de texto pré-selecionados pelo professor; elaboração de textos dissertativo-argumentativos, produzidos a partir da leitura de dois artigos científicos que versam sobre o tema experimentação; e discussão dos textos originais e produzidos pelos alunos em sala de aula. No que

tange à dimensão prática, a disciplina foi ministrada no laboratório de ensino, sendo as aulas desenvolvidas e conduzidas pelos próprios alunos inscritos em IEQ 2. Essas aulas tiveram duração de 50 minutos e objetivaram familiarizar os estudantes com a experimentação didática, visando a sua futura atuação enquanto professores de ciências. Assim, os licenciandos tiveram a oportunidade de conduzir a simulação de uma aula, refletir sobre abordagem didática, discutir a aprendizagem de conceitos e avaliar as estratégias utilizadas e a postura do professor (que neste caso, eram seus colegas de curso). Ainda, a proposta foi que os próprios licenciandos organizassem todo o laboratório, inclusive com a preparação das vidrarias e reagentes, além da elaboração e testagem do procedimento experimental – trabalho normalmente sob responsabilidade do técnico do laboratório. Esse é um aspecto de grande importância na formação inicial de professores de ciências, uma vez que na escola de educação básica, onde os futuros professores poderão atuar, dificilmente irão dispor de técnicos para preparação das aulas práticas.

As aulas foram gravadas em vídeo e, posteriormente, remasterizadas para otimização do áudio. Em seguida, o vídeo foi disponibilizado para o aluno mediador da aula prática, que doravante denominaremos como “professor”, e para o aluno avaliador da aula, papéis esses que eram revezados pelos alunos da turma, ao longo das aulas da disciplina. Ainda, os alunos avaliadores receberam um questionário para orientar os critérios de sua avaliação. Para o presente estudo analisaremos suas respostas para seguintes questões: 1) Qual das funções pedagógicas propostas por Hodson (1985) – proposta do experimento, procedimento experimental e resultados obtidos – orientou a estratégia analisada? Ela foi alcançada? Justifique.; e 2) Como ocorreu o processo de mediação didática? Descreva e apresente “episódios” ou “extratos de fala” que complementem a sua análise. Cabe esclarecer a referência ao artigo de Hodson (1985). Nele, afirma-se que a proposta do experimento é importante para inserir os alunos em situações em que possam elaborar conceitos científicos; já o procedimento experimental atua sobre a motivação do aluno para o aprendizado, assim como para a execução de tarefas manipulativas; e, por sua vez, a discussão dos resultados possibilita o embate de ideias e a comunicação entre os alunos, o que também pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos.

Dentre as 12 aulas ministradas, segundo seus avaliadores, 9 se desenvolveram tendo como funções do experimento a aquisição de

conhecimentos científicos, o desenvolvimento de capacidade crítica e a tomada de decisão, sendo estas classificadas como resultados obtidos. Essa categoria perfaz, assim 75% da amostragem, enquanto as categorias proposta do experimento e procedimento experimental constituíram 17% e 8% da frequência percentual, respectivamente.

Cada avaliador também analisou as mediações didáticas ocorridas no ambiente do laboratório, com o amparo da transcrição das falas e da observação das ações executadas pelo professor e pelos alunos. A seguir apresentamos análises de uma sequência de episódios de uma aula experimental, que teve como objetivo introduzir as reações de oxirredução. Nessa aula buscou-se estudar as interações que ocorrem quando 50 mL de uma solução de sulfato de cobre (CuSO_4 , 1 mol.L^{-1}) entram em contato com uma placa de zinco metálico (Zn), assim como quando 50 mL de uma solução de sulfato de zinco (ZnSO_4 , 1 mol.L^{-1}) entram em contato com uma placa de cobre metálico (Cu). No primeiro caso, à medida em que a reação ocorre, os elétrons dos átomos de zinco se transferem para os íons Cu^{2+} (aq). Esses elétrons reduzem os íons de Cu^{2+} (aq) para a forma de Cu (s), que podem aderir à superfície da placa de zinco ou também formar um depósito sólido no recipiente (béquer). Com o passar do tempo, a placa de zinco se desgasta, conforme seus átomos de Zn passam para a forma de íons Zn^{2+} , que são dissolvidos em solução (Atkins, 2012). No segundo caso, quando mergulhamos uma placa de cobre (Cu) na solução de sulfato de zinco (ZnSO_4 , 1 mol.L^{-1}), não é possível a verificação de reação, uma vez que o valor do potencial padrão da reação (E°) é negativo e, portanto, ela não é espontânea, não acontecendo nas condições deste estudo.

A aula teve início com a saudação dos alunos (A) pelo professor (P), seguida da explanação sobre os reagentes e materiais que seriam utilizados no experimento e da sua localização no laboratório. Em seguida o docente enfatizou a necessidade de se limpar as placas depois da sua utilização para não haver contaminações. Abaixo, apresentamos e analisamos um episódio da aula que indica a preocupação do professor com o manuseio dos materiais e com o procedimento experimental:

P: [...] tá no roteiro para vocês adicionarem a placa na solução, quando vocês forem passar para o próximo procedimento, é importante. O papel toalha. Cadê o papel toalha?

O trecho de discurso acima evidencia que o procedimento experimental deve ser considerado mesmo quando a função do experimento se volta para os resultados obtidos. O fragmento seguinte

complementa essa assertiva:

P: [...] me diz o que esta acontecendo? [o professor vai até a bancada e questiona as alunas] O que está acontecendo quando a placa de zinco é colocada em uma solução de sulfato de cobre?

A1: Tá ficando preto.

P: Tem certeza que é preto?

A1: [...] não é preto, é meio, marrom.

P: E aí?

A1: É sujeira.

Logo depois, o professor solicita à aluna que refaça o procedimento com a finalidade de assegurar que nenhuma “sujeira” venha a comprometer o resultado do experimento. Após a nova execução a equipe solicita orientações ao professor:

A2: Professor, não é sujeira [observa a aluna após a realização do experimento onde a placa de zinco está submersa em uma solução de CuSO_4].

P: E se não é sujeira, [nome da aluna], então o que que é?

A2: Não sei, professor. É a solução!

P: Opa! E o que que seria na solução? [sugere uma dica às alunas]

A2: Aqui é a solução de cobre.

P: Você acha que era só a solução. Quando vocês trocaram de placa o que que aconteceu? Vocês fizeram agora com o do zinco. E se eu trocar a placa, o que acontece, alguma coisa? Ou será que é só a solução?

A: Não [alunos em uníssono].

P: Será que é só a solução?

A2: Talvez seja por algum metal.

P: Opa! E aí o que vocês acham, meninas? Discutam entre vocês.

No episódio acima a mediação do professor se orienta para a compreensão das alunas sobre o fenômeno da oxirredução, em que os íons de cobre presentes na solução de CuSO_4 são reduzidos para a forma de cobre metálico, enquanto se depositam na superfície da placa de zinco. Essa película é entendida como sujeira pelas alunas. Tal conclusão parece ter sido tomada diante da coloração marrom do sólido, que não se relaciona à coloração da solução (azulada) ou da placa (prata metálica). Nossa inferência pode ser corroborada pelo estudo do episódio abaixo, que aconteceu no grupo 2:

A3: Tá parecendo terra [indica ao professor].

A: É terra, professor? [pergunta outro aluno ao professor].

P: Mesmo tendo essa cor não é terra. Porque vocês não colocaram terra na solução.

A3: Não! [o aluno suspeita da resposta do professor, devido às características do

depósito formado na superfície da placa de zinco].

P: Então, da onde que é essa terra?

Esse momento evidencia que os aspectos macroscópicos dos materiais podem se constituir em obstáculos para a compreensão dos aspectos microscópicos do fenômeno em análise. Para romper essa barreira, o professor retoma o diálogo, em que questiona as primeiras impressões das alunas do grupo 3:

A4: Professor, do céu. A nossa tá ficando meio preta.

P: Opa! O que é isso?

A4: Ah, não sei!

P: O quê que está acontecendo? [propõe o professor um novo questionamento, reorientando o diálogo].

A4: Então, a gente não sabe o que aconteceu, professor. A gente só sabe que na placa de zinco tem uma camada que pode ser tanto de cobre como de sulfato. E se forma uma camada de sulfato.

P: Aqui tem o que?

A4: Sulfato de cobre.

P: E a placa é de que? [complementa a questão].

A4: De zinco.

P: De zinco. Então a solução tem o que? Sulfato de cobre. Eu tenho íons de? [continua o questionamento].

A4: Cobre.

P: Cobre e... [busca o complemento da resposta]

A4: Sulfato.

P: E aí?

A4: Então na placa pode ter os dois, professor.

P: Esse aqui. É o cobre ou o sulfato? [apontando para a deposição no fundo do béquer, de cor marrom escura, quase preta] Então, na solução tem os dois. Eu quero saber o que é esse aqui. E aí? Pode falar o que vocês acham. Não precisa acertar. Aqui a gente não tem esse problema.

A4: Ferrugem.

P: Ferrugem. Boa observação.

Desta forma, foi possível perceber, pelas falas dos alunos – licenciandos em química – que a interação e mediação docente durante a experimentação possibilita condições ao professor de inserir os alunos na busca e construção de conceitos. Percebe-se, também pelas falas, que a atividade propiciou aos alunos o desenvolvimento de habilidades fundamentais para o exercício docente. Embora a aula tenha sido simulada pelos próprios alunos do curso de Licenciatura em Química, percebeu-se semelhanças em relação às aulas típicas do ensino médio, inclusive quanto às dificuldades dos alunos em alguns dos temas

abordados, como o apresentado neste trabalho, reações de oxirredução. Em conformidade com o percurso metodológico, esta pesquisa nos possibilitou perceber a necessidade de articulação entre as disciplinas pedagógicas e específicas do curso de Licenciatura em Química. Consideramos essa ação fundamental, sendo que um componente curricular pode e deve complementar o outro. Percebemos ainda que as primeiras impressões dos alunos, durante a aula simulada, se voltaram para a coloração dos reagentes, visto que a película de cobre passa de marrom para preto. Ao mesmo tempo, se desprende da placa de zinco e forma o corpo de fundo do béquer. Tal fato provoca um impacto sensorial no grupo, e o questionamento ao professor, que orienta o grupo para a formulação de novos conhecimentos capazes de explicar o fenômeno observado. O desfecho do episódio apresenta a ferrugem como potencialidade para a elucidação da investigação. No entanto, o professor busca depreender o entendimento dos alunos sobre o fenômeno. Isto ocorre no diálogo entre o professor e o grupo 1, que estava participando do episódio anterior como observador:

A1: Professor, a gente descobriu [indica a aluna, após escutar a mediação do professor no grupo 3].

P: Descobriu o que?

A1: [...] Olha aqui. Tem a mesma cor [apontando para a placa de cobre e a película formada da superfície da placa de zinco].

P: Olha só, pessoal! E aí, o que você acha que é?

A1: Olha, tem a mesma cor. Não é?

P: Boa observação, mas e aí? Você observou que é a mesma cor.

A1: É, a cor do cobre.

P: Mas o cobre é a outra [indica a placa de cobre].

A1: Ah, mas a solução tem cobre. Ele pode ter saído da solução.

P: Opa! Boa observação.

Nesse último episódio, o diálogo se orienta para os resultados obtidos, que deve marcar o entendimento da reação de oxirredução do íon cobre, presente na solução, para a forma de cobre metálico, depositado na superfície da placa de zinco. Para isso, o professor utiliza de uma mediação didática pautada no diálogo com o outro (professor-aluno / aluno-aluno / grupo3-grupo1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou resultados de uma pesquisa sobre a inserção dos licenciandos em Química em momentos da profissionalização docente, pelo viés da experimentação, que acreditamos ser um recurso essencial para o ensino

de química. Esses momentos contribuíram para a reflexão dos discentes (futuros professores) sobre possíveis formas metodológicas, como a experimentação, para provocar o aprendizado aos alunos, indo além de propor roteiros para demonstração de teorias.

Os licenciandos também puderam discutir conteúdos específicos da Química, como reações de oxirredução. Acreditamos que não é suficiente que os graduandos estudem um conteúdo, por exemplo, eletroquímica, apenas na disciplina de Química Geral, no primeiro ano de curso. É fundamental viabilizar outras oportunidades para que os discentes também tenham condições de aprender e, principalmente, buscar meios para ensinar esses conteúdos. Diante disso, as disciplinas pedagógicas precisam cumprir a função de resgatar os conteúdos químicos em articulação com as práticas pedagógicas ofertadas no curso, já que o conhecimento específico da química, separado do conhecimento pedagógico, dificilmente contribuirá para a formação de um profissional crítico e preparado para lidar com a sala de aula.

Este estudo demonstra como as mediações didáticas, representadas pelas intervenções e questionamentos do professor, interferem na condução do experimento e orientam a atuação dos alunos, em uma aula experimental concebida de acordo com a categoria *resultados obtidos*. Nesse tipo de atividade, a comunicação professor-aluno, aluno-aluno e grupo-grupo é fundamental, como observamos nos extratos das falas. Espera-se, no entanto, que a análise discursiva dessas mesmas falas venha a trazer ainda mais elementos para a compreensão da estrutura da mediação didática em aulas experimentais, estrutura essa que foi apenas esboçada, pela complexidade do assunto, em linhas gerais no presente estudo.

Finalmente, o artigo evidenciou a imprescindibilidade do docente no laboratório didático, ao conduzir os estudantes para a superação de suas impressões sensoriais, que podem se constituir como obstáculos para a compreensão dos aspectos submicroscópicos da química. Ainda, o estudo explorou as potencialidades de que os trabalhos de formação inicial de professores, desenvolvidos em disciplinas pedagógicas orientadas para conteúdos específicos, como é o caso da disciplina IEQ 2, se sirvam de considerações teóricas disponíveis na literatura sobre o ensino de ciências – ainda que tais trabalhos se voltem para a dimensão prática do ensino. Consideramos fundamental esse diálogo entre a produção teórica na área de Educação em Ciências e a formação inicial docente, constituindo-se como uma forma de resistência a concepções contemporâneas que negam a importância da

teoria e enfatizam apenas a dimensão prática, espontaneísta e cotidiana do fazer docente.

Resistir a tais concepções significa lutar para que os cursos de licenciatura se convertam em oportunidades para a formação dos professores enquanto intelectuais críticos, no lugar de um formação aligeirada, sem aprofundamento e distante dos problemas que afetam a estrutura educacional brasileira.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P., & JONES, L. (2012). *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (5ª ed.) Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Porto Alegre: Bookman.

BARDIN, L. (2010). *Análise de conteúdo* (4ª ed.) Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70.

BRASIL. (2013). *Diretrizes curriculares nacionais gerais da educação básica*. Brasília: MEC.

CUNHA, A. E., LOPES, J. B., CRAVINO, J. P., & SANTOS, C. A. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Ourense, 11(3), 635-659.

FLORES, J., SAHELICES, M. C. C., & MOREIRA, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, Caracas, 33(68), 75-111.

FRANCO, M. L. P. B. (2005). *Análise de conteúdo* (2ª ed.) Brasília: Liberlivro.

GALIAZZI, M. C., et al. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, 7(2), 249-263.

GUIMARÃES, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*. São Paulo, 31(3), 198-202.

HODSON, D. (1992). Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. *Science & Education*, Dordrecht, 1(2), 115-144.

_____. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, Leeds, 12, 25-57.

LIMA, V. A. (2012). Rodrigues, A. S. L. (2012). *Um processo de reflexão orientada vivenciada por professores de química: o ensino experimental como ferramenta de mediação*. (Tese de doutoramento). Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.. (Tese de doutoramento). Universidade de São Paulo, Brasil.

LÔBO, S. F. (2012). O trabalho experimental no ensino de química. *Química Nova*, São Paulo, 35(2), 430-434.

LOPES, J. B., et al. (2010). *Investigação sobre a mediação de professores de ciências físicas em sala de aula*. Vila

Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

SILVA, L. H. A., & ZANON, L. B. A. (2000). Experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P., & ARAGÃO, R. M. R. (Eds), *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens* (pp. 120-153). Piracicaba: Unimep/Capes.

VILLANI, C. E. P., & NASCIMENTO, S. S. (2003). A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física no ensino médio. *Investigações em ensino de Ciências*, Porto Alegre, 8(3), 187-209.

Aspectos produtivos e econômicos da soja sob adubação suplementar em áreas de pivô central

Uirá do Amaral¹ & Felipe Poletto Rodrigues²

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se avaliar a influência de diferentes doses de fertilizante químico na produção de soja em sucessão ao tomateiro e a viabilidade econômica desta prática em área de pivô central. O experimento foi conduzido em uma propriedade privada no município de Morrinhos-GO na safra de 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses do fertilizante N-P-K (3-25-18) no momento do plantio. Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso de mil grãos; produtividade e sacas por hectare, além da análise econômica desta prática, conforme manejo adotado pelo produtor. Os resultados demonstraram que a utilização de fertilizante na cultura da soja em sucessão ao tomateiro influenciou todas as variáveis analisadas. Houve aumento de receitas quando utilizado o fertilizante independente da dose.

Palavras-chave: *Glycine max*, fertilizante químico, produtividade.

Productive and economic aspects of soybean under supplemental fertilization center pivot áreas

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of different doses of chemical fertilizer in soybean production in succession to the tomato and the economic viability of this practice in central pivot area. The experiment was conducted in a private property in Morrinhos-GO municipality in season 2014/2015. The experimental design was a randomized block design with four treatments and five replications. The treatments consisted of doses of NPK fertilizer different (3-25-18). The following variables were evaluated: thousand kernel weight; productivity and bags per hectare, beyond economic analysis of this practice, as management adopted by the producer. The results demonstrated that fertilizer use of soybean in succession to tomato influences the majority of variables. There was revenue growth when used independent fertilizer dose.

Keywords: *Glycine max*, chemical fertilizer, productivity.

Autor para correspondência: Uirá do Amaral
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ,
Brasil.

E-mail: uiraagro@gmail.com

Recebido em: 18 mai. 2015

Aceito em: 29 jun. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues
de Souza

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas de Goiatuba, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil se destaca no cenário mundial como segundo maior produtor e exportador de grãos de soja. Nos últimos anos, a soja também se destacou como a cultura agrícola com maior extensão de área cultivada e principal responsável pela expansão da fronteira agrícola (Trautmann et al., 2014). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2015) a área de plantio no país deve ser de 31,57 milhões de hectares, sendo que o estado de Goiás ocupa a quarta posição no cenário nacional quanto à produção (8,70 milhões de toneladas o equivalente a 9,15% da produção brasileira).

No Perímetro Irrigado de Morrinhos região sul do Estado de Goiás, os agricultores exploram na entressafra culturas mais rentáveis, tais como feijão, batata, cebola, tomate e outras. A cultura do tomateiro é bastante exigente nutricionalmente, sendo comum a utilização de grandes quantidades de fertilizantes, principalmente de fontes nitrogenadas (Reis et al., 2013). Ficando para o período das águas o cultivo de culturas tais como soja, milho e outras espécies para compor a rotação de culturas.

O efeito residual da adubação em culturas de elevada demanda nutricional refere-se às quantidades de nutrientes que ficam no solo após cada ciclo cultural e como os mesmos se comportam no solo, bem como, os resíduos vegetais oriundos da rotação de culturas (Costa et al., 2012; Caetano et al., 2013; Borges et al., 2014). Em áreas cultivadas com batata Silva et al. (2000) verificaram que após o cultivo desta cultura, persistiram resíduos de fertilizantes os quais influenciaram positivamente as características químicas do solo (aumentou os teores de P, K e Ca trocáveis) e também proporcionou maior produção de milho-verde quando cultivado em sucessão.

Wendling et al. (2007) ao avaliarem a recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho no Paraguai, concluíram que o trigo respondeu à adubação residual de N aplicado no milho, elevando a produtividade de 1.800 (0 kg ha⁻¹) para 2.300 kg ha⁻¹ (com a dose estimada de 213 kg ha⁻¹ de N aplicado no milho).

Por outro lado, Santos et al. (2011), observaram que os nutrientes residuais da adubação com biofertilizante de suínos, utilizada no quiabeiro, não foram suficientes para fornecer N e K em quantidades adequadas às plantas de milho em cultivo sucessivo. Os teores foliares de N e K ficaram abaixo da faixa considerada adequada, mas bem próximos dos valores mínimos adequados para a cultura do milho, principalmente para os teores de N. Neste caso, torna-se necessária uma

complementação da adubação nitrogenada e potássica em cobertura.

Visto que a adubação suplementar suscita muitos questionamentos, e tendo em vista que ainda são escassos os estudos que discutem o efeito residual do cultivo do tomateiro industrial na cultura da soja em sucessão. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de fertilizante N-P-K na produção e a viabilidade econômica desta prática na cultura na soja em área de irrigada via pivô central.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedade particular na safra agrícola 2014/2015, safra de verão, no município de Morrinhos-GO, em área irrigada via pivô central (17° 43' 16" S e 49° 6' 29" W, com altitude de 780 m). O clima da região é considerado tropical, com verão mais chuvoso do que o inverno. De acordo com Köppen, a classificação do clima é do tipo Aw, sendo que temperatura média varia em torno de 23,3 °C e a pluviosidade média anual de 1346 mm.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos foram constituídos pela testemunha (0 kg ha⁻¹) e quatro doses de fertilizante NPK (3-25-18): 100 kg ha⁻¹; 150 kg ha⁻¹; 200 kg ha⁻¹ e 250 kg ha⁻¹.

As parcelas experimentais foram compostas por 2 metros de comprimento e 3 metros de largura (6 m²), com espaçamento entre linhas de 0,50 m, sendo que a adubação e a semeadura foram efetuadas manualmente em 7 linhas. No momento da colheita, os dados foram coletados em uma área de 1 metro de comprimento por 1 metro de largura, a partir do centro de cada parcela, descartando-se as bordaduras.

A semeadura da soja foi realizada no dia 31 de outubro de 2014, em sistema convencional, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, e 17 plantas por metro linear, totalizando uma população de 340.000 plantas por hectare da cultivar 'BMX Desafio RR'. A aplicação do fertilizante na base constituiu-se de diferentes doses, variando de 100 a 250 kg ha⁻¹ da fórmula 03-25-18 (N-P-K), no momento do plantio. O solo foi cultivado anteriormente com a cultura do tomateiro rasteiro, sendo que esta sucessão de culturas tem sido executada a mais de dois anos.

Os tratamentos culturais (controle de plantas daninhas, pragas, doenças) antecedentes e posteriores a semeadura foram realizados de acordo com as recomendações para a região e para a cultivar, e, de acordo com o manejo do produtor.

No momento da colheita foram separadas, aleatoriamente, dez plantas para as determinações

do número de grãos por planta e do peso de mil grãos. A partir da determinação do peso de mil grãos, a produtividade foi estimada utilizando-se, no cálculo, a população de plantas por hectare, o número de grãos por planta e o peso de mil grãos. Posteriormente, determinou-se a produção em sacas por hectare (peso da saca igual a 60 kg).

A análise econômica foi ajustada para a unidade de área de um hectare: inicialmente determinou-se a receita bruta para cada tratamento, mediante a multiplicação da produtividade de grãos pelo preço pago ao produtor; o custo do fertilizante mineral, por tratamento, foi determinado a partir da multiplicação da quantidade de fertilizantes aplicados em cada tratamento, pelo preço deste insumo pago pelo produtor; já, para a análise do retorno do investimento, as diferenças entre a

produtividade da testemunha e os demais tratamentos foram multiplicados pelo valor de **Tabela 1.** Análise de variância das variáveis avaliadas.

Fontes de variação	Quadrados médios			
	GL	PMG	PROD	sc/ha
Tratamentos	4	425,05*	491753,93*	136,56*
Repetição	2	95,46*	110447,06*	30,63*
Resíduo	38	77,05*	89141,26*	24,74*
Média		147,20	5.000,80	83,33
CV%		7,90	6,66	5,96

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; graus de liberdade; coeficiente de variação; PMG = peso de mil grãos (g); PROD = produtividade (kg ha⁻¹); sc/ha = sacos por hectare (sc 60 kg).

O experimento caracterizou-se por ser uma das sucessões de culturas utilizadas pelos produtores do município de Morrinhos-GO, sendo que o aproveitamento dos nutrientes do solo oriundos das aplicações de fertilizantes na cultura do tomateiro rasteiro em área de pivô central foi determinante para formação do tratamento controle. Vale ressaltar que esta prática é bastante utilizada pelos produtores, visando à diminuição dos custos com aquisição de fertilizantes químicos em detrimento de cultivos anteriores. No entanto, a necessidade da realização da análise do solo deve ser priorizada no manejo da adubação para evitar que a cultura sucessora seja prejudicada por falta ou excesso dos nutrientes essenciais, responsáveis pelo desenvolvimento e a reprodução dos vegetais.

A variável peso médio de mil grãos apresentou comportamento linear, sendo que o menor valor foi de 134 g para a testemunha (0 kg ha⁻¹) do fertilizante (Figura 1).

comercialização e, posteriormente, subtraiu-se o custo de produção com fertilizante.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Utilizou-se da regressão polinomial para auxiliar na escolha do modelo, bem como os valores do coeficiente de determinação (R²) associado a cada modelo de regressão. A significância dos parâmetros das equações foi determinada utilizando-se o teste “t” de Student a 5% de probabilidade. As análises estatísticas serão realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 está apresentada a análise de variância para as variáveis analisadas. Observa-se que, pelo teste ‘F’, houve efeito significativo das diferentes doses de fertilizante NPK para todas as variáveis avaliadas.

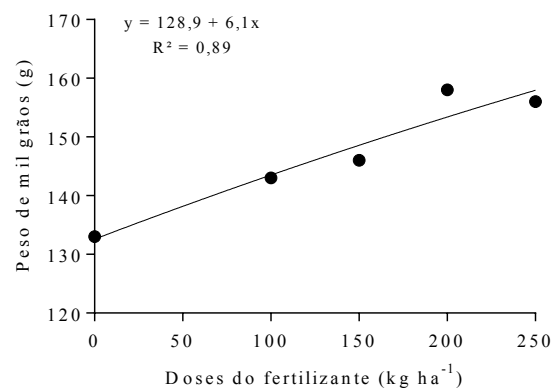


Figura 1. Peso de mil grãos (g) em função de diferentes doses de fertilizante N-P-K (3-25-18) na cultura da soja em sucessão ao tomateiro rasteiro.

A média geral do peso de mil grãos foi de 147,20 (g) (Tabela 1), um pouco abaixo da média encontrada por Guareschi et al. (2011) que foi de 149 g, porém essa massa de grãos ficou acima da média das principais cultivares de soja plantada em Goiás que é de 135 g (Embrapa, 2006).

Em sistemas de produção de soja de alta tecnologia, em que muitas vezes altas produtividades são obtidas, as necessidades de N

requerida são grandes, demandando quantidades próximas a 300 kg ha^{-1} de N que serão alocados para as sementes em desenvolvimento durante o enchimento das vagens (Lamond & Wesley, 2001). Hungria et al. (1997) e Mendes et al. (2003) confirmaram que não há necessidade da utilização de doses de “arranque” com adubo nitrogenado na semeadura, tanto em áreas de plantio direto, quanto de plantio convencional da soja.

Segundo Guareschi et al. (2011), a ausência de P e K (Testemunha) e, em algumas situações, aplicação de dose baixa desses nutrientes prejudica a produção de massa fresca e produtividade da cultura da soja, porém, em algumas variáveis, como a massa seca da parte aérea e o número de vagens por planta, a dose de 50% da adubação propiciou resultados similares à testemunha, demonstrando que tais adubações

foram insuficientes para acarretar melhores resultados. Já Santos et al. (2011) sugerem que o plantio do milho-verde em sucessão ao quiabeiro, visando à rotação de culturas e aproveitamento de resíduos orgânicos, é promissor, sendo necessária adubação complementar de cobertura, para suprimento de N e K.

As variáveis produtividade e sacas por hectare apresentaram comportamento linear, sendo que ambas variáveis apresentaram os menores valores na testemunha (0 kg ha^{-1}). Apesar dos resultados indicarem aumento proporcional da produção em resposta ao aumento nas doses de fertilizantes, é necessário analisar a relação benefício custo entre o uso do fertilizante e a resposta da cultura.

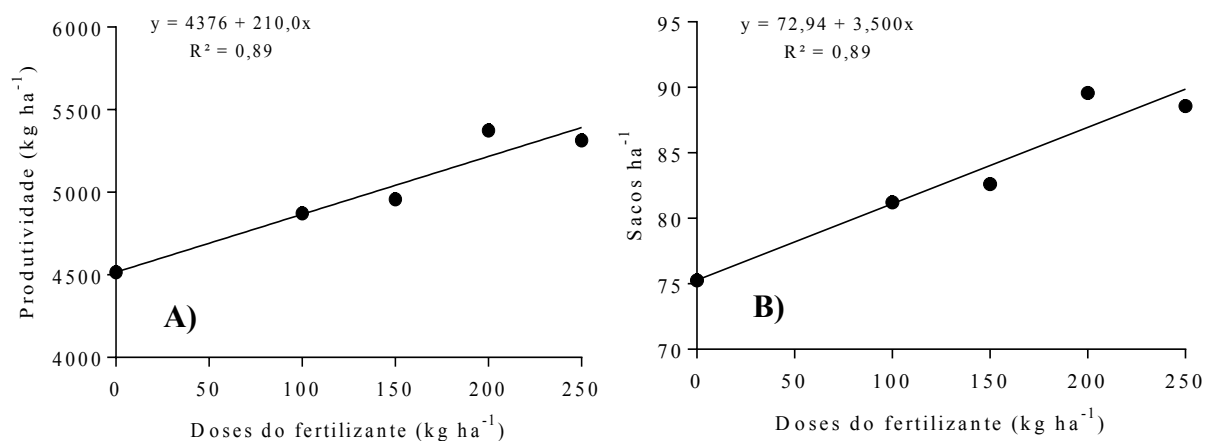


Figura 2. Produtividade (A) e sacas por hectare (B) da cultura da soja em função de diferentes doses de fertilizante N-P-K (3-25-18) na cultura da soja em sucessão ao tomateiro rasteiro.

Os fertilizantes são os insumos com maior peso para a maioria das plantas cultivadas. O seu uso eficiente é fundamental para garantir boas produtividades e rentabilidade. Um dos fatores que apresentam maior custo para o produtor de soja em sistema de plantio direto são os fertilizantes, pois este insumo chega a apresentar aproximadamente 22,4% do custo de produção (Guareschi et al., 2008).

A Tabela 2 apresenta a análise financeira entre os diferentes tratamentos utilizados neste experimento.

Considerando o custo com o fertilizante no momento da instalação do experimento, é possível inferir que o tratamento 4 (200 kg ha^{-1} do

fertilizante 03-25-18) foi o mais rentável, obtendo-se um valor líquido de R\$ 625,08 por hectare.

Lopes et al. (2004) avaliando aspectos econômicos da adubação residual na produção de feijão-de-vagem, chegaram à uma renda líquida unitária e a taxa líquida de retorno financeiro ligeiramente superiores para o feijão-de-vagem não adubado (US\$ 5,40 cx^{-1} e US\$ 2,51 $\text{US}\$^{-1}$) do que para o adubado com fórmula NPK (US\$5,38 cx^{-1} e US\$ 2,48 $\text{US}\$^{-1}$) e ligeiramente inferior ao adubado com uréia (US\$ 5,48 cx^{-1} e US\$ 2,65 $\text{US}\$^{-1}$).

Tabela 2. Análise econômica da aplicação das doses de fertilizantes na cultura da soja em sucessão ao tomateiro na safra 2014/2015, Morrinhos-GO.

ADUBO					
	Doses (kg ha ⁻¹)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Quantidade de fertilizante (kg ha ⁻¹)	0	100	150	200	250
Preço do fertilizante (R\$ t ⁻¹)			1.230,00		
Custo do fertilizante (R\$ ha ⁻¹)	0	123,00	184,50	246,00	307,50
SOJA					
Produtividade soja (sacas 60 kg ha ⁻¹)	75,26	81,21	82,62	89,67	88,58
Preço soja (R\$ saca 60 kg)			60,45*		
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)	4.549,46	4.909,14	4.994,37	5.420,55	5.354,66
ANÁLISE					
	Diferença		Retorno do investimento (R\$)		
Diferença de produtividade T2 – T1 (sacas de 60 kg ha ⁻¹)	5,95 kg ha ⁻¹		236,67		
Diferença de produtividade T3 – T1 (sacas de 60 kg ha ⁻¹)	7,36 kg ha ⁻¹		260,41		
Diferença de produtividade T4 – T1 (sacas de 60 kg ha ⁻¹)	14,41 kg ha ⁻¹		625,08		
Diferença de produtividade T5 – T1 (sacas de 60 kg ha ⁻¹)	13,32 kg ha ⁻¹		497,09		

*Preço de venda da saca de 60 kg livre do imposto FUNRURAL pago pelo produtor no momento da comercialização.

CONCLUSÃO

A cultura da soja cv. 'BMX Desafio RR' foi influenciada pelas diferentes doses de fertilizante NPK (3-25-18) em sucessão a cultura do tomateiro rasteiro. A dose de 200 kg ha⁻¹ do fertilizante foi a que apresentou o maior retorno do investimento, sendo que ainda são necessários outros estudos utilizando estas e outras culturas visando à sustentabilidade do sistema agrícola.

A aplicação das diferentes doses de fertilizantes apresentou um retorno do investimento positivo, justificando a utilização do fertilizante com a possibilidade de custear este insumo e aumentar a receita.

REFERÊNCIAS

Borges, W. L. B., Freitas, R. S., Mateus, G. P., Sá, M. E., & Alves, M. C. (2014). Absorção de nutrientes e alterações químicas em latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 38: 252-261

Caetano, J. O. et al. (2013). Dinâmica da matéria orgânica de um neossoloquartzarênico de cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 37: 1245-1255.

Companhia Nacional de Abastecimento (2015). *Acompanhamento da safra brasileira: grãos – 8º Levantamento 2014/2015*. Brasília: CONAB, maio de 2015, 118 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

Costa, N. L. da, Silva, A. R. da C., & Grangeiro, L. C. (2012). Efeito residual da adubação da cebola no rendimento de cenoura. *ACSA*, v.8, n.1, p. 07-11, jan/mar.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006). *Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil, 2007*. Londrina: Embrapa, 225p.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras: UFLA, v. 35, n. 6., p.1039-1042.

Guareschi, R. F. et al. (2008). Adubação fosfatada e potássica semeadura e a lanço antecipada na cultura da sojicultivada em solo de Cerrado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.29, n.4, p.93-98.

Guareschi, R. F., Gazolla, P. R., Perin, A., & Santini, J. M. K. (2011). Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfatotriple e cloreto de potássio revestidos por polímeros. *Ciência. Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, jul./ago.

Hungria, M., Jarbas, M. A. T, Campo, R. J., & Galerani, P. R. (1997). *Adubação nitrogenada na soja?* Londrina: Embrapa – CNPSo, 1997. 4 p. (Embrapa-CNPSo. Comunicado Técnico, 57).

Lamond, R. E., & Wesley, T. L. (2001). In Season Fertilization for High Yield Soybean Production. *Better Crops With Plant Food*, Norcross, v. 85, n. 2, p.6-7.

Lopes, H. F., Franco, A. A., Assis, R. L. de, & De-Polli, H. (2004). Aspectos econômicos da adubação residual do tomateiro na produção de feijão-de-vagem do médio Paraíba Fluminense. *Agronomia*, v.38, n.1, p. 22 – 26.

Mendes, I. C., Hungria, M., & Vargas, M. A. T. (2003). Soybean response to starter nitrogen and *Bradyrhizobium* inoculation on a Cerrado Oxisol under no tillage and conventional tillage systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 81-87.

Reis, J. S.; Alves, S. M. F.; Junior, J. A.; Pessoa, A. A.; & Silva, R. R. (2013). Determinação de zonas de manejo para adubação nitrogenada em lavoura de tomate industrial. *Revista Agrotecnologia*, Anápolis-GO.

Santos, M. R. dos; Sediya, M. A. N.; Santos, I. C. dos; Salgado, L.T.; & Vidigal, S. M. (2011). Produção de milho-verde em resposta ao efeito residual da adubação orgânica do quiabeiro em cultivo subsequente. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 58, n.1, p. 77-83, jan/fev.

Trautmann, R. R.; Lana, W. do C.; Guimarães, V. F.; Gonçalves Jr., A. C.; & Steiner, F. (2014). Potencial de água do solo é adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 38: 240-251.

Wendling, A. et al. (2007). Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:985-999.

Vermicompostagem de lodo de curtume associado a diferentes substratos

Ananda Helena Nunes Cunha¹, Eliana Paula Fernandes¹, Fernando Godinho de Araújo¹,
Guilherme Malafaia¹ & Jonas Alves Vieira Correio³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a vermicompostagem de lodo de curtume misturado com diferentes substratos em diferentes proporções, com o intuito de produzir vermicompostos com alta qualidade nutricional, como tecnologia de tratamento desses resíduos. Para isso foi misturado ao lodo de curtume (lodo primário - LC) os substratos: esterco bovino (EB), cama de frango (CF), casca de arroz (CA) e cinza de cana (CC). Os tratamentos foram assim constituídos: T1 = 0% de LC+EB; T2 = 0% de LC+CF; T3 = 0% de LC+CA; T4 = 0% de LC+CC; T5 = 25% de LC+EB; T6 = 25% de LC+CF; T7 = 25% de LC+CA; T8 = 25% de LC+CC; T9 = 50% de LC+EB; T10 = 50% de LC+CF; T11 = 50% de LC+CA e T12 = 50% de LC+CC em base seca. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado obtendo doze tratamentos com sete repetições. As minhocas (*Eisenia foetida*) foram monitoradas durante 75 dias e a umidade do substrato foi mantida em torno de 40%. Os substratos foram quimicamente caracterizados no início e ao final do processo de vermicompostagem. Os resultados demonstraram que a maioria dos parâmetros avaliados nos tratamentos apresentou diferenças estatísticas dentro de cada período entre os tratamentos, assim como a comparação feita entre os valores inicial e final. As concentrações finais das variáveis N, P, K, Ca, Mg e S se apresentaram, em geral, maiores que as concentrações iniciais para todos os tratamentos, favorecendo um destino final ambientalmente adequado ao lodo de curtume. Em geral, os vermicompostos apresentaram relação C/N, cromo, nitrogênio e pH adequados às especificações técnicas da Instrução Normativa do MAPA e Resolução do CONAMA. Conclui-se que a vermicompostagem pode ser adotada como biotecnologia de destinação final do lodo de curtume, incorporando valor nutricional, de qualidade agrônômica, principalmente em doses menores (25%).

Palavras-chave: Biotecnologia, composto orgânico, resíduo industrial, minhocas.

Vermicomposting of tannery sludge associated with different substrates

ABSTRACT

the objective of this study was to evaluate the tannery sludge vermicompost mixed with different substrates in different ratios, in order to produce vermicompost with high nutritional quality, such as waste treatment technology. For this it was mixed with tannery sludge (primary sludge - LC) substrates: manure (EB), chicken litter (CF), rice husk (CA) and cane gray (CC). The treatments were: T1 = 0% LC + EB; T2 = 0% LC + CF; T3 = 0% LC + CA; T4 = 0% LC + CC; T5 = 25% LC + EB; T6 = 25% LC + CF; T7 = 25% LC + CA; T8 = 25% LC + CC; T9 = 50% LC + EB; T10 = 50% LC + CF; T11 = 50% LC + CA and T12 = 50% LC + CC dry basis. The experimental design was completely randomized getting twelve treatments with seven repetitions. Earthworms (*Eisenia foetida*) were monitored for 75 days and the humidity of the substrate was kept around 40%. The substrates were chemically characterized at the beginning and the end of the vermicomposting process. The results demonstrated that the most of the parameters evaluated in the treatments presented statistical differences within each period between treatments, as well as the comparison made between the initial and end values. The final concentration of the variables N, P, K, Ca, Mg and S are presented, in general, larger than the initial concentration for all treatments, favoring a final destination environmentally suitable to the tannery sludge. In general, the vermicomposts had C/N, chromium, nitrogen and pH considered appropriate to MAPA and CONAMA specifications. It concludes that vermicomposting can be adopted as biotechnology disposal of tannery sludge, incorporating nutritional value of agronomic quality, especially at lower doses (25%).

Keywords: Biotechnology, organic compost, industrial waste, earthworms

Autor para correspondência: Ananda Helena Nunes Cunha - E-mail: analena23@gmail.com

Recebido em: 23 mai. 2015 - **Aceito em:** 26 jun. 2015

Editor responsável: Profa. Dra. Aline Sueli de Lima Rodrigues

¹Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil

²Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

³Universidade Estadual de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

No processo de mudança cultural, surgem oportunidades de negócios sustentáveis e lucrativas. Um deles é o aproveitamento de resíduos industriais, em função dos desequilíbrios climáticos causados pela interferência excessiva do homem na natureza, e que têm gerado uma consciência ambiental mais ativa e exigente da sociedade (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2014). Trata-se do beneficiamento de materiais descartados de um processo industrial para obtenção de um novo produto, que passa a ser uma preocupação ambiental de diminuição de resíduos ou destinação final destes resíduos que se elevam com as atividades urbana e industrial.

Com o aumento das atividades urbana e industrial, é notório a problematização em torno da geração de resíduos derivados destas atividades. Em oposição às comodidades da sociedade moderna, os problemas causados por esses resíduos constituem uma séria ameaça à qualidade de vida atual (Silva et al., 2012). Dentre os tipos de resíduos gerados, destacam-se os lodos de curtume.

No tratamento de resíduos, como lodo de curtume, a vermicompostagem se destaca como prática de baixo custo e é uma tecnologia na qual se utiliza minhocas para a produção do composto orgânico (Antoniolli et al., 2002). Minhocas da espécie *E. foetida*, conhecidas como “Vermelhas da Califórnia” têm sido uma das mais utilizadas na vermicompostagem e componentes orgânicos. Estas apresentam elevada capacidade de proliferação, adapta-se melhor ao cativeiro, produzindo húmus em menor tempo, crescimento rápido e habilidade de transformar diversos tipos de resíduos orgânicos (Aquino & Nogueira, 2001; Landgraf et al., 2005).

Dentre os resíduos industriais que já foram vermicompostados e transformados em compostos ricos em nutrientes, destacam-se aqueles provenientes da produção de papel (Kaur et al., 2010), lodos de indústrias têxteis (Garg & Kaushik, 2005), resíduos de goma guar (Suthar, 2006), lodos da indústria de açúcar (Sen & Chandra, 2007), de indústrias de bebidas (Singh et al., 2010), lodo de esgoto primário (Silva et al., 2011), resíduos de tomate fresco, pimenta e de usinas de compostagem ornamentais (Salinas-Vásquez et al., 2014) e lodo de curtume dos tipos caleiro e primário (Malafaia, 2015). Porém, da forma como proposto nesta pesquisa, com resíduos vegetais e animais para verificação de padrões de fertilidade, poucos estudos foram realizados (Silva et al., 2002; Furlan

et al., 2007; Steffen et al., 2010; Bicca et al., 2011; Melo Júnior et al., 2012).

A escolha dos substratos utilizados foi devido à grande disponibilidade destes no ambiente (Steffen et al., 2010) e, porque para as plantas, não há diferença se os nutrientes são provenientes de fertilizantes minerais ou da mineralização da matéria orgânica, contudo, a qualidade física do solo é dependente da fonte do nutriente (Melo Júnior et al., 2012). Quando a fonte é orgânica (cinza de cana-de-açúcar, casca de arroz) ou animal (esterco bovino e cama de frango), diversos benefícios à qualidade física do solo podem ser observados, cabendo destacar: melhoria na agregação, melhor equilíbrio entre macro e microporos, equilíbrio na relação sólidos e vazios do solo. Estas particularidades na verdade acabam por refletir na disponibilidade dos nutrientes bem como na facilidade de absorção destes e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas (Steffen et al., 2010; Melo Júnior et al., 2012).

Podem ser utilizados na vermicompostagem resíduos passíveis de serem utilizados na agricultura, ou outros substratos como cinza de cana-de-açúcar (Silva et al., 2002), casca de arroz (Steffen et al., 2010), esterco bovino curtido (Furlan et al., 2007; Bicca et al., 2011) e cama de frango (Melo Júnior et al., 2012).

Em relação à vermicompostagem de lodos de curtume, poucos estudos foram publicados sobre o assunto (Bidone, 1995; Vig et al., 2011; Teixeira & Almeida, 2013; Malafaia et al., 2014 e Malafaia, 2015), os quais são carentes de informações sobre qual substrato deveria ser misturado a esses resíduos e em quais proporções, com vistas à produção de um composto de boa qualidade agrônômica e que seja viável para a produção agrícola.

O estudo da disposição final de lodo de curtume torna-se necessário, devido às constantes exposições destes no solo. Tratar estes resíduos orgânicos e ainda manter seu potencial nutritivo, para aplicação agrícola é um desafio para a ciência, e que pode ser amenizado por meio de práticas simples e de baixo custo, como a vermicompostagem. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a vermicompostagem de lodo de curtume misturado a diferentes substratos em diferentes proporções, com o intuito de produzir compostos com alta capacidade nutricional para nutrição de plantas e com características que se ajustem às especificidades técnicas da Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009) e da Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

O processo da vermicompostagem foi conduzido durante os meses de setembro/2014 a janeiro/2015, em local coberto, ventilado e com temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR%) monitoradas através de termohigrômetro digital.

A vermicompostagem dos resíduos de curtume (obtidos de uma indústria curtumeira situada em Inhumas, GO) foi realizada conforme a metodologia de Vig et al. (2011), ou seja, em vasos plásticos com capacidade de 3 L, nos quais foram adicionados 1,5 kg de substrato (em base seca). Estes substratos foram reaproveitados como forma de contribuição na redução de impactos ambientais

causados pela deposição destes, e por apresentarem elevados teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio, sendo utilizados como suplemento nutricional (Piva et al., 2013). Os tratamentos foram: lodo de curtume (LC) + esterco bovino (EB) curtido; LC + cama de frango (CF); LC + casca de arroz (CA) e LC + cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CC).

Foi realizada a caracterização físico-química e química (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, C/N, Cr e pH em água), inicial e final (após 75 dias), dos substratos separadamente e dos tratamentos (Tedesco et al., 1995). A caracterização química inicial do lodo de curtume, bem como dos substratos utilizados no experimento, podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características químicas dos substratos e do lodo de curtume utilizados na vermicompostagem. Urutaí, GO, 2015.

Atributos	Esterco bovino	Cama de frango	Casca de arroz	Cinza de cana	Lodo de curtume
pH (H ₂ O)	8,60	7,8	6,20	10,60	8,00
N (dag kg ⁻¹)	1,82	4,56	1,01	0,42	0,98
P (dag kg ⁻¹)	1,03	2,23	0,26	0,83	0,78
K (dag kg ⁻¹)	1,28	1,30	0,98	1,46	0,82
Ca (dag kg ⁻¹)	2,07	6,13	0,19	4,75	15,71
Mg (dag kg ⁻¹)	0,39	0,32	0,14	0,39	0,18
S (dag kg ⁻¹)	0,50	0,10	0,30	0,40	0,80
Fe (g kg ⁻¹)	8,44	1,44	0,20	9,79	8,78
Mn (mg kg ⁻¹)	180,00	460,00	277,00	632,00	150,00
Zn (mg kg ⁻¹)	54,30	84,40	21,60	36,20	44,70
Cr (mg kg ⁻¹)	0,60	0,60	0,40	1,20	17,30
C/N	12,17	5,11	18,51	14,76	6,32

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com sete repetições, totalizando oitenta e quatro unidades experimentais instaladas no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí (Goiás, Brasil). Os tratamentos foram constituídos das misturas entre o lodo de curtume e os substratos (esterco bovino, cama de frango, casca de arroz e cinza de cana), conforme Tabela 2.

Antes da realização das misturas mencionadas anteriormente, todos os resíduos foram secos e passados em peneira com malha de 8 mm, visando maior uniformização do tamanho das partículas e eliminação de materiais indesejáveis para o bom desempenho do processo de vermicompostagem. O local definido para desenvolvimento do vermicomposto foi adaptado com pouca luz e arejado para facilitar a manutenção da umidade do substrato.

Tabela 2. Proporções das misturas de lodo de curtume e dos substratos escolhidas para o processo de vermicompostagem. Urutaí, GO, 2015.

Tratamentos	Proporções (%)	
	Lodo de curtume	Substratos
T1	0	100 EB
T2	0	100 CF
T3	0	100 CA
T4	0	100 CC
T5	25	75 EB
T6	25	75 CF
T7	25	75 CA
T8	25	75 CC
T9	50	50 EB
T10	50	50 CF
T11	50	50 CA
T12	50	50 CC

Legenda: EB=esterco bovino; CF=cama de frango; CA=casca de arroz; CC=cinza de cana.

Após um período de 30 dias, necessário para estabilização da mistura (após o processo de

fermentação ou mesmo por se apresentar tóxica) (Alves, 1998; Vig et al., 2011), 20 indivíduos adultos da espécie *E. foetida*, conforme recomendado por Landgraf et al., 2005, foram inoculados em cada unidade experimental, mantendo-se a umidade de 40% (Dores-Silva et al., 2011). Os vasos foram cobertos com sombrite (tela plástica para sombreamento) para manter as minhocas no local, evitando possíveis fugas destas, permitindo maior aeração do substrato, como descrito por Malafaia (2015).

Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e Foliar da Escola de Agronomia (Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil). Os dados obtidos referentes às concentrações iniciais e finais dos vermicompostos foram avaliados quanto à normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Após avaliação da normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas pelo teste de Tukey a 5%. As concentrações iniciais e finais dos parâmetros químicos e, ou, físico-químicos dos vermicompostos foram comparadas pelo teste t de *Student* a 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2011). Os dados foram comparados aos critérios técnicos para fertilizante orgânico composto, definidos pela Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009) e da resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As minhocas foram retiradas dos vasos após 75 dias do início do processo de vermicompostagem, pois os tratamentos T8 (25% LC + 75% CC) e T12 (50% LC + 50% CC) apresentaram queda no quantitativo de indivíduos. Assim, os demais tratamentos também foram interrompidos, afim de observar o processo no mesmo tempo de compostagem, ou seja, para que não houvesse favorecimento em nenhum tratamento, assim como também explicado por Landgraf et al. (2005) que justifica a reprodução interrompida após 60 dias pelo efeito dos metais sobre as minhocas.

No tratamento T4 (0% LC + 100% CC) as minhocas suportaram apenas 20 dias, sugerindo a exclusão deste tratamento para o processo de vermicompostagem, já que este não se apresentou satisfatório para o desenvolvimento dos indivíduos. O fato deste tratamento ser composto de 100% de cinza de bagaço de cana-de-açúcar pode ter

indicado alguma reação tóxica, mesmo após a maturação da mistura, que, como verificado por Alves (1998), é necessário deixar em repouso durante alguns dias. O substrato se apresentou inviável ao desenvolvimento da minhoca, o que não foi verificado ao fornecer cinza vegetal para produção de alface (Darolt et al., 1993), mudas de goiabeira (Prado et al., 2003) e uva (Piva, 2011), ou seja, a produção foi favorecida pelo fornecimento de cinza, provavelmente pela fonte de origem da cinza ou composição desta diferenciada do substrato utilizado.

A temperatura do ar medida ficou entre 22 °C (mínima) e 35 °C (máxima), com média de 28 °C. Já a UR (%) foi registrada entre 27 e 83%, mínima e máxima, respectivamente, com média de 52%.

Nos tratamentos T2 (0% LC + 100% CF), T6 (25% LC + 75% CF) e T10 (50% LC + 50% CF) as minhocas morreram nas primeiras 24 horas após a introdução das mesmas nos vasos, fato que pode ser explicado pela toxicidade dos substratos em reação com o lodo de curtume. Comportamentos similares foram observados por Malafaia (2015), que identificou concentração elevada de nutrientes, como aqueles advindos de compostos alcalinos encontrados em excesso nos lodos de curtume, os quais podem ter comprometido a sobrevivência das minhocas. Os tratamentos T2 (0% LC + 100% CF), T6 (25% LC + 75% CF) e T10 (50% LC + 50% CF) eram constituídos de cama de frango, e a alta concentração inicial de nitrogênio (Tabela 1), quando comparado aos demais substratos, pode ter sido a causa da mortalidade das minhocas. Provavelmente a cama de frango utilizada não estava maturada a ponto de ser utilizada, e pode ter alterado e indisponibilizado o nitrogênio, pois, como observado por Landgraf et al. (2005), as minhocas propiciam a mineralização de nitrogênio a formas que são facilmente assimiláveis pelos vegetais.

Como observado na Tabela 3, apenas o atributo N não apresentou diferença estatística, inicialmente, entre os tratamentos. Os valores encontrados para o atributo N nos tratamentos T3 (0% LC + 100% CA) e T5 (25% LC + 75% EB) (iniciais) se aproxima do encontrado por Alves (1998), que foi de 2,5 % em vermicomposto de esterco bovino após três meses avaliado como potencial fertilizante.

Na Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009), o valor de N não deve ser menor que 5 g dm⁻³ (0,5 dag kg⁻¹), ou seja, todos os vermicompostos apresentaram valores acima do permitido, ou seja, possuem possibilidade de utilização agrícola como fonte alternativa de N.

A maioria dos parâmetros avaliados nos tratamentos apresentou diferenças estatísticas dentro de cada período entre os tratamentos, assim como a comparação realizada entre os valores inicial e final. As concentrações finais dos atributos N, P, K, Ca, Mg e S se apresentaram, em geral, maiores que as concentrações iniciais para todos os tratamentos, demonstrando maturação do vermicomposto, bem como potencial nutritivo (Silva et al., 2011).

As concentrações finais para os atributos P e K (Tabela 3) foram elevadas quando comparados com as concentrações iniciais, demonstrando viabilidade de utilização do vermicomposto em escala agrícola, como fornecedores alternativos de nutrientes, conforme discutidos por Piva et al.

(2013) ao apresentarem elevados teores de potássio e fósforo.

Nos atributos P e K não foram observadas diferenças estatísticas dentro de cada período estudado. O tratamento T5 (25% LC + 75% EB) apresentou valores maiores tanto para o P quanto para o K ao se compararem valores dentro dos tratamentos, enquanto que os tratamentos T7 (25% LC + 75% CA) (0,55 dag kg⁻¹ e 0,42 dag kg⁻¹) e T11 (50% LC + 50% CA) (0,53 dag kg⁻¹ e 0,27 dag kg⁻¹) apresentaram menores valores dentro dos tratamentos (K).

Tabela 3. Concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nos substratos, inicialmente, e nos vermicompostos ao final do processo de vermicompostagem com *E. foetida*. Urutaí, GO, 2015.

Trat ¹	Atributos					
	N (dag kg ⁻¹)		P (dag kg ⁻¹)		K (dag kg ⁻¹)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	1,48aB	2,03aA	1,18abB	1,52aA	1,10aB	1,64abA
T3	2,71aA	1,36abB	0,29cB	0,32cA	0,79abA	0,59cdB
T5	2,35aA	1,69abB	1,36aA	1,24aA	1,11aB	1,44bA
T7	1,17aA	1,04abB	0,39cB	0,44bcA	0,55bA	0,42dA
T8	0,91aA	0,59bB	0,85bA	1,12abA	1,19aB	2,26aA
T9	1,77aA	1,62abB	0,96bB	1,31aA	0,78abB	1,09bcA
T11	1,27aA	1,01abB	0,46cB	0,81abcA	0,53bA	0,27dB
T12	1,21aA	0,85abB	0,94bB	1,03abcA	0,88abB	1,48bA
Trat ¹	Ca (dag kg ⁻¹)		Mg (dag kg ⁻¹)		S (dag kg ⁻¹)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	T1	2,58bA	1,48eA	0,41aB	0,53aA	0,35abA
T3	1,50bA	0,44eB	0,16cB	0,19bcA	0,20bA	0,02eA
T5	5,24abB	5,35cdA	0,37abB	0,46aA	0,26abA	0,02eB
T7	1,70bB	4,22dA	0,17cA	0,15cB	0,15bB	0,27dA
T8	4,82abB	5,96bcA	0,45aB	0,52aA	0,25bB	0,45aA
T9	6,67abB	9,26aA	0,30bB	0,36abcA	0,50aA	0,42bA
T11	4,9abB	7,47bA	0,18cA	0,15cB	0,20bB	0,44abA
T12	10,9aA	9,10aB	0,39abB	0,40abA	0,30abB	0,35cA

¹Tratamentos. *Médias na coluna para tratamentos e período (inicial e final), seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (p<0,05) (letras minúsculas), e na linha para cada tratamento, seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student (p<0,05) (letras maiúsculas). Legenda: T1: 100% de esterco bovino; T3: 100% de casca de arroz; T5: 25% de lodo de curtume e 75% de esterco bovino; T7: 25% de lodo de curtume e 75% de casca de arroz; T8: 25% de lodo de curtume e 75% de cinza de cana; T9: 50% de lodo de curtume e 50% de esterco bovino; T11: 50% de lodo de curtume e 50% de casca de arroz e T12: 50% de lodo de curtume e 50% de cinza de cana.

As concentração de Ca, Mg e S (Tabela 3) se destacam na comparação entre os períodos, que, apenas os tratamentos T3 (0% LC + 100% CA) e T12 (50% LC + 50% CC) diminuíram as concentrações de Ca (período inicial e final), os tratamentos T7 (25% LC + 75% CA) e T11 (50% LC + 50% CA) diminuíram as concentrações de Mg, e T1 (0% LC + 100% EB) e T5 (25% LC + 75% EB) diminuíram os teores de S. Estes resultados demonstram que o lodo de curtume pode ser vermicompostado e, além de ter

uma solução para a destinação final do lodo de curtume, diminuindo seu potencial poluidor (Stevens, 2014), ainda aumentaram seu potencial como fertilizante.

Ainda na Tabela 3, dentro dos tratamentos, podemos observar que para o atributo Ca, o T12 (50% LC + 50% CC) apresentou maior valor inicial (10,9 dag kg⁻¹) e final (9,10 dag kg⁻¹) favorecido pela interação entre maior dose de lodo de curtume (50%) e menor dose de cinza de cana (50%), o que

pode estar relacionado com a diminuição do peso do produto final, ou seja, com o processo as minhocas concentraram nutrientes no vermicomposto (Silva et al., 2002). Para a variável Mg, o T1 (0% LC + 100% EB) apresentou os maior valor inicial (0,41 dag kg⁻¹) e final (0,53 dag kg⁻¹). Já o tratamento T7 (25% LC + 75% CA) apresentou os menores valores iniciais e finais para as duas variáveis (Ca e Mg).

Desta forma, pode-se observar que a vermicompostagem tem a vantagem de disponibilizar nutrientes para as plantas, diminuindo as perdas de nutrientes quando comparado à compostagem (Ndegwa & Thompson, 2001). Como resultado da intensa digestão da matéria orgânica pelas minhocas, haverá liberação de elementos químicos, como N, P, K, Ca e Mg, os quais deixam a forma orgânica, dita imobilizada, para passarem à forma de nutrientes para as plantas. Esta transformação é denominada mineralização da matéria orgânica (Carvalho et al., 2009).

O aumento dos teores de Ca e Mg pode ser explicado pela diminuição do volume do substrato em função da capacidade de acelerar a decomposição da matéria orgânica (Aquino et al.,

1992), observando que o processo de vermicompostagem e a capacidade das minhocas de acelerar este processo, através da digestão da matéria orgânica (Carvalho et al., 2009), resultados que colaboram com os encontrados por Malafaia (2015).

As concentrações de Fe (Tabela 4) na maioria dos tratamentos apresentaram diferenças estatística entre a concentração inicial e a final, ou seja, houve diminuição da concentração do Fe (exceção dos T3 (0% LC + 100% CA) e T7 (25% LC + 75% CA)). Dentre os tratamentos, o T8 (25% LC + 75% CC) e T9 (50% LC + 50% EB) apresentaram maiores valores (período inicial), diferente dos valores do período final que obtidos em T7 (25% LC + 75% CA) e T1 (0% LC + 100% EB). Resultados indicando a estabilidade dos resíduos em relação à diminuição do teor de metais pesados (micro contaminantes como o ferro) foram encontrados por Garg & Gupta (2011) sobre vermicompostagem de resíduos de processamento vegetal para vermicompostagem de *E. foetida*, e realizados por Landgraf et al. (2005), que descrevem que as minhocas concentram os metais presentes no solo e, assim, podem ser consideradas como sumidouro de metais como o ferro.

Tabela 4. Concentrações de ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) nos substratos, inicialmente, e nos vermicompostos ao final do processo de vermicompostagem com *E. foetida*. Urutaí, GO, 2015.

Tratamentos	Atributos					
	Fe (g kg ⁻¹)		Mn (mg kg ⁻¹)		Zn (mg kg ⁻¹)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	10,96abA	5,72aB	214,00cA	412,33aA	61,40aA	42,83aA
T3	0,48bB	0,94bA	313,00bcB	435,00aA	22,36dB	47,86aA
T5	12,80abA	0,11bB	268,00cB	318,67aA	62,60aB	124,90aA
T7	3,38abB	7,92aA	274,66cB	492,00aA	22,40dB	55,63aA
T8	19,22aA	0,66bB	504,66aB	516,33aA	41,35bcB	76,47aA
T9	20,82aA	0,12bB	228,66cB	287,33aA	51,10abB	105,30aA
T11	11,59abA	0,12bB	255,00cA	440,33aA	26,3cdB	28,56aA
T12	15,67abA	0,30bB	394,66abB	500,33aA	43,40bA	35,00aA

*Médias na coluna para tratamentos e período (inicial e final), seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (p<0,05) (letras minúsculas); e na linha para cada grupo, seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student (p<0,05) (letras maiúsculas). Legenda: T1: 100% de esterco bovino; T3: 100% de casca de arroz; T5: 25% de lodo de curtume e 75% de esterco bovino; T7: 25% de lodo de curtume e 75% de casca de arroz; T8: 25% de lodo de curtume e 75% de cinza de cana; T9: 50% de lodo de curtume e 50% de esterco bovino; T11: 50% de lodo de curtume e 50% de casca de arroz e T12: 50% de lodo de curtume e 50% de cinza de cana.

As concentrações finais dos atributos Mn e Zn (Tabela 4) se apresentaram, em geral, maiores que as concentrações iniciais para todos os tratamentos, demonstrando viabilidade de fonte alternativa do vermicomposto no uso agrícola, ou

seja, o produto gerado da vermicompostagem tem a vantagem de possuir nutrientes em maior concentração do que os disponíveis no solo (Stevens, 2014).

Na resolução nº 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006), o valor de Zn não deve ser maior que 2.800 mg kg⁻¹, ou seja, os valores de Zn apresentados na Tabela 4 estão dentro do valor permitido para uso do vermicomposto.

A partir dos valores de pH observados na Tabela 5, pode-se verificar que o maior valor foi obtido no tratamento T8 (25% LC + 75% CC), que difere do valor do T11 (50% LC + 50% CA), provavelmente pela composição diferenciada referente à quantidade de lodo, que neste último é

maior (50% de lodo de curtume), associado ao substrato. Comportamento também observado no valor obtido no T3 (100% de casca de arroz) com o menor pH dos tratamentos no período inicial.

É possível verificar que o pH sofreu queda nos tratamentos T7 (25% LC + 75% CA), T8 (25% LC + 75% CC) e T12 (50% LC + 50% CC), fato também observado por Malafaia (2015) que encontrou valores de pH diminuindo significativamente após o processo de vermicompostagem.

Nos demais tratamentos houve aumento significativo ao comparar as concentrações inicial e final. Neste contexto, Vig et al. (2011) relatam aumentos no pH durante a vermicompostagem de lodo de curtume, possivelmente devido à

dissolução em água da amônia oriunda do metabolismo microbiológico. Também observado por Steffen et al. (2010) o húmus apresenta a vantagem de possuir pH neutro devido às minhocas apresentarem glândulas calcíferas os quais elevam o pH deste, favorecendo a assimilação de nutrientes pelas raízes das plantas.

Os valores de pH (Tabela 5), conforme a Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009), não devem ser menores que 6. Como visto na Tabela 5, todos os tratamentos atendem a essa exigência para vermicompostos.

Tabela 5. Concentrações de pH, cromo (Cr) e relação carbono/nitrogênio (C/N) nos substratos, inicialmente, e nos vermicompostos ao final do processo de vermicompostagem com *E. foetida*. Urutaí, GO, 2015.

Tratamentos	Atributos					
	pH		Cr (mg kg ⁻¹)		C/N	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	8,25abB	8,43bA	0,80cA	0,50cA	12,76abA	3,39aB
T3	6,65bB	6,93dA	0,40cA	0,20cA	11,76abB	12,66aA
T5	8,16abB	8,68abA	11,50abB	15,30bcA	6,38abA	5,53aB
T7	7,45abA	7,16dB	2,85bcB	6,65bcA	15,46abB	18,62aA
T8	8,85aA	8,83aB	8,06bcB	12,55bcA	36,38aA	35,93aB
T9	8,16abB	8,40bA	13,10abB	47,36abA	5,33abB	6,69aA
T11	7,60abB	7,90cA	6,00bcB	18,60bcA	13,56abB	27,29aA
T12	8,60aA	8,45bB	19,66aB	68,23aA	3,75bB	13,21aA

*Médias na coluna para tratamentos e período (inicial e final), seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey ($p < 0,05$) (letras minúsculas), e na linha para cada grupo, seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($p < 0,05$) (letras maiúsculas). Legenda: T1: 100% de esterco bovino; T3: 100% de casca de arroz; T5: 25% de lodo de curtume e 75% de esterco bovino; T7: 25% de lodo de curtume e 75% de casca de arroz; T8: 25% de lodo de curtume e 75% de cinza de cana; T9: 50% de lodo de curtume e 50% de esterco bovino; T11: 50% de lodo de curtume e 50% de casca de arroz e T12: 50% de lodo de curtume e 50% de cinza de cana.

Para a variável Cr todos os tratamentos (exceção T1 (100% EB) e T3 (100% CA)) obtiveram teor médio menor inicialmente. Nos demais tratamentos não houve diferença entre os teores inicial e o final. O maior valor registrado no início foi no tratamento T12 (50% LC + 50% CC) (68,23 mg kg⁻¹) e os menores em T1 (100% EB) e T3 (100% CA), 0,50 e 0,20 mg kg⁻¹, respectivamente.

Como observado na Resolução nº 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006), o valor de Cr não deve ser maior que 1.000 mg kg⁻¹, ou seja, os valores de Cr apresentados na Tabela 5 estão dentro do valor permitido para uso do lodo de curtume.

De acordo com estudos obtidos por Landgraf et al. (2005), as minhocas concentram os metais presentes no solo, ou seja, assim elas podem ser consideradas como sumidouro de metais tóxicos como o cromo. Fato este contradiz com os resultados observados na Tabela 5, que as concentrações finais de Cr aumentaram quando

comparados com as concentrações iniciais, ou seja, a diminuição do volume do substrato pode ter causado este aumento da concentração final comparada à concentração inicial.

A relação C/N foi aumentada nos tratamentos T3 (100% CA), T7 (25% LC + 75% CA), T9 (50% LC + 50% EB), T11 (50% LC + 50% CA) e T12 (50% LC + 50% CC) quando comparados os períodos inicial e final, o que pode ser justificado pela queda na concentração do atributo N. Como justificado por Stevens (2014), o vermicomposto necessita estar estabilizado para poder ser utilizado como adubo orgânico, e sendo assim, de acordo com Paullus et al. (2000) a estabilização do material só é garantida quando a relação C/N do vermicomposto for inferior a 18/1, sendo que o material completamente humificado apresenta relação C/N próxima de 10/1 (Kiehl, 1985). Valores para relação C/N de 27,26 foi encontrada por Alves (1998) para ácido húmico de turfa ao avaliar as propriedades físicas e químicas e o potencial fertilizante de húmus

proveniente da vermicompostagem de esterco bovino.

Os valores da relação C/N (Tabela 5) se enquadram na Instrução Normativa nº 25/2009 do MAPA (Brasil, 2009), que determina valor máximo de 14%, como exceção dos valores obtidos nos tratamentos T7 (25% LC + 75% CA), T8 (25% LC + 75% CC) e T11 (50% LC + 50% CA) (tanto no período inicial quanto no final), que corroboram com os valores observados por Malafaia et al. (2014), que não se enquadraram no limite estabelecido pela legislação brasileira.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados e de acordo com as condições experimentais pode-se concluir que:

- A vermicompostagem de lodo de curtume com adição de cama de frango se mostrou inviável, devido, provavelmente, à toxicidade do resíduo de curtume;
- Em geral, os vermicompostos produzidos por *E. foetida* apresentaram teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre que favorecem o seu uso como composto orgânico para o solo;
- A estabilidade da relação C/N indica possibilidade de uso do vermicomposto como fertilizante na agricultura, favorecendo um destino final ambientalmente adequado ao lodo de curtume. Em geral, os vermicompostos apresentaram relação C/N, cromo, nitrogênio e pH adequados às especificações técnicas da Instrução Normativa do MAPA e Resolução do CONAMA;
- A vermicompostagem pode ser adotada como biotecnologia de destinação final do lodo de curtume, incorporando valor nutricional de qualidade agrônômica, principalmente em doses menores (25%).

REFERÊNCIAS

- Alves, M. R. (1998). *Caracterização de ácidos húmicos extraídos de vermicompostos e estudo da dissipação do herbicida Alaclor em solo e em vermicomposto*. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Antoniolli, Z. I. et al. (2002). *Minhocultura e vermicompostagem*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.
- Aquino, A. M., Almeida, D. L., & Silva, V. F. (1992). *Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem*. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Aquino, A. M., & Nogueira, E. M. (2001). *Fatores limitantes da vermicompostagem de esterco suíno e de aves e influência da densidade populacional das minhocas na sua reprodução*. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Bicca, A. M. O., Pimentel, E., Suñe, L., Morselli, T. B. G., & Berbigier, P. (2011). Substratos na produção de mudas de couve híbrida. *Revista FZVA*, 18 (1), 136-142. Disponível em:

<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/8748>> Acesso em: 25/06/2015.

Bidone, F. R. A. (1995). *A vermicompostagem dos resíduos sólidos de curtume, brutos e previamente lixiviados, utilizando composto de lixo orgânico urbano como substrato*. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.

Brasil (2006). *Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências*, Diário Oficial da União. Brasília, Brasil: Presidência da República.

Brasil (2009). *Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA aprova as normas sobre as especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura*, Diário Oficial da União. Brasília, Brasil: Presidência da República.

Carvalho, N. L. C., Brum, T. S., Cotta, J. A. O., & Lima, E. N. (2009). Utilização de diferentes resíduos no processo de vermicompostagem e estudo da humificação. In: *I Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos*. Vitória, Brasil, 8-9 outubro 2009 (p.1-5). Vitória, Brasil: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/biossolido/icbro/cbro/Artigos/COMPOSTAGEM/Utilização de diferentes resíduos no processo de vermicompostagem e estudo de humificação.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/biossolido/icbro/cbro/Artigos/COMPOSTAGEM/Utilização%20de%20diferentes%20resíduos%20no%20processo%20de%20vermicompostagem%20e%20estudo%20de%20humificação.pdf)> Acesso em: 24/06/2015.

Darolt, M. R., Blanco Neto, V., & Zambon, F. R. A. (1993). Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura da alface. *Horticultura Brasileira*, 11 (1), 38-40.

Dores-Silva, P. R., Landgraf, M. D., & Rezende, M. O. (2011). Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. *Química Nova*, 34 (6), 956-961.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042.

Furlan, F. et al. (2007). Substratos alternativos para produção de mudas de couve em sistema orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2 (2), 1686-1689.

Garg, V. K., & Kaushik, P. (2005). Vermistabilization of textile mill sludge spiked with poultry droppings by an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, 96 (9), 1063-1071.

Garg, V. K., & Gupta, R. (2011). Optimization of cow dung spiked pre-consumer processing vegetable waste for vermicomposting using *Eisenia foetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74 (1), 19-24.

- Kaur, A., Singh, J., Vig, A. P., Dhaliwal, S. S., & Rup, P. J. (2010). Cocomposting with and without *Eisenia fetida* for conversion of toxic paper mill sludge into soil conditioner. *Bioresource Technology*, 101 (21), 8192-8198.
- Kiehl, E. J. (1985). *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agr. Ceres Ltda.
- Landgraf, M. D., Messias, R. A., & Rezende, M. O. O. (2005). *A Importância ambiental da vermicompostagem: vantagens e aplicações*. São Carlos: Rima.
- Malafaia, G., Jordão, C. R., Araújo, F. G., Leandro, W. M., & Rodrigues, A. S. L. (2014). Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando *Eisenia foetida*. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro In press.
- Malafaia, G. (2015). *Aproveitamento de lodo de curtume e uso de água residuária de esgoto doméstico na cultura do milho (Zea mays L.)*. (Tese de doutoramento). Universidade Federal de Goiás, Brasil.
- Melo Júnior, H. B., Borges, M. V., Domingues, M. A., & Borges, E. N. (2012). Efeito da ação decompositora da minhoca californiana (*Lumbricus rubellus*) na composição química de um fertilizante organomineral. *Bioscience Journal*, 28 (1), 170-178.
- Ndegwa, P. M., & Thompson, S. A. (2001). Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, 76 (2), 107-112.
- Paulus, G., Muller, A. M., & Barcellos, L. A. R. (2000). *Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica*. Porto Alegre: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural.
- Prado, R. M., Corrêa, M. C. M., Pereira, L., Cintra, A. C. O., & Natale, W. (2003). Cinza da indústria cerâmica na produção de mudas de goiabeira, efeito no crescimento e na produção de matéria seca. *Revista de Agricultura*, 78 (1), 25-35.
- Piva, R. (2011). *Adubação de videiras cultivares Isabel e Bordô (Vitis labrusca L.) para sistema orgânico de produção*. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil.
- Piva, R., Botelho, R. V., Ortolan, C., Mülher, M. M. L., & Kawakami, J. (2013). Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (2), 600-615.
- Salinas-Vásquez, F., Sepúlveda-Morales, L., & Sepúlveda-Chaves, G. (2014). Evaluacion de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *Revista Idesia*, 32 (2), 95-100.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2014). *Indústria de reaproveitamento de resíduos: ideias de negócios sustentáveis*. Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Cartilhas/Ind%C3%BAstria-de-Reaproveitamento-de-Res%C3%ADduos>> Acesso em: 14/09/2014.
- Sen, B., & Chandra, T. S. (2007). Chemolytic and solid-state spectroscopic evaluation of organic matter transformation during vermicomposting of sugar industry wastes. *Bioresource Technology*, 98 (8), 1680-1683.
- Silva, C. D. da, Costa, L. M. da, Matos, A. T. de, Cecon, P. R., & Silva, D. D. (2002). Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 6 (3), 487-491.
- Silva, R. F., Vasconcellos, N. J. S., Steffen, G. P. K., Dotto, R. B., & Grutka, L. (2011). Caracterizações microbiológicas e químicas em resíduos orgânicos submetidos à vermicompostagem. *Revista Brasileira de Agrociências*, 17 (1-4), 108-115.
- Silva, A. S. S., Souza, J. G., & Leal, A. C. (2012). Qualidade de vida e meio ambiente: experiência de consolidação de indicadores de sustentabilidade em espaço urbano. *Sustentabilidade em Debate*, 3 (2), 177-196.
- Singh, J., Kaur, A., Vig, A. P., & Rup, P. J. (2010). Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (3), 430-435.
- Steffen, G. P. K., Antonioli, Z. I., Steffen, R. B., & Machado, R. G. (2010). Casca de arroz e esterco bovino como substratos para multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. *Acta Zoológica Mexicana*, 2, 333-343. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57515556025>> Acesso em: 24/06/2015.
- Stevens, D. (2014). *O uso da vermicompostagem para redução do cromo em lodo de curtume e após aplicação como fertilizante em cultivo de cebolinha (Allium fistulosum L.)*. (Dissertação de mestrado). Centro Universitário Univates, Brasil.
- Suthar, S. (2006). Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. *Bioresource Technology*, 97 (18), 2474-2477.
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C., Bohnen, H., & Volkweiss, S. J. (1995). *Análise de solo, plantas e outros materiais* (2ª ed.). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Teixeira, P. A. C. & Almeida, T. L. (2013). Estudo da viabilidade do uso de lodo de curtume para vermicompostagem: uso agrícola. In: *V Simpósio de tecnologia em meio ambiente e recursos hídricos, Jahu*, 2013. (p.1-14). Faculdade de Tecnologia. Disponível em: <http://www.rimaeditora.com.br/12_5SIMAR.pdf> Acesso em 14/09/2014.
- Vig, A. P., Singh, J., Wani, S. H., & Dhaliwal, S. S. (2011). Vermicomposting of tannery sludge mixed with cattle dung into valuable manure using earthworm *Eisenia fetida* (Savigny). *Bioresource Technology*, 102 (17), 7941-7945.

Blind source separation by multiresolution analysis using AMUSE algorithm

Bruno Rodrigues de Oliveira¹, Marco Aparecido Queiroz Duarte² & Jozué Vieira Filho¹

ABSTRACT

Algorithms for blind source separation have been extensively studied in the last years. This paper proposes the use of multiresolution analysis in three decomposition levels of the wavelet transform, such as a preprocessing step, and the AMUSE algorithm to separate the source signals in distinct levels of resolution. Results show that there is an improvement in the estimation of the signals and in the mixing matrix even in noisy environment if compared to the use of AMUSE only.

Keywords: audio signal separation, wavelet transform, second order statistical.

Separação cega de fontes pela análise multirresolução utilizando o algoritmo AMUSE

RESUMO

Algoritmos para separação cega de fontes têm sido extensivamente estudados nos últimos anos. Este artigo propõe o uso da análise multirresolução pela transformada wavelet em três níveis de decomposição, na etapa de pré-processamento, e o algoritmo AMUSE para separar sinais fontes em distintos níveis de resolução. Os resultados mostram que há melhora na estimação dos sinais e da matriz de mistura, mesmo em ambiente ruidoso, se comparado ao uso do AMUSE somente.

Palavras-chave: separação de sinais de áudio, transformada wavelet, estatísticas de segunda ordem.

Autor para correspondência: Bruno Rodrigues de Oliveira

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil.

E-mail: bruno.ro.net@gmail.com

Recebido em: 04 jun. 2015

Aceito em: 08 jul. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil.

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil.

INTRODUCTION

Blind Source Separation (BSS) is encountered in various branches of applied mathematics: medical applications such as EEG, ECG, fetal ECG, MEG and fMRI; in telecommunications such as multiuser detection; as a tool for financial analysis, helping to minimize the risk in investment strategy; in audio separation; in feature extraction, which allows implementing pattern recognition systems (HYVÄRINEN *et. al.*, 2001; COMON; JUTTEN, 2010).

Many researchers have considered the inclusion of preprocessing steps using the Discrete Wavelet Transform (DWT) (LÓ *et al.*, 2011; MISSAQUI *et al.*, 2011; MIJOVIC *et al.*, 2011; TALBI *et al.*, 2012; SHAYESTEH; FALLAHIAN, 2010). Some of them use the DWT to remove noise. Others exploit the decomposition into several frequency bands where the particularities of the signals can be emphasized, as in Huang *et al.* (2003) which proposes a parallel architecture to separate signal in low and high frequencies. Another approach is the recognition of images as in Leo *et al.* (2003) that uses DWT and BSS method for detecting ball in soccer game, aided by neural network.

In this work, it is proposed a BSS method that uses the Multiresolution Analysis (MRA) proportioned by the DWT as a preprocessing step. The advantage of the proposed method is that there is no necessity to return to time domain, since the observed signals are stored, and after the identification of the mixing matrix, in different resolution levels, they are used to obtain the separated signals. The proposed method consists in an update to AMUSE, which means the inclusion of the wavelet preprocessing step aiming the improvement of the estimated sources.

MATERIAL AND METHODS

The methods used in this research were the wavelet transform and AMUSE algorithm. As material, male and female speech signals recorded in common environment were used.

Blind Source Separation

BSS problems are characterized as MIMO (multiple-input-multiple-output) systems, where each output is the combination of multiple inputs (sources) with some noise. The inputs of this system and the subsystem that mixes the source signals are both unknown.

Let $\mathbf{x} = [\mathbf{x}_1(t) \dots \mathbf{x}_n(t)]^T$ be the observation vector of the output of the system. The input vector is $\mathbf{s}_0 = [\mathbf{s}_1(t) \dots \mathbf{s}_n(t)]^T$, composed by the source signals and $\mathbf{v} = [\mathbf{v}_1(t) \dots \mathbf{v}_n(t)]^T$ is the additive noise vector, where $[\cdot]^T$ denotes the transposed vector and t is the time. $\mathbf{A}_0 \in \mathbb{R}^{m \times n}$ is

the actual matrix that characterizes the mixing system. If we consider the case of instantaneous mixtures, the output of the system is seen as

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}_0 \mathbf{s}_0 + \mathbf{v} \quad (1)$$

In order to solve the problem, \mathbf{s}_0 and \mathbf{A}_0 must be estimate only through \mathbf{x} . The main difficulty is the lack of information. Therefore some assumptions must be made, so that a model can be proposed.

Definition 1

A BSS model is an ordered pair $(\mathbf{A}_0, \mathbf{s}_0)$ such that: equation (1) is valid; $rank(\mathbf{A}_0) = n$; \mathbf{s}_0 and \mathbf{v} are zero-mean WSS (Wide Sense Stationary) vectors and the covariance matrix is $\mathbf{R}_v = \sigma^2 \mathbf{I}$, where σ^2 is the variance of the noisy process and $\{\mathbf{s}_i(t), i = 1, \dots, n\}$ are uncorrelated sources.

Theoretically, \mathbf{A}_0 can be any non-singular matrix. However, in practical situations the waveform of the source should be preserved, so that the estimated signals are intelligible, as well as the estimated sources are not of the same order or magnitude (YEREDOR, 2010). The following theorem establishes a relationship with this property.

Theorem 1

A relationship \mathfrak{R} that preserves the waveform of source signals is an equivalence relation on BSS model defined as a couple of ordered pairs $(\mathbf{A}', \mathbf{s}')$ and $(\mathbf{A}_0, \mathbf{s}_0)$ such that:

$$\mathbf{A}' = \mathbf{A}_0 \mathbf{\Lambda}^{-1} \mathbf{P}^T \quad (2)$$

$$\mathbf{s}' = \mathbf{P} \mathbf{\Lambda} \mathbf{s}_0 \quad (3)$$

where $\mathbf{\Lambda}$ is a scaling matrix and \mathbf{P} a permutation matrix. The proof of this theorem can be found in Tong *et al.* (1991).

Definition 2

In order to solve a BSS model an ordered pair $(\mathbf{A}', \mathbf{s}')$ must be found such that $(\mathbf{A}', \mathbf{s}') \mathfrak{R} (\mathbf{A}_0, \mathbf{s}_0)$.

Therefore, it is not sufficient to estimate a mixing matrix and sources. These estimates should be related through \mathfrak{R} as it preserves the waveform of the actual source signals and also the direction of the column vectors of \mathbf{A}_0 , differing only by norm and/or permutation.

Algorithm to solve the BSS problem

In this work we use AMUSE (Algorithm for Multiple Unknown Signals Extraction) to solve the BSS problem. In an overview, AMUSE explores the temporal structure of sources projecting the observation vector in an orthogonal space. In this space,

the n largest singular values of the covariance matrix of the observation vector are distinct (CHICHOCKI; AMARI, 2003).

Then, it is possible to find a solution to the BSS problem by the eigenvalues decomposition of such matrix.

Multiresolution Analysis

The Multiresolution Analysis (MRA) allows the observation of a signal at different scales, and in each scale it is possible to obtain more or less information.

It is defined as a sequence of closed subspaces $V_j \subset V_{j-1}$, j is an integer number, requiring $f(\cdot) \in V_j \Leftrightarrow f(2^j \cdot) \in V_0$ and exists a function $\phi(t) \in V_0$ so that $\{\phi_{0,k} = \phi(t - k); k \in \mathbb{Z}\}$ is an orthonormal basis for those subspaces; more generally $\{\phi_{j,k}(t) = 2^{-j/2} \phi(2^{-j}t - k); j, k \in \mathbb{Z}\}$ is an orthonormal basis for V_j (DAUBECHIES, 1992). Since $\phi_{-1,k}$ is an orthonormal basis for V_{-1} and $V_0 \subset V_{-1}$, there exists a sequence $h[n]$ so that

$$\phi(t) = \sqrt{2} \sum_n h_n \phi(2t - n) \quad (4)$$

where $h_n = \langle \phi, \phi_{-1,k} \rangle$ and $\sum_n |h_n|^2 < +\infty$.

The function in eq. (4) implements a lowpass filtering with coefficients $h[n]$ and also a downsampling operation by a factor of two, that can be seen in the matrix form in eq. (6).

For other resolution levels, the output is again filtered. When a signal is decomposed by the DWT a MRA process is performed (DAUBECHIES, 1992; STRANG; NGUYEN, 1997).

Proposed method

Our proposal is to insert a preprocessing step before using AMUSE algorithm. This step will act as a filtering process in the signal decomposed by the DWT, i.e., in the wavelet domain.

The separation is performed in each resolution level and it is not necessary to return to time domain, because the observation vector, in the j th resolution, is only used to calculate the mixing matrix and then, in order to estimate the sources, it is used to multiply the observation vector in the time domain. In the BSS model a filtering process can be implemented without changing its structure (HYVÄRINEN *et. al*, 2001), as shown in eq. (5), considering eq. (1):

$$\mathbf{x}F = \mathbf{A}_0 \mathbf{s}_0 F + \mathbf{v}F = \mathbf{A}_0 \mathbf{s}_0^\# + \mathbf{v}^\# \quad (5)$$

where F is a matrix used in the filtering process and $\mathbf{s}_0^\#$ and $\mathbf{v}^\#$ are the filtered signals. In the DWT

decomposition four Daubechies wavelet coefficients are used:

$$h_0 = \frac{1 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_1 = \frac{3 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$$

$$h_2 = \frac{3 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_3 = \frac{1 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$$

In a matrix form, filtering operation F can be seen in eq. (6) (WEEKS, 2007):

$$F = \begin{bmatrix} h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Obviously the filter must operate in the signals such that for a given solution $(\mathbf{A}', \mathbf{s}')$, $(\mathbf{A}', \mathbf{s}') \mathfrak{R}(\mathbf{A}_0, \mathbf{s}_0)$, i.e., the filtering process does not change the waveform of the source signals. It is clear that is was expected to happen with the proposed method. Since the DWT implements only a matrix multiplication with downsampling by factor 2. However, as shown in Figure (1), the waveform of the signal is modified from some level of decomposition. Therefore the AMR should be used in some levels, as done in the following experiments.

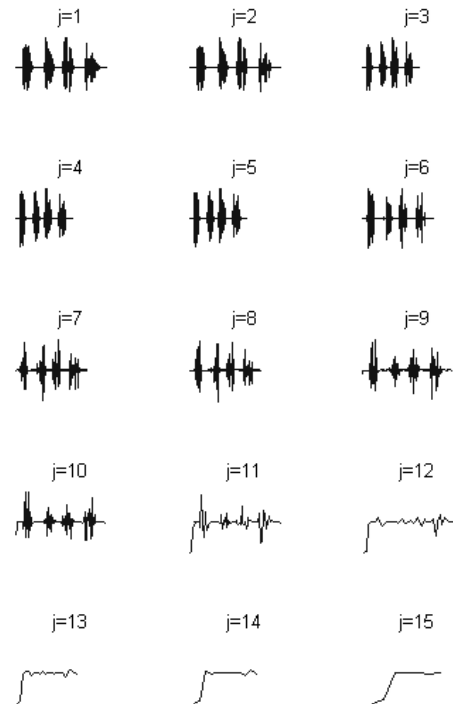


Figure 1. Changing the waveform at different decomposition levels

Performance measures

Among the several useful measures for evaluating BSS algorithms, one of the most used is ζ (Amari metric), proposed by Amari (KAWAGUCHI *et al.* 2012). It compares the elements of $\mathbf{Q} = \hat{\mathbf{A}}_0^{-1}\mathbf{A}_0$, with the j th column of \mathbf{Q} given by q_{ij} . The closer to zero it is the better is estimation of the mixing matrix. Such measure is defined in (7), its not-normalized version:

$$\zeta = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{j=1}^n |q_{ij}|}{\max_j |q_{ij}|} - 1 \right] + \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^n |q_{ij}|}{\max_i |q_{ij}|} - 1 \right] \quad (7)$$

The Source-to-Interference-Ratio - SIR, proposed by Radu *et al.* (2003) and defined in (8), is used to measure the interference among the sources in the BSS process. SIR values are given in dB (decibels) and the higher they are the lower is the interference among the sources.

$$SIR = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{m} \frac{\sum_{i=1}^m \max(q_j)^2}{q_j^T q_j - \max(q_j)^2} \right] \quad (8)$$

RESULTS AND DISCUSSION

In this section two experiments are performed in order to evaluate the efficiency of the proposed method, based on the metrics presented in section 6. Results are obtained for AMUSE and for the proposed method. In the implementation of the proposed method, three wavelet decomposition levels are tested ($j = 1, 2, 3$).

Experiment One

In this experiment two Portuguese speech signals are considered, one with male voice and the other with female voice, both sampled at 16 kHz rate with 7s of duration.

First, sources are mixed without noise and results are presented in Table (1) and Figure (2). After, before the mixing process, both signals are corrupted by Gaussian white noise, now results are in Table (2) and Figure (3).

Measure	AMUSE Method	Proposed Method		
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
ζ	0.0176	0.0141	0.0143	0.0307
SIR	35.9570	38.5584	39.0679	30.4950

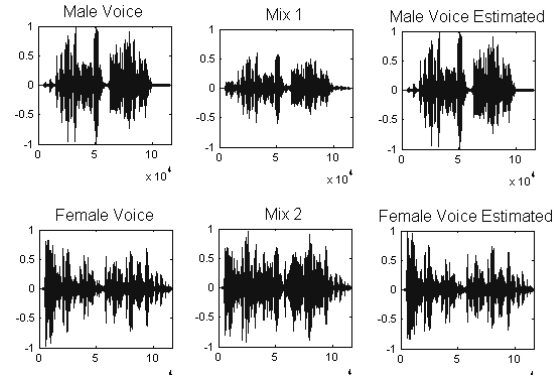


Figure 2. Waveform of the signals of Table 1 in $j = 2$

Measure	AMUSE Method	Proposed Method		
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
ζ	0.0835	0.0152	0.0142	0.0310
SIR	21.9108	37.5799	39.057	30.3961

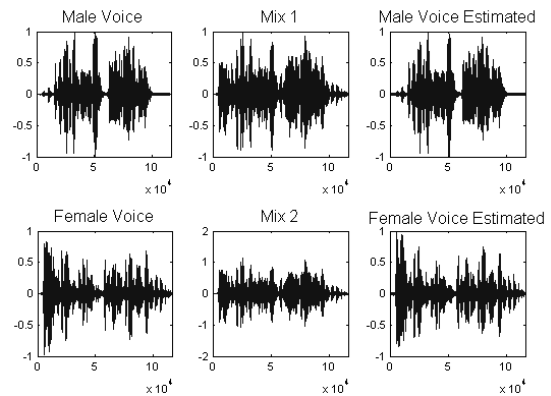


Figure 2. Waveform of the signals of Table 2 in $j=2$

Observing Tables (1) and (2) it is perceptible the efficiency of the proposed method over AMUSE. When noise-free signals are considered, the proposed method overcomes AMUSE in the first and second wavelet decomposition levels, with better ζ value for $j = 1$ and better SIR for $j = 2$.

When noisy signals are considered, the proposed method also overcomes AMUSE in the in the first and second wavelet decomposition levels, but now better ζ and SIR values are reached when $j = 2$. It is worth noting that for the two cases, the use of a third wavelet decomposition level is not so advantageous, since results are becoming worst from second level on.

Experiment Two

This experiment considers as source signals, for mixture, the Portuguese pronunciations of the letters "i" and "a" by a male speaker. Signals are sampled at 16kHz rate with 1s of duration. Again, mixtures of noise-free signals and noisy signals are tested, with noisy signals corrupted with white Gaussian noise. Table (3) and Figure (4) presents results when BSS is performed with noise-free signals and results for noisy signals are presented in Table (4) and Figure (5).

Measure	AMUSE Method	Proposed Method		
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
ζ	0.0123	0.0021	0.0016	0.3425
SIR	38.6951	55.5826	56.4386	9.7450

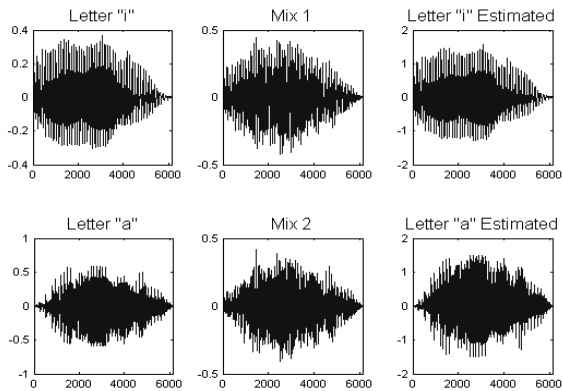


Figure 3. Waveform of the signals of Table 2 in $j=2$.

Measure	AMUSE Method	Proposed Method		
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
ζ	0.0288	0.0021	0.0018	0.3361
SIR	31.9500	54.6894	55.7146	9.9048

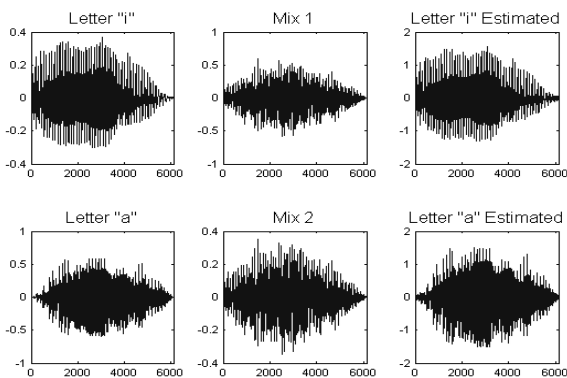


Figure 4. Waveform of the signals of Table 2 in $j=2$.

Observing Tables (3) and (4) it is again perceptible the efficiency of the proposed method over AMUSE and, in the two considered cases, better results are reached for $j = 2$. When $j = 3$, results become worst, under acceptable values, because there is few information and the waveform of the source signals change.

In general, analyzing results presented in Tables (1) to (4), a wavelet preprocessing step improves AMUSE, since results are superior than simple AMUSE. Considering average values for ζ and SIR it is worth saying that the ideal preprocessing wavelet decomposition level is $j = 2$. After $j = 2$, there is a clear deterioration in the sources.

Another fact that should be noted is that in a noisy environment the proposed method has better results than AMUSE only. Figure (6) shows, for different signal-to-noise-ratio (SNR), how this preprocessing step contributes for better estimation of the source signals, i.e., higher SIR .

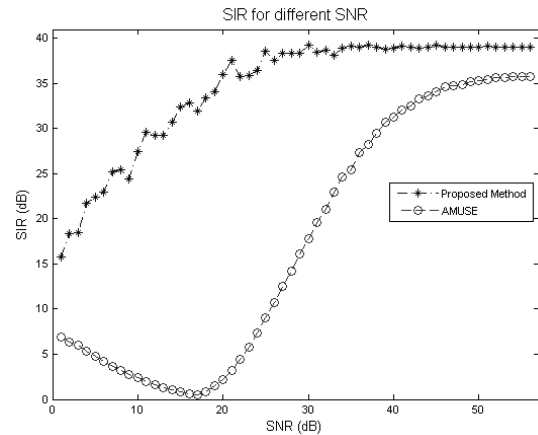


Figure 5. SIR for different SNR to AMUSE and Proposed Method

CONCLUSION

In this paper an improvement for AMUSE BSS algorithm was proposed, which consists in the wavelet decomposition of the mixture before the actual BSS process.

Results showed significant improvements in the estimation of the sources up to the second wavelet resolution level in all experiments, reaching approximately 18dB of improvement in average.

Experiments also showed that it is not worth using more than two wavelet resolution levels, since the use of a third resolution level deteriorates the sources. Such worsening in the estimation is due to the fact that there is not enough information to source separation, since the third wavelet level has only 1/8 of samples of the observation vector.

In noisy environments results were slightly worse, since the separation does not ignore noise, estimating it along with the sources. In fact each

estimated source is a linear combination of the noise sources present in the sensors. Therefore, in order to attenuate noise, the structure to acquire sources should have more sensors than sources.

Further works should consider the use of other wavelet filters, trying to get the better (or optimal) wavelet filter for BSS process. The case of more sensors than sources should be also studied.

REFERENCES

CHICHOCKI, A.; AMARI, S. Adaptive Blind Signal and Image Processing: Learning Algorithms and Applications. West Sussex: Wiley, 2003.

COMON, P.; JUTTEN, C. Handbook of Blind Source Separation: Independent Component Analysis and Applications. Oxford: Elsevier, 2010.

DAUBECHIES, I. Ten Lectures on Wavelets. CBMS-NSF regional conference series in applied mathematics, Philadelphia, 1992.

HYVÄRINEN, A.; KARHUNEN, J.; OJA, E. Independent Component Analysis. New York: Wiley, 2001.

HUANG, R.; CHEUNG, Y.; ZHU, S. A Parallel Architecture Using Discrete Wavelet Transform for Fast ICA Implementation. IEEE Int. Conf. Neural Networks & Signal Processing on, v. 14-17, p. 1358-1361, 2003.

KAWAGUCHI, A.; TRUONG, Y. K.; HUANG, X. Application of Polynomial Spline Independent Component Analysis to fMRI Data. In: NAIK, G. R. Independent Component Analysis for Audio and Biosignal Applications. Rijeka: InTech, 2012. p. 209-220.

LEO, M.; D'ORAZIO, T.; DISTANTE, A. Feature extraction for automatic ball recognition: comparison between wavelet and ICA preprocessing. Image and Signal Processing and Analysis, ISPA 2003. Proceedings of the 3rd International Symposium on, vol. 2, p. 587-592, 2003.

LÓ, P. M. G.; LOZANO, H. M.; SÁNCHEZ, F. L. P.; MORENO, L. N. O. Blind Source Separation of audio signals using

independent component analysis and wavelets. Electrical Communications and Computers CONIELECOMP 21st International Conference on, p.152-157, 2011.

MISSAOUI, I.; LACHIRI, Z. Blind speech separation based on undecimated wavelet packet-perceptual filterbanks and independent component analysis. IJCSI International Journal of Computer Science Issues on, v. 8, 2011.

MIJOVIC, B.; VOS, M. D.; GLIGORIJEVIC, I.; Taelman, J.; HUFFEL, S. V. Using Wavelet Transformation in Blind Sources Separation of the Fetal Electrocardiogram. Majlesi Journal of Electrical Engineering on, v. 5, p. 2188-2196, 2011.

TALBI, M.; AICHA, A. B.; SALHI, L.; CHERIF, A. Bionic Wavelet Based Denoising Using Source Separation. Int J Comput Commun on, v. 7, p. 574-585, 2012.

RADU, M.; HULLE, M. M. V. A comparative survey on adaptive neural network algorithms for independent component analysis. Romanian Reports in Physics on, v. 55.1, p. 49-74, 2003.

SHAYESTEH, M.; FALLAHIAN, J. Source Separation From Single-Channel Recordings by Combining Empirical-Mode Decomposition and Independent Component Analysis. IEEE Transactions on Biomedical Engineering on, v. 57, p. 33-37, 2010.

STRANG, G.; NGUYEN, T. Wavelets and Filter Banks. Cambridge: Wellesley, 1997.

TONG, L.; LIU, R.; SOON, V. C.; HUANG, Y. Indeterminacy and identifiability of blind identification. Circuits and Systems, IEEE Transactions on, v. 38, p. 499-509, 1991.

YEREDOR, A. Second-order methods based on color. In: COMON, P.; JUTTEN, C. Handbook of Blind Source Separation: Independent Component Analysis and Applications. Oxford: Elsevier, 2010. p. 227-278.

WEEKS, M. Digital Signal Processing using MATLAB and Wavelets. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers, 2007.

Teste de germinação de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.)

Roberta Leopoldo Ferreira & Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre

RESUMO

O estudo de uma espécie multiplicada por semente deve, inicialmente, estabelecer as condições para a germinação, pois, geralmente, a avaliação da qualidade da semente baseia-se nesse processo. O objetivo da pesquisa foi avaliar a temperatura e o substrato para o teste de germinação das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). As sementes de urucum foram representadas por quatro acessos genéticos, mantidos pelo IAC, Campinas, SP, e por três lotes. Inicialmente, foram avaliados, em mesa termogradiante, 11 intervalos de temperaturas entre 15 °C e 35 °C, com oito horas de fotoperíodo diário. A seguir, utilizando a temperatura de 30 °C, em germinador, com oito horas de fotoperíodo diário, foram testados os substratos papel (sobre papel e rolo de papel) e vermiculita (entre vermiculita). As sementes e as plântulas foram avaliadas diariamente e calculados a porcentagem e o índice de velocidade de germinação. O intervalo de temperatura, favorável para a germinação das sementes de urucum, é o entre 29,5 oC e 31 oC e o substrato ideal é o papel (entre papel).

Palavras-chave: Temperatura, substrato, mesa termogradiante.

Germination test of annatto seeds (*Bixa Orellana* L.)

ABSTRACT

The study of a species multiplied by seed should initially establish the conditions for germination, because, generally, the evaluation of seed quality is based on this process. The research objective was to evaluate the temperature and the substrate for germination test of annatto (*Bixa orellana* L.). The annatto seeds were represented by four genetic access, held by IAC, Campinas, SP, and three lots. Initially, were evaluated nine temperatures intervals between 15 °C and 35 °C in a thermo-gradient table with a daily photoperiod of 8 hours. Next, the most appropriate temperature (30 °C) for germination were tested, with a daily photoperiod of 8 hours, the substrates paper (Paper and paper roll), and vermiculite (in vermiculite). Evaluations were performed daily, according to the criteria established in the Brazilian Rules for Seed Testing, and the percentage and seed germination speed were determined. The temperature range, more favorable for annatto seed germination, is between 29.5 °C and 31 °C, and the best substratum is paper (paper roll).

Keywords: Temperature, substrate, thermo-gradient table.

Autor para correspondência: Roberta Leopoldo

Ferreira

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-
ESALQ, SP, Brasil.

E-mail: robertaleopoldof@gmail.com

Recebido em: 22 jun. 2015

Aceito em: 18 ago. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

A planta da espécie *Bixa orellana* L., família Bixaceae, produz frutos denominados de urucum, cujo nome popular tem origem na palavra tupi "uru-ku", que significa "vermelho". É um arbusto originário da América Central ou da América do Sul, mais especificamente da região Amazônica, que cresce espontaneamente desde a Guiana até a Bahia.

É uma cultura, que tem como principal produto a semente, cujo valor agrícola e econômico está relacionado aos pigmentos associados à superfície da semente, que são corantes naturais, constituídos por vários carotenóides, com predomínio da bixina. Esses pigmentos são utilizados nas indústrias alimentícia, em função da tendência de substituir os corantes artificiais pelos naturais, e de produtos cosméticos e farmacêuticos (Feldman et al., 1995).

A multiplicação das plantas de urucum é feita, preferencialmente, por sementes (Hartmann et al., 1990, Ramalho et al., 1988). Dessa forma, o estabelecimento de métodos para analisar a qualidade dessas sementes é essencial para a produção e a comercialização; no entanto, não há, ainda, métodos padronizados para a avaliação da qualidade das sementes de urucum descritos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), embora haja informações nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013).

Conforme ressaltaram Novembre et al. (2007) o estudo de uma espécie multiplicada por semente deve, inicialmente, estabelecer as condições para a germinação, pois, geralmente, a avaliação da qualidade da semente baseia-se nesse processo.

As sementes, em geral, têm diferenças, quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são os componentes básicos do teste de germinação; assim, o conhecimento da interferência desses componentes na germinação das sementes de cada espécie é fundamental (Mondo et al. 2008).

A temperatura tem influência no processo germinativo, não apenas com relação à velocidade, mas, também, à porcentagem de sementes que germinam (Bewley & Black, 1994, Carvalho & Nakagawa 2000). A temperatura considerada como ótima para a germinação é a em que mais sementes germinam em menor espaço de tempo, enquanto as temperaturas máximas e mínimas são aquelas a partir das quais há a redução da germinação das sementes (Mayer & Poljakoff-mayber, 1989). Brancalion et al. (2010) revisaram as informações relacionadas à temperatura para a germinação das sementes de espécies brasileiras e verificaram que

as adequadas são 25 °C para as espécies do Cerrado e 30 °C para as da Amazônia.

O substrato influencia diretamente a germinação, pois a retenção de água, a estrutura e a aeração, afetam o fornecimento de água e de oxigênio para as sementes e é o suporte físico para o desenvolvimento da plântula. Além disso, devem ser considerados o tamanho da semente, a disponibilidade de água e de luz e a facilidade para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (Figliolia et al., 1993).

Assim, nessa pesquisa foram avaliados a temperatura e o substrato para o teste de germinação das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (USP, ESALQ, LPV), em Piracicaba, SP. As sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) foram representadas pelos acessos genéticos (9, 11, 15 e 18), mantidos pelo IAC, Campinas, SP, e por três lotes. Os lotes foram definidos de acordo com o local de colheita das sementes, no caso as sementes do lote 1 foram colhidas em Monte Castelo, SP, as sementes do lote 2 em São João do Pau D'alto, SP e as sementes do lote 3 em Pindorama, SP.

Inicialmente, foi feita a superação da dormência das sementes com escarificação manual com lixa. Para o estudo da temperatura foram avaliados em uma mesa termogradiante nove intervalos de temperatura entre 15 °C e 35 °C, com oito horas de fotoperíodo diário. As sementes (oito repetições de 25) foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água na proporção das massas de 2,2:1, em placas de Petri (diâmetro de 8cm).

Para o estudo do substrato, as sementes foram semeadas em substratos papel (sobre papel – SP e entre papel - RP) e vermiculita (entre vermiculita). Dessa forma, as sementes (oito repetições de 25 para cada acesso genético, lote e temperatura) foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão (sobre papel - SP), acondicionadas em caixas de plástico transparente (11cmx11cmx3cm), ou sobre duas folhas de papel e cobertas com uma terceira folha (rolo de papel - RP). Para a semeadura em vermiculita (entre vermiculita – EV) foram utilizadas 15g na base + 20g para cobrir as sementes, que foram acondicionadas em caixas de plástico transparente (11cmx11cmx3cm). O substrato papel foi umedecido com água na proporção das massas de 2,5:1 e a vermiculita com quantidade de água

correspondente a 60% da sua capacidade de retenção de água. A seguir, as sementes foram mantidas em germinador, considerando a temperatura estabelecida com a utilização da mesa termogradiante, em oito horas de fotoperíodo diário.

As sementes e, ou, as plântulas foram avaliadas, diariamente até a estabilização do processo de germinação, considerando os critérios indicados para a avaliação do teste de germinação das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e utilizando também a classificação das plântulas de urucum proposta por Pereira (1995). Com os dados foram calculados a porcentagem (Brasil, 2009) e o índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para a análise foi utilizado o

Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores – SANEST (Zonta & Machado, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 1 é possível verificar os resultados para o acesso 9 e concluir que a germinação das sementes nas temperaturas constantes entre 29,5 °C e 31 °C foi superior a das demais temperaturas, avaliadas para os três lotes. Os resultados referentes ao estudo da temperatura para os acessos 11, 15 e 18 foram semelhantes aos do acesso 9, o que indica que as maiores porcentagens e os maiores índices de velocidade de germinação foram obtidos no intervalo entre 29,5 °C e 31 °C (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Para sementes de *Adenantha pavonina* L. (Souza et al., 2007), *Caesalpinia ferrea* (Lima et al., 2006), *Acosmium nitens* (Varela et al., 2005), *Basella rubra* (Lopes et al., 2005) a temperatura de 30 °C mostrou-se adequada para a germinação, além de favorecer a redução do tempo médio de germinação.

Tabela 1. Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 9.

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e*	0 d	0 d	0 c	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 e	0 d	0 d	0 c	0 e	0 d
20,0 a 21,5	0 e	0 d	0 d	1,9 b	11 de	2,8 cd
22,5 a 24,0	13 de	1,6 c	31 c	3,6 a	17 cd	3,2 bc
25,0 a 26,5	16 cd	2,2 bc	33 c	4,3 a	30 bc	4,5 ab
27,0 a 28,5	28 bcd	3,9 a	43 abc	4,5 a	42 ab	3,8 abc
29,5 a 31,0	50 a	4,6 a	56 a	4,6 a	54 a	5,1 a
31,5 a 33,0	37 ab	4,3 a	50 ab	4,6 a	33 b	3,1 bc
33,5 a 35,0	31 bc	3,7 ab	38 bc	3,5 a	33 b	3,6 abc
CV(%)	27,6	24,9	29,4	20,1	22,8	17,8

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 11.

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e*	0 e	0 e	0 b	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 e	0 e	0 e	0 b	0 e	0 d
20,0 a 21,5	7 de	1.4 d	6 de	1.1 b	5 e	2.4 c
22,5 a 24,0	18 cd	2.8 c	20 cd	2.8 a	24 d	3.4 bc
25,0 a 26,5	27 bc	2.6 cd	31 bc	2.9 a	32 bcd	3.8 ab
27,0 a 28,5	28 bc	3.9 bc	38 ab	4.0 a	44 b	3.9 ab
29,5 a 31,0	47 a	5.7 a	52 a	3.8 a	60 a	5.0 a
31,5 a 33,0	33 ab	4.5 ab	32 bc	3.5 a	42 bc	3.7 abc

33,5 a 35,0	26 bc	4.1 b	29 cd	3.6 a	28 cd	3.6 bc
CV(%)	28,2	22,0	20,3	24,4	29.1	24,2

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 15.

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 c*	0 d	0 c	0 b	0 d	0 c
17,5 a 19,0	0 c	0 d	0 c	0 b	0 d	0 c
20,0 a 21,5	0 c	0 d	12 c	3.1 a	8 d	2.6 b
22,5 a 24,0	3 c	0.7 d	32 b	3.7 a	23 c	3.4 b
25,0 a 26,5	24 b	2.4 c	37 b	3.2 a	35 bc	3.3 b
27,0 a 28,5	26 b	2.6 c	37 b	3.1 a	41 ab	3.7 b
29,5 a 31,0	45 a	5.0 a	55 a	4.2 a	55 a	5.0 a
31,5 a 33,0	33 ab	3.2 bc	43 ab	3.4 a	48 ab	3.7 b
33,5 a 35,0	35 ab	4.0 ab	46 ab	3.6 a	45 ab	3.5 b
CV(%)	25,8	21,5	24,1	21,0	20.4	15,7

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 18.

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 c*	0 d	0 d	0 e	0 f	0 f
17,5 a 19,0	0 c	0 d	0 d	0 e	0 f	0 f
20,0 a 21,5	7 c	1,4 cd	8 d	1,9 cd	21 de	2,1 de
22,5 a 24,0	35 b	2,6 bc	29 c	2,7 c	35 cd	3,3 cd
25,0 a 26,5	42 ab	2,7 bc	45 bc	4,5 b	45 bc	4,5 bc
27,0 a 28,5	39 ab	3,1 ab	51 ab	4,8 ab	45 bc	5,3 ab
29,5 a 31,0	53 a	4,2 a	67 a	6,0 a	65 a	6,3 a
31,5 a 33,0	40 ab	3,0 ab	49 b	5,6 ab	53 ab	5,1 ab
33,5 a 35,0	43 ab	3,4 ab	50 ab	4,6 b	51 abc	4,3 bc
CV(%)	23,5	19,4	24,1	16,3	29,0	20,4

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos intervalos de temperatura entre 20 °C e 31 °C a avaliação visual das sementes não germinadas indicou que a maioria era semente dormente, que não absorveram água mesmo sendo feita a superação da dormência; no entanto, nos intervalos de temperatura superiores a 31,5 °C predominaram sementes mortas, que absorveram

água, mas tinham fungos que, provavelmente, causaram a morte das sementes. Os intervalos de temperaturas entre 31,5 °C e 35 °C aumentaram a quantidade de plântulas anormais e sementes mortas, as anormalidades caracterizaram-se pelas deficiências de formação do sistema radicular e, em alguns casos da parte aérea também (Figura 1).

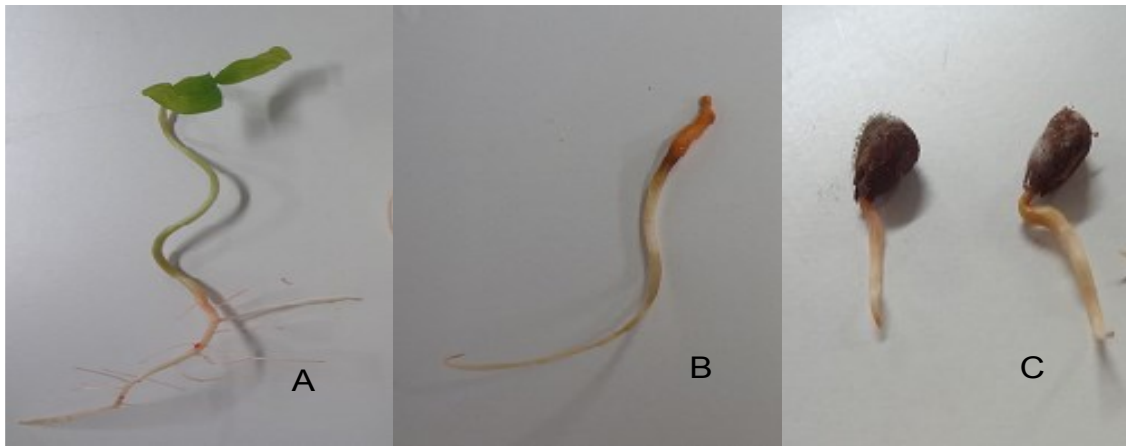


Figura 1. Plântula normal (A), plântula anormal sem parte aérea (B) e plântula anormal sem raiz primária (C), originadas de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), teste de germinação a 33,5 °C a 35 °C.

O índice de velocidade de germinação indicou que a velocidade do processo foi superior nas temperaturas constantes entre 27 °C e 33 °C e o mais favorável para a germinação rápida das sementes, semelhante ao observado por Picolotto et al. (2013), quando submeteu as sementes de urucum as temperaturas de 25 °C e 30 °C. No intervalo de temperatura entre 27 °C e 35 °C, durante a avaliação diária da germinação das sementes, foi possível verificar que houve emissão de raiz primária três dias após a instalação do teste e, além disso, com 11 dias de avaliação foi possível realizar uma primeira contagem de plântulas normais formadas. No entanto, segundo Gomes; Bruno (1992) a temperatura alternada de 20-35 °C foi a que proporcionou maior porcentagem de germinação de sementes de urucum, com primeira contagem aos 12 dias e contagem final aos 16 dias da semeadura.

As temperaturas entre 15 °C e 19 °C interferiram negativamente na germinação das sementes de urucum, pois nesse caso não ocorreu nem a emissão da raiz primária. Consequentemente, o índice de velocidade de germinação foi nulo nessas temperaturas (Tabela 1), independentemente do acesso e da qualidade das sementes avaliadas. Nessas temperaturas as sementes absorveram água, não houve proliferação de fungos, mas até o momento que foi finalizado o teste (14 dias após a semeadura) não houve emissão de raiz.

As temperaturas constantes inferiores a 19°C inibiram a germinação das sementes de urucum independentemente do lote e acesso genético, sugerindo que essa temperatura é a mínima para a germinação dessa espécie (Tabelas 1 a 4), no entanto, não foi possível estabelecer a

temperatura máxima para a germinação dessas sementes. Para Picolotto et al., (2013) a temperatura de 20 °C afetou a germinação de sementes de urucum, retardando o processo.

Com base nos resultados desse estudo e, também, nas temperaturas comumente utilizadas em germinadores de laboratórios de análise de sementes, foi selecionada a temperatura 30 °C para a realização do estudo de substratos. Para a maioria dos intervalos de temperatura, avaliados na pesquisa, a germinação completou-se aos 14 dias após o início do teste. Nesse período, as plântulas classificadas como normais tinham as estruturas essenciais desenvolvidas, com os dois cotilédones íntegros, fechados ou abertos, com o hipocótilo e a raiz primária desenvolvidos e o epicótilo intacto e visível, mas não, obrigatoriamente desenvolvido.

Os resultados relativos ao estudo do substrato (Tabela 5), indicaram que a germinação das sementes do lote 3 foi superior a dos demais lotes, nos substratos entre papel (EP), sobre papel (SP) e entre vermiculita (EV), a 30°C, para os acessos genéticos 9 e 15. Para o acesso genético 18, houve destaque para as sementes do lote 2, que apresentaram qualidade superior para os três substratos avaliados. Já para os resultados do acesso 18, as sementes correspondentes aos lotes 2 e 3 destacaram-se e não diferiram estatisticamente entre si nos três substratos avaliados. Além disso, foi possível verificar que quando foi utilizado o substrato entre papel (EP) a germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) foram superiores em relação aos demais substratos, para os resultados das análises das sementes da maioria dos acessos e lotes (Tabela 5). Segundo Gomes; Bruno (1992) e Lopes et al. (2005) o substrato entre papel (EP) também foi o que proporcionou

resultados mais favoráveis para a germinação de sementes de urucum e bertalha respectivamente.

No estudo da temperatura para a germinação das sementes de urucum, utilizando a mesa termogradiante, foi possível identificar que a temperatura ótima é entre o intervalo 29,5 °C a 31 °C e que a temperatura mínima é inferior a 19 °C; quanto ao substrato o ideal é o papel (entre papel). Resultados diferentes são encontrados nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies

Florestais (Brasil, 2013), que consideram, para a germinação da espécie *Bixa Orellana* L., como temperaturas ótimas as constantes 20 °C, 25 °C, 30 °C e as alternadas 20-35 °C, e 25-35 °C, os substratos entre vermiculita e entre papel como ideais, e a primeira contagem realizada com 20 dias e a contagem final da germinação com 90 dias, superior aos resultados encontrados na pesquisa.

Tabela 5. Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.), de quatro acessos genéticos representados por três lotes, em substratos entre papel (EP), sobre papel (SP) e entre vermiculita (EV) a temperatura de 30°C.

ACESSO	SUBSTRATO	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
9	EP	37 b A*	6,6 b A	45 ab A	7,7 b A	56 a A	16,0 a A
9	SP	10 b B	2,9 b B	14 b B	4,8 b B	37 a B	10,9 a B
9	EV	4 b B	1,6 a B	12 a B	2,5 a C	8 ab C	2,3 a C
	CV (%)	27,4					
11	EP	45 b A	5,2 a A	61 a A	11,1 b A	51 b A	8,1 a A
11	SP	20 a B	4,0 a AB	17 a B	5,0 a AB	17 a B	3,7 a B
11	EV	4 b C	2,0 a B	10 ab B	2,3 a B	14 a B	2,7 a B
	CV (%)	21,4					
15	EP	47 b A	8,6 ab A	41 b A	6,9 b A	57 a A	11,5 a AB
15	SP	23 a AB	8,2 b A	18 a B	6,3 b A	23 a B	26,8 a A
15	EV	14 ab B	3,2 a B	10 b B	2,8 a B	20 a B	3,0 a B
	CV (%)	19,3					
18	EP	34 b A	9,0 b A	59 a A	12,0 a A	55 a A	10,3 ab A
18	SP	24 a AB	4,0 c B	28 a B	13,1 a A	27 a B	9,5 b A
18	EV	17 a B	2,7 a B	17 a B	3,0 a B	15 a B	3,3 a B
	CV(%)	17,9					

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O intervalo adequado de temperatura, mais favorável para germinação de sementes de urucum, é o entre 29,5 °C e 31 °C. O substrato considerado ideal é o entre papel.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agrônomo de Campinas - IAC e a pesquisadora Dra. Eliane Gomes Fabri, pelo fornecimento das sementes utilizadas na pesquisa e pelas informações valiosas sobre a espécie estudada.

REFERÊNCIAS

Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV.

Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2013) Instruções para análise de sementes de espécies florestais, Brasília: SNDA/DNDV/CLAV.

Bewley, J. D., & Black, M. (1994). Seeds physiology of development and germination. New York: Plenum Press.

Brançalion, P. H. S., Novembre, A. D. L. C., & Rodrigues, R. R. (2010). Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. Revista Brasileira de Sementes, 32(4), 15-21.

Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. (2000). Jaboticabal: FUNEP.

- Feldmann, F., Idczak, E., Martins, G., Nunes, J., Gasparotto, L., Prei-Singer, H., Moraes, V. H. F., & Lieberei, R. (1995). Recultivation of degraded, fallow lying areas in central Amazonia with equilibrated polycultures: response of useful plants to inoculation with VA-mycorrhizal fungi. *Angewandte Botanik*, 69(3-4), 111-118.
- Figliola, M. B., Oliveira, E. C., & Piña-Rodrigues, F. C. M. (1993). Análise de sementes. In: Aguiar, I. B., Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliola, M. B. (eds.). *Sementes Florestais Tropicais* (pp. 137-174). Brasília: ABRATES.
- Gomes, S. M. S., & Bruno, R. L. A. (1992). Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 14(1), 47-50.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., & Davies Junior, F. T. (1990). *Plant propagation: principles and practices*. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Lima, J. D., Almeida, C. C., Dantas, A. V., Silva, B. M., & Moraes, W. S. (2006). Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Árvore*, 30(4), 513-518.
- Lopes, J. C., Capucho, M. T., Martins Filho, S., & Repossi, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. (2005). *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2), 18-24.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor, *Crop Science*, 2(2), 176-177.
- Mayer, A. C., & Poljakoff-Mayber, A. (1989). *The germination of seeds*. London: Pergamon Press.
- Mondo, V. H. V., Brancalion, P. H. S., Cicero, S. M., Novembre, A. D. L. C., & Dourado Neto, D. (2008). Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 177-183.
- Novembre, A. D. L. C., Faria, T. C., Pinto, D. H. V., & Chamma, H. M. C. P. (2007). Teste de germinação de sementes de *sansão-do-campo* (*Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth. – Fabaceae-mimosoideae). *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 47-51.
- Pereira, T. S. (1995). Caracterização de plântulas de *Bixa orellana* L. – Urucu (Bixaceae), *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2), 234-248.
- Pereira, M. I., Zanon, A., & Scheffer, M. C. (1995). Germinação de sementes de guaco – *Mimosa glomerata* Spreng, (Asteraceae), *Horticultura Brasileira*, 13(1), 104.
- Picolotto, D. R. N., Theodoro, J. V. C., Dias, A. R., Theodoro, G. F., & Alves, C. Z. (2013). Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas, *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43(3), 232-238.
- Ramalho, R. S., Pinheiro, A. L., & Diniz, G. S. (1988). *Urucum: planta rústica e de alto rendimento*. Rio de Janeiro: A Lavoura.
- Souza, E. B., Pacheco, M. V., Matos, V. P., & Ferreira, R. L. C. (2007). Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. *Revista Árvore*, 31(3), 437-443.
- Varela, V. P., Costa, S. S., & Ramos, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinioideae. (2005). *Acta Amazonica*, 35(1), 35-39.
- Zonta, E. P., & Machado, A. A. (1984). *Sistema de análise estatística para microcomputadores-SANEST*, Pelotas.

Nomofobia: o vício em gadgets pode ir muito além!

Camilo Monteiro Lourenço¹, Jairo Hélio Júnior², Hugo Ribeiro Zanetti¹ & Edmar Lacerda Mendes¹

Prezado Editor,

Acreditamos que é tempo de considerar o uso excessivo das novas tecnologias de mídias como fator impactante na saúde das pessoas! O uso de tecnologia está cada vez mais presente nos diversos contextos de vida¹⁻³ e, em paralelo a este fenômeno, os aparelhos tecnológicos de mídia portáteis – *smartphones* e *tablets*, os chamados *gadgets* – têm crescido em quantidade e tornaram-se uma forma comum de acesso à rede mundial de computadores. A temática é tão emergente que, no Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios⁴ (PNAD), ampliou a investigação sobre as formas de acesso à *web* incluindo dentre estas os celulares e *tablets*. Os resultados desta pesquisa, divulgados em abril de 2015, apontaram para uma incidência da posse de celular de aproximadamente 131% (2005 a 2013), o correspondente de 73,9 milhões de novos usuários. Em alguns estados do nosso país, especificamente em cinco deles (Sergipe, Pará, Roraima, Amapá e Amazonas) o acesso à internet, feito apenas por meio de celulares ou *tablets*, superou o já conhecido microcomputador!

Há de se reconhecer que os *gadgets* ampliam as possibilidades de comunicação para além de uma simples ligação telefônica. Eles disponibilizam recursos bastante atrativos como os jogos em rede, acesso à internet, câmeras de alta definição, compartilhamento instantâneo de informações nas redes sociais, além de outros recursos facilitadores do dia a dia (transações bancárias, checagem de e-mail, videoconferências, etc.), o que os torna, de certa maneira, ferramentas “essenciais” para muitos.⁵ É por motivos como estes que não é raro ouvirmos algo do tipo “eu não consigo viver sem o meu *smartphone/tablet*” e é a partir deste ponto, de uma afirmação como esta, que o vício em tecnologia pode ser detectado e alguns problemas em saúde como a Nomofobia (*No mobile phobia*, medo de não estar com o celular), síndrome da vibração fantasma, síndrome do toque fantasma e outros distúrbios,⁶⁻⁹ são cada vez mais frequentes na população. Evidências também apontam para que a distração causada pelo celular, no trânsito, contribui para elevar o risco de acidentes.¹⁰

O uso excessivo das novas tecnologias de mídia tem sido associado também à distúrbios do sono, pois as pessoas têm o costume de levar seus *gadgets* quando vão para a cama, utilizando-os antes de dormir⁶, mantendo-os ligados durante o sono¹¹ e, com muita frequência, interrompem o sono para checar as informações que “saltam” na reluzente tela do aparelho. Um dos caminhos para a explicação do por que o uso das novas tecnologias de mídia esteja associado a distúrbios de sono, seja talvez, o fato de que a luz artificial emitida pelos *gadgets* interfira no ciclo claro-escuro do relógio biológico¹² e, por conseguinte, a secreção de melatonina.¹³

Para as crianças e adolescentes o problema pode ir além desta questão biológica. Os mais jovens parecem ter mais fascínio por tecnologias^{14,15} e gastam elevado tempo utilizando-nas.¹⁶ Além disso, esta população apresenta maior facilidade para o manuseio destas tecnologias, e isto, os coloca em exposição a um gigantesco volume de informações *online*, cujo conteúdo muitas vezes é impróprio para a idade. Para eles, uso exacerbado de tecnologias e mídia pode acarretar em problemas alimentares, agressividade, de comportamentos sexuais, uso de substâncias e dificuldade acadêmica.¹⁷ A praticidade dos *gadgets*, pode ainda, dificultar o controle dos pais sobre o tempo de uso e a qualidade do conteúdo acessado.¹⁸

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, MG, Brasil.

²Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil

Adicionalmente, a Agência Internacional para a Pesquisa sobre Câncer, órgão vinculado à Organização Mundial da Saúde (OMS), considera que os campos eletromagnéticos gerados por aparelhos celulares possivelmente sejam carcinogênicos para humanos¹⁹ e, no próximo ano (2016) a OMS conduzirá uma avaliação dos riscos dos desfechos estudados de saúde decorrentes da exposição aos campos de radiofrequência.²⁰

Haja vista que as pesquisas atuais sobre o tempo de uso de mídias associados a desfechos negativos em saúde limitem-se a investigar apenas o entretenimento baseado em tela por meio de assistir televisão e/ou computador, acreditamos que seja hora de inserir na agenda das pesquisas em epidemiologia a avaliação dos efeitos adversos à saúde advindos do uso excessivo, dependência ou vício em novas tecnologias de mídia e conectividade, sobretudo na população do nosso país tendo em vista a exígua literatura na área.

REFERÊNCIAS

- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2011 [Internet]. 2012 [cited 2014 May 8]. Available from: ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2011/Sintese_In_dicadores/sintese_pnad2011.pdf
- Mak K-K, Lai C-M, Watanabe H, Kim D-I, Bahar N, Ramos M, et al. Epidemiology of Internet Behaviors and Addiction Among Adolescents in Six Asian Countries. *Cyberpsychology Behav Soc Netw* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2015 Mar 2];17(11):720–8. Available from: <http://online.liebertpub.com/sci-hub.org/doi/abs/10.1089/cyber.2014.0139>
- Smith A, Rainie L, Zickuhr K. College students and technology [Internet]. Pew Research Center's Internet & American Life Project. [cited 2015 Jan 2]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2011/07/19/college-students-and-technology/>
- IBGE. Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2013 [Internet]. 2015. Available from: ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2013/Sintese_In_dicadores/sintese_pnad2013.pdf
- Park N, Kim Y-C, Shon HY, Shim H. Factors influencing smartphone use and dependency in South Korea. *Comput Hum Behav* [Internet]. 2013 Jul [cited 2015 May 14];29(4):1763–70. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563213000745>
- Alam M, Qureshi MS, Sarwat A, Haque Z, Salman M, Masroor MAM, et al. Prevalence of Phantom Vibration Syndrome and Phantom Ringing Syndrome (Ringxiety): Risk of Sleep Disorders and Infertility among Medical Students. *Int J* [Internet]. 2014 [cited 2015 May 13];2(12):688–93. Available from: http://journalijar.com/uploads/516_IJAR-4555.pdf
- Sahin S, Ozdemir K, Unsal A, Temiz N. Evaluation of mobile phone addiction level and sleep quality in university students. *Pak J Med Sci* [Internet]. 2013 [cited 2015 May 13];29(4):913–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3817775/>
- Zulkefly SN, Baharudin R. Mobile phone use amongst students in a university in Malaysia: its correlates and relationship to psychological health. *Eur J Sci Res* [Internet]. 2009 [cited 2015 May 13];27(2):206–18. Available from: <http://psasir.upm.edu.my/7060/>
- Jenaro C, Flores N, Gómez-Vela M, González-Gil F, Caballo C. Problematic internet and cell-phone use: Psychological, behavioral, and health correlates. *Addict Res Theory* [Internet]. 2007 Jan 1 [cited 2015 May 13];15(3):309–20. Available from: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/16066350701350247>
- Llerena LE, Aronow KV, Macleod J, Bard M, Salzman S, Greene W, et al. An evidence-based review: distracted driver. *J Trauma Acute Care Surg* [Internet]. 2015 Jan;78(1):147–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25539216>
- Adachi-Mejia AM, Edwards PM, Gilbert-Diamond D, Greenough GP, Olson AL. TXT Me I'm Only Sleeping: Adolescents With Mobile Phones in Their Bedroom. *Fam Community Health* [Internet]. 2014 [cited 2015 Mar 2];37(4):252–7. Available from: http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTL_P:landingpage&an=00003727-201410000-00002
- Czeisler CA. Perspective: Casting light on sleep deficiency. *Nature* [Internet]. 2013 [cited 2015 May 13];497(7450):S13–S13. Available from: <http://www.nature.com/articles/497S13a>
- Gooley JJ, Chamberlain K, Smith KA, Khalsa SBS, Rajaratnam SMW, Van Reen E, et al. Exposure to Room Light before Bedtime Suppresses Melatonin Onset and Shortens Melatonin Duration in Humans. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2011 Mar [cited 2015 May 13];96(3):E463–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3047226/>
- Zickuhr K. Generations and their gadgets [Internet]. Pew Research Center's Internet & American Life Project. [cited 2015 Mar 4]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2011/02/03/generations-and-their-gadgets/>
- Madden M, Am, Lenhart a, Duggan M, S, Cortesi ra, et al. Teens and Technology 2013 [Internet]. Pew Research Center's Internet & American Life Project. [cited 2015 Mar 4]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2013/03/13/teens-and-technology-2013/>
- Rideout V. Generation M2: Media in the Lives of 8- to 18-Year-Olds [Internet]. 2010 [cited 2015 Apr 14]. Available from: <https://kaiserfamilyfoundation.files.wordpress.com/2013/04/8010.pdf>
- Strasburger VC, Jordan AB, Donnerstein E. Health Effects of Media on Children and Adolescents. *PEDIATRICS* [Internet].

2010 Apr 1 [cited 2015 Mar 2];125(4):756–67. Available from:

<http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2009-2563>

American Academy of Pediatrics. Children, Adolescents, and Television. *Pediatrics* [Internet]. 2001 Feb 1 [cited 2014 May 4];107(2):423–6. Available from:

<http://pediatrics.aappublications.org/content/107/2/423>

International Agency for Research on Cancer. IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans [Internet]. France: IARC; 2011 May. Report No.: 208. Available from:

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

World Health Organization. Electromagnetic fields and public health: mobile phones [Internet]. WHO. [cited 2015 Apr 14]. Available from:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

Autor para correspondência: Camilo Monteiro Lourenço
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, MG,
Brasil.

E-mail: camilomonteiro@outlook.com

Recebido em: 08 ago. 2015

Aceito em: 08 ago. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

Toxicidade aguda em camundongos BALB/c expostos a efluentes de curtume

Dalilla Cristina Socorro de Lemos¹, Bianca Costa e Silva¹, Joyce Moreira de Souza¹, Wellington Alves Mizael da Silva¹, Dieferson da Costa Estrela¹, Raissa Ferreira de Oliveira¹, Abraão Tiago Batista Guimarães¹ & Guilherme Malafaia^{1,2}

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo determinar doses potencialmente letais de efluentes de curtume, por meio da indução de toxicidade aguda em camundongos da linhagem BALB/c, acompanhada de uma avaliação de parâmetros físicos (massa corpórea e massa relativa de distintos órgãos), bioquímicos e comportamentais. 24 fêmeas de camundongos BALB/c foram distribuídas em grupos que receberam, pela via intraperitoneal, duas doses fracionadas de efluentes de curtume (*wet blue*), diluídos em água, que totalizaram as seguintes doses: 11,25%, 22,5% e 45%. O grupo controle recebeu apenas soro fisiológico. Os encontrados neste estudo não apontam para qualquer alteração física na massa corpórea dos animais, tampouco nas massas relativas do fígado, baço, timo e rins. Além disso, nenhuma mudança comportamental pelo screening hipocrático foi observada nos animais, com exceção de um animal do grupo 45% que foi a óbito no 3º dia de avaliação, o que corresponde para essa dose uma concentração de efluente de curtume que mata 16,66% dos animais, não sendo possível calcular a DL50. Em relação aos parâmetros bioquímicos, foi observada uma diminuição nas concentrações séricas da enzima fosfatase alcalina nos animais que receberam efluentes de curtume, em relação ao grupo controle. Logo, conclui-se que efluentes de curtume do tipo *wet blue*, administrados intraperitonealmente, em fêmeas de camundongos BALB/c não causam sinais evidentes de toxicidade aguda nos animais. A DL16,16 foi obtida apenas para a maior dose de efluente pré-estabelecida (45%).

Palavras-chaves: Toxicologia. Modelos experimentais. Curtume. Camundongos.

Acute toxicity in BALB/c mice exposed to tannery effluents

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine potentially lethal doses of tannery effluents, through acute toxicity induction in BALB/c mice, accompanied by an assessment of physical parameters (body mass and relative mass of different bodies), biochemical and behavioral. 24 female BALB/c mice were divided into groups receiving, by the intraperitoneal route two divided doses of the tannery effluent (*wet blue*), diluted in drinking water, which amounted to the following doses: 11.25%, 22.5% and 45%. The control group received only saline. Our data do not point to any physical change in the body mass of animals, nor the relative masses of the liver, spleen, thymus and kidneys. In addition, no behavioral change by screening hippocratic was observed in animals, except for an animal of the group 45% who died on the 3rd day of evaluation, corresponding to the dose one tannery effluent concentration that kills 16.66% of the animals, it is not possible to calculate the LD50. The biochemical parameters was observed a decrease in serum levels of the enzyme alkaline phosphatase in animals that receiving tannery effluent in comparison to control group. Therefore, we conclude that tannery effluents from *wet blue* type, administered intraperitoneally to female BALB/c mice do not cause overt signs of acute toxicity in animals. The DL16,16 was obtained only for the highest preset effluent dose (45%).

Keywords: Toxicology. Experimental models. Tannery. Mice.

Autor para correspondência: Guilherme Malafaia
Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.
E-mail: guilhermeifgoiano@gmail.com

Recebido em: 06 set. 2015

Aceito em: 21 nov. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

Um dos resíduos gerados pelas atividades industriais, refere-se ao efluente de curtume, gerado por indústrias de processamento do couro bovino. Embora essas atividades gerem lucros significativos, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social de um país, estas têm sido alvo de preocupações, principalmente em função da grande produção de resíduos/efluentes ao longo do beneficiamento do couro bovino. Conforme discutido por Godecke et al. (2012), o processo de curtimento do couro requer diversos processos mecânicos e químicos de tratamento que resultam em grandes quantidade de resíduos com altas concentrações de matéria orgânica e variados produtos químicos potencialmente tóxicos.

Essa problemática é intensificada, principalmente quando se constata que mesmo após o tratamento recebido em uma estação de tratamento, podem ser encontrados nos efluentes consideráveis cargas orgânicas e inorgânicas, como ácidos, fenóis, sulfatos, sulfetos e, principalmente, elementos tóxicos como o cromo, o qual é utilizado durante o processo de curtimento (Batista & Alovisei, 2010).

Nesse sentido, com vistas a avaliar o impacto desses efluentes nos organismos, estudos toxicológicos já evidenciaram teratogenicidade em espécies de ouriço-do-mar, redução de crescimento de microalgas, bem como diferentes efeitos tóxicos dos efluentes de curtume em microcrustáceos (Oral et al., 2005). Contudo, os resultados advindos desses modelos experimentais, não podem ser extrapolados para os modelos mamíferos, os quais apresentam maior complexidade fisiológica e metabólica. Apesar disso, os estudos sobre efeitos da exposição de efluentes de curtume em modelos experimentais mamíferos são raros. Destacam-se apenas os trabalhos de Siqueira et al. (2011), Moysés et al. (2014) e mais recentemente o estudo de Silva et al. (2015), que utilizaram camundongos Swiss, ratos Wistar e camundongos isogênicos da linhagem C57Bl/6J, respectivamente.

O estudo de Siqueira et al. (2011) avaliou os efeitos da exposição dos animais à ingestão de 0,1% e 1% de efluente de curtume, diluídos em água, por um período de 21 dias. Já Moysés et al. (2014) estudaram ratos Wistar expostos à ingestão das concentrações de 0,1%, 1% e 5% de efluentes de curtume, também diluídas em água, por um período de 30 e 45 dias. Em ambos os estudos, o foco das avaliações foi neurocomportamental e não para a determinação de concentrações de efluentes de curtume que poderiam ser mais ou menos tóxicas aos animais. No estudo de Silva et al. (2015), por outro lado, objetivou-se determinar doses letais de efluentes de curtume em camundongos machos

e fêmeas da linhagem isogênica C57Bl/6J, caracterizando-se como único estudo desenvolvido até o presente momento que abordou essa temática à luz de avaliações de doses letais desses efluentes. Os autores verificaram que a dose de 25% de efluentes de curtume (diluída em água filtrada), administradas intraperitonealmente, mostrou-se inócuas a fêmeas de camundongos C57Bl/6J e que doses de até 44% de efluentes de curtume, não foram capazes de ocasionar sinais de toxicidade aguda em camundongos machos da mesma linhagem.

Nesse sentido, nota-se um cenário propício e necessário para o desenvolvimento de novos estudos que avaliem os efeitos da exposição desses efluentes, haja vista que em muitas situações, os mesmos são descartados incorretamente no ambiente e populações são expostas ao risco de desenvolver diferentes consequências patológicas. A análise do desgaste à saúde de trabalhadores expostos a solventes orgânicos e metais pesados, ligados a efluentes ou resíduos sólidos de curtume, é um campo amplamente abordado pela toxicologia ocupacional (Shahzad et al., 2006; Salazar, 2008; Cuberos et al., 2009; Rumin et al., 2013) e, portanto, já foi demonstrado onexo causal entre a exposição a efluentes de curtume e os diversos agravos à saúde. No entanto, existe uma carência de estudos em modelos animais que se dispuseram a investigar os mecanismos e os efeitos orgânicos desses efluentes sobre a homeostase do organismo, o que pode ser, por exemplo, importante passo para o desenvolvimento de alternativas terapêuticas.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo determinar doses potencialmente letais de efluentes de curtume, por meio da indução de toxicidade aguda em camundongos da linhagem BALB/c. Além disso, buscou-se investigar os efeitos da exposição desses efluentes sobre parâmetros físicos (massa corpórea e massa relativa de distintos órgãos), bioquímicos e comportamentais.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas fêmeas de camundongos da linhagem isogênica BALB/c oriundas de matrizes obtidas no Biotério do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública de Goiás (IPTSP) (Goiânia, GO, Brasil) e mantidas no Biotério do Laboratório de Pesquisas Biológicas do Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí (Urutaí, GO, Brasil). Os animais foram submetidos a ciclo normal claro/escuro, sendo os alimentos e líquidos oferecidos ad libitum. Destaca-se que este trabalho foi consistente com os princípios éticos da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal Goiano, GO, Brasil (protocolo n. 18/2014).

Adotou-se neste estudo as diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013), em consonância com a Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 2010), as quais preveem procedimentos específicos para estudos de toxicidade aguda. De acordo com a ANVISA (2013), os ensaios de toxicidade aguda são aqueles utilizados para avaliar a toxicidade produzida por substâncias teste quando administradas em uma ou mais doses durante um período não superior a 24 h,

seguido de observação dos animais por 14 dias após a administração.

Nesse sentido, 24 fêmeas de camundongos BALB/c, adultas (70-90 dias) foram inicialmente pesadas e distribuídas em 4 grupos experimentais distintos (n=6, por grupo), que receberam pela via intraperitoneal diferentes concentrações de efluentes de curtume do tipo wet blue, diluídas em água filtrada, em duas diferentes aplicações em um período inferior a 24 h, conforme pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 1. Demonstrativo das doses aplicadas, pela via intraperitoneal, de efluentes de curtume do tipo wet blue em fêmeas de camundongos BALB/c.

Grupos	1ª dose de efluente aplicada (%) ¹	2ª dose de efluente aplicada (%)	Dose efetiva de efluente aplicada (%)
Grupo controle	0,00	0,00	0,00
Grupo 11,25%	7,50	15,00	11,25
Grupo 22,5%	15,00	30,00	22,50
Grupo 45%	30,00	60,00	45,00

¹Os percentuais de efluentes de curtume foram aplicados de forma diluída em água filtrada e estéril.

Ressalta-se que foi administrada, em cada animal, injeção intraperitoneal de conteúdo de efluente de curtume, diluído em água, ou apenas soro fisiológico (nos animais do grupo controle), em um volume de 2 mL, conforme sugerido por Paiva et al. (2005). Os animais do grupo controle (0%)

receberam apenas soro fisiológico conforme utilizado por Silva et al. (2015).

O efluente de curtume utilizado neste estudo foi obtido de uma indústria curtumeira, localizada em Inhumas (GO, Brasil), cuja caracterização química e físico-química pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização do efluente bruto de curtume do tipo *wet blue* e da água filtrada utilizada na diluição dos resíduos*.

Atributos avaliados	Efluentes de curtume	Água filtrada	CONAMA*
pH a 25°C (UpH)	4,05	7,19	6,00-9,50
Cloretos (mg/L)	2.000,00	ND1	SR2
Sólidos dissolvidos totais (SDT) (mg/L)	37.380,00	30,00	SE
Sódio (mg/L)	9.690,00	5,01	SE
Zinco (mg/L)	0,30	1,06	0,18
Cálcio (mg/L)	601,20	4,00	SR
Chumbo (mg/L)	0,32	<0,50	0,50
Arsênio (mg/L)	<0,010	<0,010	0,010
Magnésio (mg/L)	364,80	1,21	SR
Cromo (mg/L)	859,00	<0,05	0,05
Cádmio (mg/L)	0,095	<0,001	0,001
Níquel (mg/L)	0,55	<0,025	0,025

A análise dos efluentes brutos de curtume e da água seguiu a metodologia preconizada pelo American Public Health Association (APHA, 2005). Todas as análises foram realizadas em laboratório comercial, localizado em Goiânia, GO, Brasil. () Valores máximos permitidos pela resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em seu Art. 15, que dispõe sobre a qualidade mínima da água Classe II. ND: atributo não determinado; SR: atributo sem referência.

A avaliação comportamental dos animais foi realizada pelo screening hipocrático (Malone & Robichaud, 1962) 4 h, 24 h, 48 h e 72 h após as aplicações das doses de efluentes de curtume e monitorados durante 14 dias, conforme preconizado pela ANVISA (2013). Por meio do

screening hipocrático foi possível ter uma estimativa geral da natureza toxicológica das concentrações aplicadas nos animais sobre o seu estado de consciência e disposição, atividade e coordenação do sistema motor, reflexos, atividades sobre o sistema nervoso central e sobre o sistema

nervoso autônomo. Foi previsto o cálculo da dose letal mediana (DL50), utilizando-se o método clássico de regressão linear (por meio do software ASSISTAT).

Ao final do experimento, os animais sobreviventes foram pesados novamente e na sequência, foram anestesiados com triibromoetanol (0,1 mL/0,8 mg) via intraperitoneal, para retirada de sangue pelo plexo ocular para posterior análise dos níveis sérios de albumina e da enzima fosfatase alcalina, consideradas biomarcadores de lesão hepática (Jesus et al., 2014). Em seguida, os animais foram eutanizados, via deslocamento cervical, tendo sido avaliadas as massas relativas dos fígado, baço, rins e timo. Ressalta-se que a massa relativa foi calculada a partir da razão órgão inteiro/massa corporal, conforme metodologia utilizada por Estrela et al. (2014).

Inicialmente, a normalidade de todos os dados foi avaliada pelos testes Anderson-Darling e Kolmogorov-Smirnov. Na sequência, para análise dos dados iniciais e finais de cada grupo experimental aplicou-se a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Já os dados referentes às massas iniciais e finais de todos os grupos experimentais, assim como a massa relativa dos órgãos e as concentrações sérias de fosfatase alcalina e albumina foram comparados entre os grupos experimentais, aplicando-se análise de variância simples (one way ANOVA), com pós-teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software ASSISTAT, versão 7.7 (cópia distribuída gratuitamente).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado ganho de massa corpórea dos animais de nenhum dos grupos experimentais, a partir das aferições realizadas antes e na sequência de 14 dias de monitoramento, após a aplicação das doses de efluentes de curtume (Figura 1A). Além disso, não foram verificadas diferenças entre as massas dos grupos experimentais, nem no início, tampouco ao final do experimento (Figura 1A).

Os poucos estudos prévios de toxicidade aguda ou crônica causada por efluentes de curtume em modelos animais mamíferos não avaliaram parâmetros físicos (Siqueira et al., 2011; Moysés et al., 2014, Silva et al., 2015), o que dificulta comparações. De todo modo, segundo Júnior et al. (2012), a variação de peso é um dos parâmetros mais utilizados em estudos toxicológicos para indicar o aparecimento, muitas vezes, precoce, da toxicidade de uma substância em um animal. Da mesma forma, outros trabalhos têm avaliado o ganho ou a perda de peso corporal e ganho ou

perda de massa relativa de órgãos em estudos que avaliaram o efeito de certas substâncias em diferentes áreas da toxicologia, como na toxicologia médica, ambiental e alimentar (Bhaskar & Mohanty, 2014; Lu et al., 2014; Mukerji et al., 2015; Das et al., 2015; Olson et al., 2015). Logo, os dados deste estudo não sugerem efeitos tóxicos de ordem física nos animais, causados pelas aplicações das diferentes doses de efluentes de curtume.

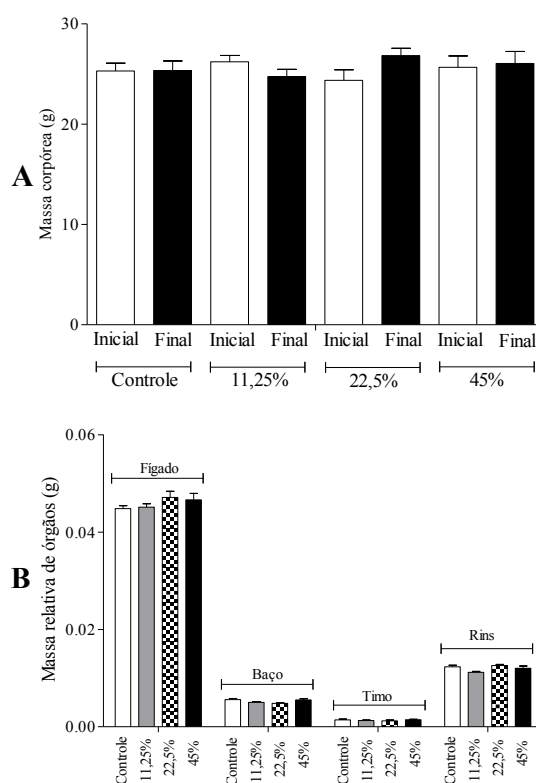


Figura 1 - (A) Massa corpórea inicial e final e (B) massa relativa de fígado, baço, timo e rins de camundongos fêmeas BALB/c que receberam diferentes doses de efluentes de curtume (pela via intraperitoneal). As barras indicam a média + erro padrão dos dados. Em "A" a massa inicial e final de cada grupo experimental e entre os grupos foi comparada pela análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Em "B" aplicou-se análise de variância de uma via (one way ANOVA), a 5% de probabilidade. A ausência de símbolos ou letras sobre as barras indicam a ausência de diferença estatística entre os grupos experimentais para cada parâmetro avaliado. n=6 para os grupos controle, 11,25% e 22,5%. n=5 para o grupo 45%.

Quanto às massas relativas dos órgãos avaliados, não foi observada qualquer alteração macroscópica, tampouco diferenças estatisticamente significativas no peso do fígado, baço, timo e rins entre o grupo controle e aqueles tratados com diferentes doses de efluentes de curtume, demonstrando que nenhum dos órgãos avaliados foi alterado pelos tratamentos (Figura 1B).

Em relação às análises bioquímicas, observou-se diminuição nas concentrações séricas da enzima fosfatase alcalina nos animais que

receberam diferentes aplicações de efluentes de curtume (Figura 2A). No entanto, para as concentrações de albumina não foi observada diferença entre os grupos experimentais (Figura 2B).

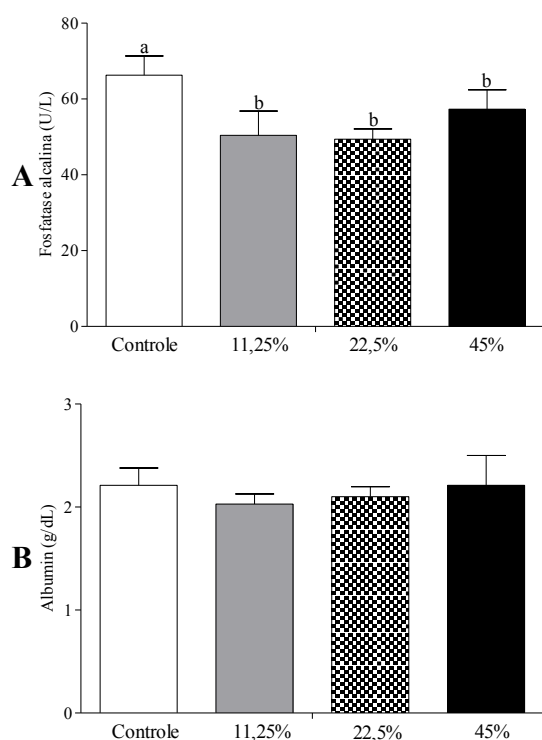


Figura 2 - Concentrações séricas de fosfatase alcalina (A) e albumina (B) de camundongos fêmeas BALB/c que receberam diferentes doses de efluentes de curtume (pela via intraperitoneal). As barras indicam a média + erro padrão dos dados. Aplicou-se análise de variância de uma via (one way ANOVA), a 5% de probabilidade, com pós-teste de Tukey. Letras distintas indicam diferenças estatísticas entre os grupos. Em "B", a ausência de símbolos ou letras sobre as barras indicam a ausência de diferença estatística entre os grupos experimentais. n=6 para os grupos controle, 11,25% e 22,%. n=5 para o grupo 45%.

Quanto a esses resultados, embora os dados obtidos sugiram que os efluentes de curtume podem alterar as concentrações séricas da enzima fosfatase alcalina, deve-se ponderar que novas investigações merecem ser conduzidas afim de melhor compreender as diferenças encontradas. A fosfatase alcalina é considerada um dos biomarcadores de lesão hepática mais básicos, porém, sua avaliação isolada ou conjugada apenas com a avaliação da albumina (proteína mais abundante no plasma), constitui uma limitação para possível diagnóstico de disfunção hepática e, conseqüente, uma limitação deste estudo.

A fosfatase alcalina, isoenzimas e isoformas, cuja heterogeneidade se deve, respectivamente, a fatores genéticos e a modificações ocorridas após a síntese proteica (Martins, 2001), avalia a função hepatobiliar, sendo sua elevação não totalmente específica de colestase

(Jesus et al., 2014). Assim, é importante que novos estudos envolvendo outros distintos biomarcadores, como aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gama-GT (GGT), bilirrubina e plaquetas, sejam conduzidos para melhor compreender os efeitos dos efluentes de curtume no metabolismo dos animais. Em acréscimo, alguns estudos têm indicado a importância de considerar uma possível resposta diferencial na concentração de enzimas e hormônios em diferentes sexos e idades, o que pode representar uma variação dos efeitos de substâncias tóxicas de acordo com a idade e sexo do indivíduo exposto (Luine, 2014; Siqueira et al. 2014).

Em relação às avaliações do screening hipocrático, não foi observada qualquer alteração nos animais quanto ao seu estado de consciência e disposição, atividade e coordenação do sistema motor, reflexos, atividades sobre o sistema nervoso central e sobre o sistema nervoso autônomo, nos períodos avaliados. Apenas um animal do grupo 45% de efluente de curtume foi a óbito após 3 dias da administração do tratamento, o que corresponde à dose letal (DL16,16). Assim, não foi possível calcular a DL50.

Esses dados demonstram que apesar do efluente de curtume utilizado conter concentrações elevadas de vários metais pesados, incluindo Cr, Cd, Pb e Ni (em teoria altamente tóxicos) (Tabela 2), e mesmo a partir de aplicações intraperitoneais, não foram observadas evidências de toxicidade nos animais. Há de se ponderar que a via intraperitoneal pré-definida neste estudo, representa uma grande área do organismo em que ocorre a absorção rápida da substância aplicada no animal, sem a ocorrência de fatores que podem interferir na absorção das substâncias quando comparada, por exemplo, à via oral, em que a ação do pH estomacal, a possibilidade da substância administrada sofrer metabolismo de primeira passagem, a interação com alimentos e substâncias ingeridas, dentre outras. No entanto, acredita-se que podem ter reduzido a disponibilidade dos elementos potencialmente tóxicos presentes no efluente de curtume, os quais podem explicar a baixa mortalidade de animais observada neste estudo, especialmente na maior dose aplicada (45%).

O efluente de curtume utilizado continha concentração muito elevada de sólidos dissolvidos totais (SDT) – uma medida de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas em um dado líquido, revelando a proporção de diferentes sólidos – (Tabela 2), o que corresponde à uma concentração mais de mil vezes maior do que aquela encontrada na água filtrada. Nesse caso, a

adsorção de elementos químicos potencialmente tóxicos do efluente à partículas orgânicas ou inorgânicas do próprio efluente, bem como sua complexação com cátions e ânions presentes no meio, poderia ter reduzido a disponibilidade dos constituintes tóxicos dos efluentes de curtume e sua, conseqüente, absorção pelo organismo. Esse fato poderia explicar a baixa mortalidade observada neste estudo.

Outro fator que pode explicar os achados do presente estudo refere-se à biotransformação dos constituintes recebidos pelos animais. A linhagem estudada pode ter biotransformado rapidamente as substâncias tóxicas recebidas, impedindo que danos evidentes ocorressem no organismo. Conforme discutido por Azevedo & Chasin (2004), uma substância pode ser biotransformada por diferentes vias, que variam entre espécies e linhagens de animais, em diferentes velocidades, provavelmente em virtude da presença e da atuação de diferentes sistemas enzimáticos. Logo, reações envolvendo processos oxidativos, processos de redução, degradação e conjugação ou síntese pode ter promovido a inativação de potenciais substâncias tóxicas e impedido a expressão de seus efeitos prejudiciais aos animais estudados no período de avaliação pré-determinado.

Por fim, outra possível explicação ligada à baixa mortalidade dos animais estaria relacionada à frequência da exposição ao efluente de curtume. Neste estudo, foram aplicadas nos animais doses fracionadas das doses de efluentes em um período inferior a 24 h. Nesse caso, essas aplicações fracionadas podem ter reduzido o efeito tóxico dos efluentes de curtume, uma vez que a duração da exposição aos efluentes não foi aumentada. Assim, é de se supor que uma dose única de um agente que produz efeito imediato e severo, poderá produzir menos do que a metade ou nenhum efeito, quando dividida em duas ou mais doses, administradas durante um período de várias horas ou dias (Azevedo & Chasin, 2004). No entanto, é importante ressaltar que a redução do efeito provocado pelo aumento de frequência (ou seja, do fracionamento da dose) só ocorrerá quando a velocidade de eliminação é maior do que a de absorção, de modo que os processos de biotransformação e/ou excreção ocorram no espaço entre duas exposições ou quando o efeito tóxico pela substância é parcial ou totalmente revertido antes da exposição seguinte. Como neste estudo não houve um aprofundamento dos mecanismos toxicológicos envolvidos na aplicação dos efluentes de curtume, sugere-se que novos trabalhos sejam conduzidos afim de se estudar melhor as formas como esses constituintes são

disponibilizados e absorvidos pelos animais, considerando, também que linhagens distintas de roedores podem responder de forma diferente a xenobióticos.

No estudo previamente publicado, que mais se assemelha ao presente, Silva et al. (2015) objetivaram determinar doses letais de efluentes de curtume em camundongos também isogênicos, porém da linhagem C57Bl/6J. Na ocasião, fêmeas de camundongos C57Bl/6J receberam, intraperitonealmente, por 5 dias consecutivos, injeções de concentrações de 100%, 75%, 50% e 25% de efluentes de curtume, diluídas em água e camundongos C57Bl/6J machos receberam pela mesma via de administração 44%, 38%, 32% e 26% de efluentes de curtume. Foi verificado que a concentração de 25% de efluentes de curtume administrada intraperitonealmente mostrou-se inócua a fêmeas de camundongos C57Bl/6J e que doses de até 44% de efluentes de curtume, não causaram sinais de toxicidade aguda em camundongos machos da mesma linhagem. Vale salientar que Silva et al. (2015) utilizaram efluente de curtume diferente do utilizado no presente estudo. No presente trabalho fez-se o uso do efluente de curtume oriundo da etapa de curtimento do couro (conhecido como wet blue), enquanto que Silva et al. (2015) utilizaram efluente da etapa de depilação da couro bovino, conhecido como efluente de caleiro. De qualquer forma, esses dados corroboram a hipótese de que linhagens diferentes podem responder de forma distinta a componentes químicos potencialmente tóxicos e que mais estudos são encorajados.

CONCLUSÃO

Baseado nas condições experimentais adotadas neste estudo, conclui-se que efluentes de curtume do tipo wet blue, administrados intraperitonealmente, em fêmeas de camundongos BALB/c não causam sinais evidentes de toxicidade aguda nos animais. A DL_{16,16} foi obtida apenas para a maior dose de efluente pré-estabelecida (45%). Como perspectivas de estudos, encoraja-se a realização de novos estudos, afim de determinar a DL₅₀, a partir de diferentes vias de administração do efluente utilizado, diferentes tipos de efluentes de curtume (brutos ou tratados), diferentes sexos e idades e variadas espécies de animais, considerando que xenobióticos podem ter diferentes mecanismos de ação em diferentes espécies e linhagens de roedores avaliadas. Acredita-se que estudos como este possam promover informações para o delineamento e seleção dos níveis de dose para estudos mais prolongados (toxicidade crônica) ligados aos efluentes de curtume.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2013). Guia para a condução de estudos não clínicos de toxicologia e segurança farmacológica necessários ao desenvolvimento de medicamentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e0f1d9004e6248049d5fddd762e8a5ec/Guia+de+Estudos+N%C3%A3o+Cl%C3%ADnicos+-+vers%C3%A3o+2.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 28/04/2015.
- APHA (American Public Health Association). (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20. ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, 1997. 1194 p.
- Azevedo, F. A., Chasin, A. D. M. (2004). As bases toxicológicas da ecotoxicologia. São Paulo: InterTox.
- Batista, M. M. & Alovisei, A. M. T. (2010). Alterações de atributos químicos do solo e rendimento da cana soca pela utilização de lodo de curtume. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, 13(17), 387-396.
- Bhaskar R., Mohanty B. (2014). Pesticides in mixture disrupt metabolic regulation: in silico and in vivo analysis of cumulative toxicity of mancozeb and imidacloprid on body weight of mice. General and Comparative Endocrinology, 205, 2226-234.
- Cuberos E., Rodriguez A. I. & Pietro E. (2009). Niveles de cromo y alteraciones de salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. Revista de Salud Pública, 11(2), 278-289.
- Das, K. P., Grey, B. E., Rosen, M. B., Wood, C. R., Tatum-Gibbs, K. R., Zehr, R. D., et al. (2015). Developmental toxicity of perfluorononanoic acid in mice. Reproductive Toxicology, 51, 133-144.
- Estrela, D. C., Lemes, C. G. C., Guimarães, A. T. B. & Malafaia, G. (2014). Effects of short-term malnutrition in rats. Scientia Plena, 10, 1-13.
- Godecke, M. V., Rodrigues, M. A. S. & Naime, R. H. (2012). Resíduos de curtume: estudo das tendências de pesquisa. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 7(7), 1357-1378.
- Jesus, G. C., Sousa, H. H. B. A., Barcelos, R. S. S. (2014) Principais patologias e biomarcadores das alterações hepáticas. Estudos, 41, 525-537.
- Júnior, H. B. P., Borges, L. M., Sousa, L. A. D., Cunha, L. C., Júnior, R. S., Melo, D. F. A., et al. (2012) Avaliação da toxicidade aguda do extrato hexânico de frutos de *Melia azedarach* (Meliaceae) em camundongos. Ciência Animal Brasileira, 13, 512-519.
- Lu, L., Fan, Y., Yao, W., Xie, W., Guo, J., Yan, Y., et al. (2014). Safety assessment of the fermented *Phylloporia ribis* (*Lonicera japonica* Thunb.) mycelia by oral acute toxicity study in mice and 90-day feeding study in rats. Food and Chemical Toxicology, 69, 18-24.
- Luine, V. N. (2014). Estradiol and cognitive function: past, present and future. Hormones and Behavior, 66(4), 602-618.
- Malone, M. H. & Robichaud, R. C. (1962). A Hippocratic screening for pure or drug materials. *Lloydia*, 25, 23-53.
- Martins, M. J. R. C. (2001). Fosfátase alcalina: atividades em diversas situações fisiológicas e patológicas: relações com sistemas de transporte transmembranar. (Tese de doutoramento). Universidade do Porto, Portugal.
- Moysés, F. S., Bertoldi, K., Spindler, C., Sanches, E. F., Elsner, V. R., Rodrigues, M. A. S., et al. (2014). Exposition to tanneru wastewater did not alter behavioral and biochemical parameters in Wistar rats. *Physiology & Behavior*, 129, 160-166.
- Mukerji, P., Era, J. C., Buck, R. C. & O'Connor J. C. (2015) Oral repeated-dose systemic and reproductive toxicity of 6:2 fluorotelomer alcohol in mice. *Toxicology Reports*, 2, 130-143.
- Olson, J. A., Schwartz, J. A., Hahka, D., Nguyen, N., Bunch, T., Jensen, G. M., et al. (2015). Toxicity and efficacy differences between liposomal amphotericin B formulations in uninfected and *Aspergillus fumigatus* infected mice. *Medical Mycology*, 53, 107-118.
- Oral, R., Meriç, S., Tünay, O., Nicolam E., Petruzzelli, D. & Pagano G (2005). Multi-species toxicity monitoring in a chromium-based leather tannery wastewater. Disponível em: <<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6537>>. Acesso em: 28/04/2015.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2010). Draft guidance document n. 116 on the design and conduct of chronic toxicity and carcinogenicity studies, supporting TG 451, 452, 453 table of contents. Disponível em: <<http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/44960015.pdf>>. Acesso em: 28/04/2015.
- Paiva, F.P., Maffili, V.V., Santos, A.C.S. Curso de manipulação de animais de laboratório. Salvador: Ministério da Saúde, FIOCRUZ, 2005.
- Rumin, C. R., Silva, D. B., Souza, M. A. R. (2013). Intervenção em Saúde do trabalhador em um curtume do Oeste Paulista. *Revista Psicologia, Organizações e Trabalho*, 13(2), 127-140.
- Salazar, E. M. G. (2008). Economía ecológica frente a economía industrial. El caso de la industria de la curtuduría en México. *Argumentos*, 21(56), 55-71.
- Shahzad, K., Akhtar, S., Mahmud, S. (2006). Prevalence and determinants of asthma in adult male leather tannery workers in Karachi, Pakistan: A cross sectional study. *BMC Public Health*, 6, 292-298.
- Silva, B. C., Lemos, D. C. S., Sá, B. F., Ferreira, R. O., Souza, J. M., Menezes, I. P. P., et al. (2015). Determinação de doses letais de efluente de curtume em camundongos C57B6/J. *Multi-Science Journal*, 2, 45-49.
- Siqueira, E. P., Zani, C. L., Alves, T. M. A., Parreiras, P. M., Martins-Filho, O. A., Araújo, M. S. S. et al. (2014) Evaluation of the In vitro leishmanicidal and In vivo acute oral toxicity of the *Caesalpinia echinata* L. extracts as source of natural products against leishmaniasis. *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 4(3), 30-38.

Siqueira, I. R., Vanzella, C., Bianchetti, P., Rodrigues, M. A. S. & Stülp, S (2011). Anxiety-like behaviour in mice exposed to tannery wastewater: the effect of photoelectrooxidation treatment. *Neurotoxicology and Teratology*, 33, 481-484.

Avaliação de operadores e técnicos de manutenção de máquinas agrícolas no setor canavieiro

Wagner Meyer¹, Ariel Muncio Compagnon², Reny Adilmar Prestes Lopes¹, Fernando Henrique Arriel², Ivan Henrique Guilherme²

RESUMO

A manutenção de máquinas agrícolas é essencial para que estas permaneçam em condições de usar todo o seu potencial nas operações que as mesmas forem submetidas. Pode ser considerado um conjunto de procedimentos que visa manter o equipamento nas melhores condições de funcionamento. A falta ou o excesso causam danos à máquina. Considerando-se a importância do problema, o presente trabalho analisou a regularidade da manutenção das máquinas e implementos agrícolas de uma empresa agroindustrial do setor sucroalcooleiro e também avaliou a condição técnica dos operadores e dos responsáveis pela manutenção. Os resultados mostraram que existe a necessidade de aprimorar e atualizar conhecimentos tanto dos operadores quanto dos técnicos. Na maioria dos itens avaliados ocorrem erros na execução de operação em alguma parte do processo. Há a necessidade de investir em ensino (nível médio e superior) e treinamento para qualificação dos funcionários. Também existe a necessidade de profissionais qualificados para o gerenciamento das máquinas no setor agrícola (campo) e no setor de manutenção (oficina).

Palavras-chave: Mecanização agrícola; vida útil; manutenção preventiva.

Evaluation of operators and maintenance technicians of agricultural machinery in sugarcane industry

ABSTRACT

The maintenance of agricultural machinery is essential that they remain able to use their full potential in the operations which they are submitted. It can be considered a set of procedures designed to maintain the equipment in top working condition. The lack or excess damage to the machine. Considering the importance of the problem, this paper examined the regularity of maintenance of agricultural machinery and implements an agribusiness company of this sector and also evaluated the technical condition of the operators and those responsible for maintenance. The results showed that there is a need to improve and update knowledge of both the operators and technicians. Most of the items evaluated errors occur in the execution of operations in any part of the process. There is a need to invest in education (secondary and higher) for qualification and training of employees. There is also a need for qualified professionals to manage the machines in the agricultural sector (field) and in the maintenance sector (machine shop).

Keywords: agricultural mechanization; useful life; preventive maintenance.

Autor para correspondência: Ariel Muncio Compagnon

Instituto Federal Goiano, GO, Brasil.

E-mail: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

Recebido em: 09 abr. 2015

Aceito em: 29 jun. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

¹Universidade Estadual de Maringá, PR, Brasil.

²Instituto Federal Goiano, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

O Brasil deverá produzir 654,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2015/2016, em pouco mais de nove milhões de hectares. A estimativa é de que a produção do país tenha um incremento de 3,1% em relação à safra passada e só não é maior porque o aumento na área plantada no país é relativamente pequeno (0,7%) e a produtividade nos canaviais de São Paulo, maior estado produtor, se recuperam de um impacto hídrico da safra passada (Conab, 2015). O setor sucroenergético brasileiro engloba sete estados, responsáveis por tornar o Brasil maior produtor e exportador mundial de cana-de-açúcar e álcool (Bottega et al. 2013).

A mecanização das lavouras canavieiras tem a intenção de diminuir o custo de produção, e além de aumentar a renda no setor, substitui trabalhos manuais árduos, rudes, muitas vezes desumanos. Porém, com o passar dos anos, e após muitas horas de trabalho praticamente de sol a sol, as máquinas vão se desgastando, tornando-se praticamente sucata, e vem então a necessidade de serem substituídas.

O uso de máquinas preconiza a tomada de certos cuidados, principalmente com relação a sua correta manutenção e conservação. Fatores este que, são determinantes no melhor rendimento da máquina e que podem levar ao sucesso ou fracasso da safra (Silveira 2001).

Segundo Senar (2004) quanto ao operador, este deve estar familiarizado com todos os comandos e controles das máquinas antes de operá-las e sobre tudo antes de trabalhar com implementos, o operador deve estudar os manuais de instruções dos equipamentos em questão fornecidos pelo fabricante, pois certos instrumentos requerem técnicas especiais de trabalho.

Cardoso et al. (2010) ao discutirem a capacitação da mão-de-obra no setor sucroalcooleiro, pesquisaram três usinas no estado de São Paulo, onde foi apontada a carência de pessoal capacitado em praticamente todas as funções agrícolas, com dificuldade para encontrar operadores de máquinas de grande porte (colhedoras, motoniveladoras) e mecânicos de manutenção de colhedoras. Ainda comentam que as usinas com maior índice de mecanização (80%), apresentam um quadro de funcionários com maior escolaridade, aproximadamente 52% igual ou superior ao ensino médio completo; já nas usinas com menor índice de mecanização (em torno de 40%), predominou a contratação de trabalhadores com escolaridade igual ou inferior ao ensino fundamental completo.

A experiência mostra que a manutenção bem-feita é a maneira mais eficaz para se obter o máximo rendimento e durabilidade do trator. Os custos de manutenção, incluindo mão-de-obra e peças de reposição são consideravelmente baixos se comparados com os benefícios alcançados que se expressam através de custos operacionais menores (Silveira 2001).

Para a execução da correta manutenção de máquinas e implementos agrícolas, deve-se seguir as orientações descritas no manual de instruções fornecido pelo fabricante. Conforme afirmam Monteiro e Lanças (2007), a recomendação mais comum para a manutenção preventiva de tratores agrícolas é “fazer o que o manual do proprietário manda”. Entretanto, tem-se que o período recomendado para uma mesma operação de manutenção difere significativamente de um fabricante de tratores para outro.

Assim, neste trabalho, objetivou-se analisar a qualidade e a regularidade da manutenção dos tratores agrícolas de uma usina do setor canavieiro, utilizados para trabalhos de preparo do solo, plantio, pulverização, cultivo, reboque de transbordos e carregamento de cana inteira cortada manualmente, e por meio de questionário, avaliar a condição técnica dos operadores e responsáveis pela manutenção das máquinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma empresa agroindustrial do setor sucroalcooleiro situado na região noroeste do Estado do Paraná. Avaliou-se 47 máquinas, sendo 20 máquinas com função de carregamento de cana cortada manualmente e as 27 restantes estavam divididas nas funções de preparo de solo, cultivo e herbicida, plantio e reboque de transbordo.

Por meio de questionários impressos e entrevista, foram avaliados 39 operadores de máquinas e 7 técnicos de manutenção. Estes foram questionados quanto: Nível de escolaridade; Tempo em que haviam participado de cursos de operação de máquinas agrícolas; Rotação de trabalho do motor; Conhecimento de procedimentos que quando realizados acarretam economia de combustível; Leitura dos indicadores do painel; Conhecimento de interruptores da máquina; Regulagens do banco do operador e do ar condicionado da máquina; Existência de procedimentos de segurança dos operadores.

Também, foram realizadas inspeções nas máquinas para verificar o funcionamento dos seguintes itens: Indicador de volume do combustível; Indicador de temperatura do motor; Tacômetro; Funcionamento dos botões do painel da

máquina; Horímetro do motor; Lâmpada/indicador de pressão do óleo do motor; Lâmpada/alerta de carga de bateria; Regulagem do banco do operador; Lâmpada e Faróis; Nível do óleo lubrificante do motor; Nível da água do radiador; Nível da água da bateria; Folga do pedal da embreagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O operador de máquinas agrícolas é um técnico intermédio, capaz de conduzir e operar tratores agrícolas, com e sem equipamentos montados ou rebocados, e máquinas agrícolas, respeitando as normas de segurança, higiene e saúde no trabalho agrícola e de proteção do ambiente.

O mesmo deve assegurar e solicitar a manutenção preventiva e executar reparações e afinações simples em tratores, reboques e máquinas agrícolas, de forma a garantir as suas condições de utilização; conduzir e operar tratores agrícolas, com e sem equipamentos montados ou rebocados e máquinas agrícolas, com vista à realização de operações culturais, de acordo com as instruções de trabalho e as condições edafoclimáticas; e também registrar dados referentes a cada trabalho realizado, por forma a fornecer os necessários elementos técnicos e contabilísticos.

Na Figura 1, observa-se o nível de escolaridade dos operadores. Para se operar uma máquina é necessário que se tenham conhecimentos mínimos para operar com segurança e respeitando os limites de cada máquina. Observa-se que não há uma uniformidade do nível de formação dos operadores. A maior percentagem (43%) está na faixa de escolaridade de 2º grau. Por outro lado, 10% dos entrevistados possuem somente a 4ª série do ensino fundamental, enquanto que 18% não informaram (NI) o nível de escolaridade, o que mostra que existe a necessidade de ensino aos operadores.

Casali et al. (2015) verificaram o nível de instrução dos operadores com relação ao manejo dos agrotóxicos e máquinas destinadas à pulverização desses insumos, na região central do Rio Grande do Sul, e encontraram nível médio dos operadores bem próximos do presente trabalho (38% dos casos), e ainda a presença de 11% com curso superior.

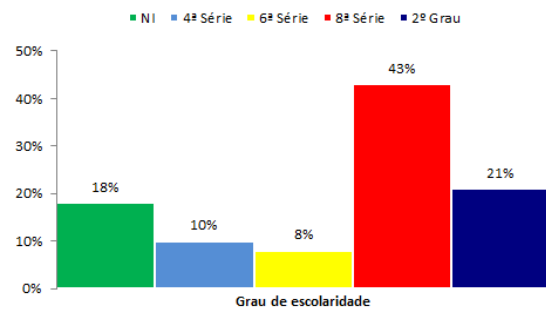


Figura 1. Nível de escolaridade dos operadores.

Por outro lado, Reis et al. (2005), em trabalho sobre manutenção de tratores agrícolas na Fazenda Escola da UNESP, verificaram que os operadores responsáveis pelas máquinas agrícolas possuíam baixo grau de conhecimento técnico e a escolaridade encontrada foi de 60% com ensino fundamental completo, 30% com ensino fundamental incompleto e apenas 10% com 2º grau completo.

Ao se tornar operadores de máquinas agrícolas, aproximadamente 60% já estavam trabalhando na empresa, porém em outros cargos e em outras funções, e devido a conhecimentos adquiridos e promoção de trabalho foram sendo promovidos e subindo de cargo até tornaram-se operadores, e 40% já eram operadores, porém em outros empregos que possuíam anteriormente.

Na Figura 2 é mostrado o tempo em que os operadores haviam participado de cursos de operação de máquinas agrícolas a partir da data de realização deste mesmo trabalho. Dos operadores avaliados, 52% realizaram curso de operador de máquinas agrícolas há um mês, enquanto que 18% afirmam nunca terem participado de cursos.

Minette et al. (2007), avaliando características do perfil e postos de trabalho de operadores de máquinas na atividade de colheita florestal no estado de Minas Gerais, observaram que 45% dos operadores não tinham realizado nenhum curso para treinamento, e concluíram que isso tende a refletir na qualidade da mão-de-obra. No presente trabalho, apenas 18% dos operadores não realizaram algum tipo de curso de capacitação para operação de máquinas agrícolas.

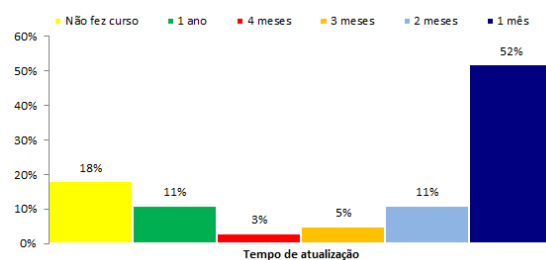


Figura 2. Tempo de realização do último curso de operador de máquinas agrícolas.

Na Figura 3, têm-se a rotação do motor quando está em trabalho. Metade dos operadores trabalha na faixa de 1800 a 2000 rpm (rotações por minuto) que é a faixa recomendada pelo fabricante do motor para se trabalhar com a maioria dos implementos agrícolas. 10% trabalham abaixo de 1800 rpm, enquanto 40% afirmam trabalhar acima de 2000 rpm. O uso de rotações fora da faixa de recomendação do fabricante do motor além de causar consumo excessivo de combustível, acarreta desgaste prematuro da máquina.

■ Abaixo de 1800 rpm ■ 1800 à 2000 rpm ■ Acima de 2000 rpm

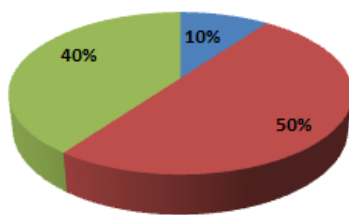


Figura 3. Rotação do motor em operação de trabalho.

Analisando a Figura 4, dos operadores avaliados, 71% afirmam não conhecerem procedimentos que quando realizados acarretam economia de combustível. Em relação à leitura dos indicadores do painel, 40% desconhecem a função de certos indicadores. Quanto ao nível de conhecimentos de interruptores da máquina observa-se que 73% dos operadores desconhecem a função de certos interruptores. Em relação a regulagens do banco do operador e do ar condicionado da máquina, 86% conhecem e efetuam tais regulagens.

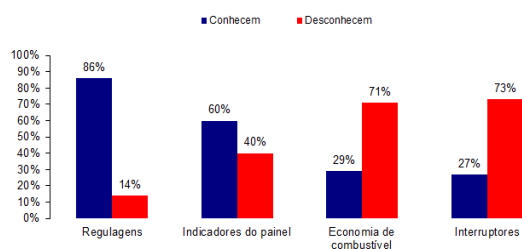


Figura 4. Conhecimento dos operadores para economia de combustível, indicadores do painel, interruptores e regulagens da máquina.

Alonço et al. (2007), em trabalho sobre nível de conhecimento da simbologia gráfica utilizada para caracterizar comandos e controles de máquinas agrícolas, afirmam que o conhecimento sobre o significado que possuem os símbolos gráficos utilizados para caracterizar comandos e controles de máquinas agrícolas é bastante

reduzido por parte dos principais envolvidos no processo. Dessa forma, conforme os autores, esses resultados indicam a necessidade de cursos de capacitação para operadores, e de entregas técnicas de qualidade por parte das concessionárias, para que os mesmos se mantenham atualizados, fato comprovado pela Figura 2, em que se observa que 30% dos entrevistados estão desatualizados e 18% nunca participaram de treinamento.

Analisando o nível de conhecimento sobre a existência de procedimentos de segurança dos operadores, apenas 47% dos entrevistados dizem ter conhecimentos de segurança, enquanto 50% preferiram não opinar, o que comprova ser necessário que estes mesmos operadores sejam submetidos e tenham por conhecimento completo de tais procedimentos que tornem mais seguro o trabalho dos mesmos operadores.

Na Tabela 1, verifica-se que em 41% das máquinas o indicador de volume do combustível no tanque da máquina não se encontrava funcionando. O tacômetro (conta giros), indicador de rpm da máquina, está presente em todas as máquinas, e 87% das máquinas encontra-se com o indicador funcionando. É mostrado o nível de funcionamento dos botões do painel da máquina, em que 82% encontram-se funcionando. O horímetro do motor e lâmpada/indicador de pressão do óleo do motor não estava funcionando em 7% das máquinas avaliadas.

Ressalta-se que 19% as máquinas possuem falhas no funcionamento de lâmpadas e faróis, sendo estes necessários para se efetuar trabalhos noturnos, necessitando assim de uma intervenção dos responsáveis pela manutenção das máquinas.

Nas máquinas avaliadas, quanto ao nível de defeitos e outras possíveis falhas no funcionamento de indicadores, botões alavancas e demais instrumentos da máquina, observou-se que 48% das máquinas possuíam algum defeito, o que mostra que mais uma vez existe a necessidade de intervenção dos responsáveis pela manutenção das máquinas.

Pelos dados da Tabela 2, têm-se que em 82% das máquinas o nível do óleo lubrificante encontrava-se na faixa média que é recomendada, enquanto 9% estavam abaixo do indicado e 9% acima do indicado pelo fabricante da máquina.

Tabela 1. Indicadores de funcionamento dos itens do maquinário agrícola, em porcentagem

Itens Avaliados	Nível (%)	
	Funciona	Não Funciona
Indicador do volume de combustível	59	41
Conta giros do motor da máquina (Tacômetro)	87	13
Indicador de temperatura do motor	94	06
Horímetro do motor	93	07
Lâmpada/indicador de pressão do óleo do motor	93	07
Lâmpada/alerta de carga de bateria	92	08
Botões do painel da máquina	82	18
Regulagem do banco do operador	91	09
Lâmpada e Faróis	81	19

Tabela 2. Indicadores dos níveis dos itens do maquinário agrícola em porcentagem

Itens avaliados	Nível (%)		
	Baixo	Alto	Recomendado
Óleo lubrificante do motor	9	9	82
Água do radiador	26	11	63
Água da bateria	15	17	68
Folga do pedal da embreagem	2	81	17

Quanto à água do radiador, em 63% das máquinas o nível do líquido de arrefecimento do motor estava na média recomendada, enquanto 11% estavam acima e 26% abaixo do que é recomendado pelo fabricante da máquina. Em apenas 68% das máquinas o nível de água da bateria está na faixa recomendada e em 81% das máquinas a folga do pedal da embreagem encontra-se acima do recomendado.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, pode se concluir que existe a necessidade de aprimorar e atualizar os conhecimentos dos operadores e dos técnicos responsáveis pela manutenção das máquinas agrícolas; na maioria dos itens avaliados ocorrem erros na execução de operação em alguma parte do processo; existe a necessidade de investir em educação (nível médio e superior) e treinamento para qualificação dos funcionários, seja ele do setor agrícola (campo) ou do setor de manutenção (oficina).

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. (1994). NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia. Rio de Janeiro.

Alonço AS, et al. Nível de conhecimento da simbologia gráfica utilizada para caracterizar comandos e controles de máquinas agrícolas. *Ciência Rural*, 37(1): 126-132, 2007.

Bottega EL. Estimativa do custo horário das operações de campo de dois sistemas de plantio de cana-de-açúcar. *Journal of Agronomic Sciences*, 2(2): 251-259, 2013.

Casali AL, et al. Nível de capacitação e informação dos operadores de máquinas para a aplicação de agrotóxicos. *Ciência Rural*, 45(3), 2015.

Cardoso TF, et al. Capacitação da mão de obra no setor sucroalcooleiro paulista necessidades e motivações, *Informações Econômicas*, 40(10), 2010.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v.2 - Safra 2015/16, n.1. Brasília: Embrapa, 2015. 28p.

Minette, LJ, et al. Características do perfil e postos de trabalho de operadores de máquinas na atividade de colheita florestal no estado de Minas Gerais. In 3º ErgoFlor. Simpósio Brasileiro sobre Ergonomia e Segurança no Trabalho Florestal e Agrícola, Viçosa, 2007, Anais... SIF/UFV, 2007.

Monteiro LA, Lanças KP. Planejamento da manutenção de tratores agrícolas. *Revista Agrimotor*, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.revistaagrimotor.com.br:80/noticias/print.asp?artid=208>>. Acesso em: 19/02/20013.

REIS GN, et al. Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. *Engenharia Agrícola*, 25(1): 282-290, 2005.

SENAR - Serviço Nacional De Aprendizagem Rural. (2004). Trabalhador na operação e na manutenção de tratores agrícolas. Curitiba: SENAR-PR.

Silveira, G. M. (2001). Os cuidados com o trator. Viçosa: Aprenda fácil.

Educação sexual nas séries iniciais do ensino fundamental: o que educadoras da rede municipal de ensino de Pires do Rio (Goiás) têm a dizer?

Daniela Cristina Paes¹, Ana Paula Favorito² & Randys Caldeira Gonçalves³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar como a temática sexualidade tem sido trabalhada nas séries iniciais do ensino fundamental em instituições de ensino público de Pires do Rio (Goiás). Para isto, foi realizada uma pesquisa qualitativa com utilização de um questionário investigativo. Participaram da pesquisa 21 professoras. Muitas professoras, participantes deste estudo, alegaram que realizam a educação sexual no ambiente escolar e se julgam bem informadas quanto a questões relativas à sexualidade infantil. Porém, referiam que se sentem constrangidas e incapazes de realizar a educação sexual. As professoras deixam que a iniciativa da abordagem da educação sexual surja através de questões vindas dos discentes. As professoras alegam que dentre os fatores que dificultam a educação sexual, destacam-se o preconceito presente no seio das famílias, a falta de conhecimentos e formação específica para falar sobre a temática e a imaturidade dos alunos devido a pouca idade. As professoras compartilham a idéia sobre a necessidade de capacitação na área da sexualidade infantil para realizar a educação sexual na escola. De acordo com a visão das professoras as famílias não cumprem seu papel em relação educação sexual dos filhos. O presente trabalho aponta que as professoras, participantes deste estudo, devem repensar a prática educativa relacionada à educação sexual infantil, no sentido de superarem as dificuldades, por meio de cursos de formação continuada, leituras, reflexões e discussões sobre o tema.

Palavras-chave: Escola, Sexualidade, Crianças.

Sex education in the initial series of basic education: what the municipal educators network Pires do Rio (Goiás) have to say?

ABSTRACT

The aim of this study was to verify how the theme sexuality has been crafted in the early elementary school grades in public educational institutions Pires do Rio (Goiás). For this, a qualitative study using an investigative questionnaire was performed. The participants were 21 teachers. Many teachers participating in this study, claimed that perform sex education at school and consider themselves well informed on issues related to child sexuality. But they feel constrained and unable to perform sex education. Teachers leave the initiative of the sex education approach arises through coming issues of students. The teachers claim that among the factors that hinder sex education, we highlight the bias present within families, lack of knowledge and specific training to talk about the theme and the immaturity of students due to young age. The teachers share the idea about the need for training in the area of infantile sexuality to conduct sex education in school. According to the vision of teachers families do not fulfill their role regarding sexual education of children. This paper points out that the teachers participating in this study, should rethink the educational practice related to child sexual education, to overcome difficulties, through continuing education courses, readings, reflections and discussions on the topic.

Keywords: School, Sex, Children

Autor para correspondência: Randys Caldeira Gonçalves

Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

E-mail: randyscaldeira@hotmail.com

Recebido em: 14 ago. 2015

Aceito em: 14 out. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Universidade Anhanguera de Goiânia, GO, Brasil.

²Rede Estadual de Ensino de Goiás, GO, Brasil.

³Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

A sexualidade humana é desenvolvida espontaneamente desde as primeiras experiências afetivas do bebê com a mãe (Suplicy, 1999; Nunes e Silva, 2000; Yano e Ribeiro, 2011) e passa por diferentes fases de desenvolvimento em todo período da infância, até que o indivíduo atinja a maturidade sexual na fase adulta (Rodrigues e Wechsler, 2014). Contudo, em nossa sociedade, por uma questão de valores socioculturais, a sexualidade infantil é uma temática extremamente revestida de preconceitos, mistificações e discriminações, pois se faz presente à concepção que as crianças são seres “assexuados” (Furlani, 2007; Martins et al., 2012).

A negação da sexualidade na infância constitui um problema para a ampliação de espaços de diálogo entre pais, filhos e professores, perpetuando dúvidas e questões a serem elucidadas, reduzindo a compreensão do tema. Privar uma criança do exercício de sua sexualidade e do acesso à informação acerca do assunto, conforme discutido por Yano e Ribeiro (2011), é violar um direito necessário ao desenvolvimento humano e do exercício de cidadania das crianças.

As crianças, apesar de terem uma visão muito limitada da sexualidade, precisam ser instruídas sobre o assunto para que o seu desenvolvimento seja o mais natural e saudável. Ensinaamentos seguros e livres de preconceito acerca da sexualidade, desde cedo, são fundamentais para que as crianças, na adolescência, e na vida adulta, possam tomar atitudes e decisões mais responsáveis no que diz a respeito à sua própria conduta sexual, podendo se prevenir de sérias consequências de atos relacionados à sexualidade (Crivelari, 2007).

Acredita-se que a falta de educação sexual adequada desde a infância (que é a origem de todo o processo de educação), é um fator de vulnerabilidade para situações de riscos relacionados ao exercício da sexualidade (Rodrigues e Wechsler, 2014), em especial, práticas do sexo inseguro, gravidez indesejada, contágio de infecções sexualmente transmissíveis como a AIDS (ou SIDA - Síndrome da Imunodeficiência Adquirida), aborto, entre outros problemas, como crimes sexuais, prostituição, pedofilia e traumas psicológicos e emocionais resultante da vivência de uma sexualidade frustrante (Brasil, 1997). Portanto, não restam dúvidas, que é de extrema importância que toda e qualquer temática relacionada à sexualidade sejam tratadas naturalmente desde a infância para o bem estar das crianças na vivência de sua sexualidade atual e futura.

Considerando que a sexualidade é um assunto de difícil discussão no meio familiar, seja

por medo, angústia ou falta de informação e insegurança dos pais; muitos preferem que a escola (espaço social preponderante de formação de crianças e adolescentes para a vida coletiva) ajude a esclarecer as dúvidas e distorções aprendidas pelas crianças acerca da sexualidade através da promoção da educação ou orientação sexual (Gonçalves, Faleiro e Malafaia, 2013), temática regulamentada na transversalidade, pelo Ministério da Educação através dos Parâmetros Curriculares Nacionais para a educação básica (PCNs) (Brasil, 1997).

A escola, por meio de um trabalho planejado, sistemático e contínuo, é tida como o lugar privilegiado e apropriado para complementar à educação sexual realizada pela família. No entanto, conforme apontam alguns estudos, a escola não tem se constituído num espaço aberto para a expressão de dúvidas, inseguranças, medos, angústias, frustrações, crenças e conquistas acerca de questões relativas à sexualidade dos seus alunos em virtude do despreparo dos professores em promover intervenções práticas e críticas diante do tema (Garcia, 2005; Jardim e Brêtas, 2006; Ramiro e Matos, 2008; Maistro et al., 2009 e Bomfim, 2009).

É inegável a importância de estudos acerca da sexualidade na vida dos seres humanos, em especial na infância, momento importante do desenvolvimento humano onde as questões correlatas à sexualidade ainda está sendo construídas. Do ponto de vista educacional, estudos sobre o tema em questão é imprescindível para obter informações que possam auxiliar no planejamento de ações educativas eficientes que favoreçam o desenvolvimento das crianças.

Apesar de muitas pesquisas e discussões em torno da educação sexual na adolescência, com temas em torno de prevenção e conhecimentos de doenças sexualmente transmissíveis (dentre elas destacando-se a AIDS.); uso e conhecimento sobre métodos contraceptivos e gravidez na adolescência; estarem ganhando amplitude, atualmente, relativamente pouca informação tem sido gerado acerca da educação sexual infantil no ambiente escolar, sobretudo, como a temática sexualidade vem sendo trabalhada/abordada, por educadores, nas séries iniciais do ensino fundamental.

São estas as questões norteadoras da reflexão que permeiam este estudo: como à sexualidade infantil vêm sendo discutida nas instituições de ensino infantil? Há qualidade nas discussões das questões referentes à sexualidade infantil? Os professores da educação infantil estão devidamente preparados para dialogar abertamente sobre o tema com as crianças e lidar com as mais adversas situações? Há necessidade de

formação específica para os educadores da educação infantil na área da sexualidade?

O objetivo deste estudo foi verificar como a temática sexualidade tem sido trabalhada nas séries iniciais do ensino fundamental em instituições de ensino público de Pires do Rio (Goiás). A hipótese de que os docentes atuantes nas séries iniciais do ensino fundamental não estão cumprindo seu papel no que se refere à educação sexual integrada no processo de formação do indivíduo em suas múltiplas e variadas dimensões foi considerada inicialmente.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa (qualitativa de caráter descritivo e exploratório) foi desenvolvida, de março a maio de 2015, nas escolas municipais de Pires do Rio (Sudeste do Estado de Goiás) que ofertam a primeira fase do ensino fundamental.

Dados da Subsecretaria Municipal de Educação de Pires do Rio (SMEPR) apontam para existência de oito escolas, todas localizadas na zona urbana do município (SMEPR, 2015). Destaca-se que, tanto as professoras efetivas, quanto as substitutas (contratadas) puderam participar da pesquisa.

Para a coleta de dados, utilizou-se um questionário investigativo, autopreenchível e sem identificação, composto por questões objetivas e discursivas. O instrumento buscou conhecer informações quanto ao perfil sociodemográfico do público investigado (idade, sexo, estado civil e religião), bem como informações abrangentes sobre as concepções e práticas das educadoras acerca de questões relacionadas à sexualidade, destacando a ocorrência da abordagem da educação sexual junto às crianças, se as professoras da educação infantil se sentem devidamente preparadas para dialogar abertamente sobre a sexualidade e lidar com as mais adversas situações que envolvam a temática, se julgam necessária formação específica em educação sexual para lidarem com o assunto no ambiente escolar. Ressalta-se que por meio deste questionário, as participantes puderam responder não apenas o que lhes forem propostos, mas também se deparar com questões provocativas, que lhes deram a oportunidade de refletir acerca do trabalho realizado em sala de aula no que tange a educação sexual.

Para a coleta de dados, primeiramente, foi feito, o pedido de autorização ao secretário municipal de educação do município estudado por meio de uma carta de solicitação para realizar a coleta dos dados junto aos docentes atuantes na educação infantil. Na carta havia informações acerca da pesquisa, seus objetivos, sua relevância, o nome dos pesquisadores responsáveis e telefones para contato. A partir da autorização do secretário municipal de ensino, todos os docentes atuantes na educação infantil foram convidados a participar voluntariamente da pesquisa, proporcionando-lhes informações sobre o estudo.

Os dados foram tabulados no programa Microsoft Excel 2007. Para análise quantitativa de respostas das questões fechadas do questionário foi utilizada estatística descritiva (frequências simples). Para interpretação qualitativa das questões de respostas abertas, foi utilizada análise de conteúdo proposta por Bardin (1977).

Considerando que este estudo envolveu diretamente seres humanos, cabe destacar, que foram tomados todos os cuidados éticos apropriados ao tipo de população investigada neste estudo, conforme orientações éticas da resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a visitação de todas as escolas municipais de Pires do Rio (Goiás) 21 professoras (pertencente ao sexo feminino) aceitaram participar da pesquisa (o que corresponde 40,8% do número total). Todas as professoras, participantes do estudo, apresentam nível de escolaridade superior; apresentando a maioria (71,4%, n= 15) habilitação em Pedagogia. Com relação à experiência no magistério, 23% (n=05) têm de um a cinco anos de experiência profissional, 42,9% (n=09) de seis a dez anos de atuação, 9% (n=04) de 11 a 15 anos, e 14,3% (n=03) possuem significativa experiência, lecionando a mais de quinze anos.

Outro aspecto considerado diz respeito à qualificação acadêmica. Observou-se que 71,4% (n= 5) das professoras apresentam algum curso de pós-graduação, limitada ao nível de especialização *lato sensu*. A religião predominante foi a católica, com 42,9% (n=14) de representantes. A Tabela 1 descreve de modo geral as características das professoras estudadas.

Tabela 1. Descrição das professoras atuantes nas séries iniciais do ensino fundamental da rede municipal de ensino de Pires do Rio (Goiás).

Características	Número absoluto (n)	Percentual (%)
Sexo		
Feminino	21	100
Estado civil		
Solteiro	14	66,7
Casado	04	19
Divorciado/Separado	01	4,8
Não respondeu	01	9,5
Religião		
Católico	9	42,9
Evangélico	07	33,3
Espírita	01	4,8
Não respondeu	04	19,0
Faixa etária (anos)		
21 a 30	05	23,8
31 a 40	12	57,1
41 a 50	02	9,5
Não respondeu	02	9,5
Experiência docente (anos)		
1 a 5	05	23,8
6 a 10	09	42,9
11 a 15	04	19
> 15	03	14,3
Formação		
Pedagogia	15	71,4
Geografia	02	9,5
História	01	4,8
Letras	03	14,3
Pós-graduação		
Sim	15	71,4
Não	06	28,6
Natureza da Pós-graduação		
<i>Lato sensu</i>	15	100

Quando as professoras foram questionadas se abordam a educação sexual junto às crianças, a maioria (57,1%, n=12) responderam que “sim”; indicando, a abertura de espaços sobre reflexão e discussões de dúvidas e curiosidades com as crianças referentes à sexualidade, possibilitando suprir possíveis carências existentes no contexto familiar.

Sobre a forma que as docentes abordam a sexualidade, as professoras afirmaram que ela ocorre a partir de uma situação apresentada pelos alunos, de modo superficial, e está inserida em um contexto biológico e higienista do corpo, conforme pode ser visto nas transcrições das falas:

-“Quando surge o assunto tento passar a resposta que procuram” (Professora do terceiro ano, 38 anos)

-“Conforme surgem as perguntas e os interesses de forma muito superficial” (Professora do quarto ano, 50 anos)

-“Sempre que necessita de forma contextualizada” (Professora do quarto ano, 38 anos)

-“Fazendo que eles percebam as transformações que estão ocorrendo no próprio corpo, no respeito que devem ter com o seu próprio corpo e também no que se refere à higiene do corpo” (Professora do quinto ano, 35 anos)

-“Realizo conversas informais a respeito” (Professora do terceiro ano, 33 anos)

Como se verifica, as professoras fazem a abordagem da educação sexual somente quando os alunos imitem questões e levantam dúvidas relacionadas com a temática. Desta forma, as intervenções realizadas por meio da educação sexual no ambiente escolar são voltadas ao esquecimento no âmbito formal e intencional de sua organização. Cabe salientar, que a educação sexual no ambiente escolar, deve ser instituído, de forma formal, contínua e sistemática, não apenas com ações pontuais e/ou isoladas, conforme se observou neste estudo.

Na presente pesquisa, outro argumento evocado pelas educadoras, é que as informações no âmbito da sexualidade passam por explicações

sobre conceitos fisiológicos (funcionamento do corpo e das mudanças que acompanham o seu desenvolvimento) e higienista. Cumpre ressaltar, que apesar de haver ocorrido avanços na introdução da educação sexual nas escolas, algumas pesquisas têm revelado que as práticas educativas ainda estão reduzidas a informações científicas de dimensões biomédicas cujos objetivos explícitos se vinculam em informar quanto a doenças sexualmente transmissíveis (DST), sistema reprodutor, desenvolvimento do corpo, contracepção, dentre outros conteúdos ligados ao corpo biológico (Tonatto e Sapiro, 2002; Marola, Sanches e Cardoso, 2011).

Esse tipo de abordagem de sexualidade pela escola apesar de necessária é restrita para o desenvolvimento e amadurecimento psicoafetivo das crianças. Pesquisas sinalizam que para a formação integral da criança a educação sexual deve focar questões atreladas ao afeto, emoções, desejos, família, amor, auto-estima, preconceitos, diversidade sexual e estereótipos entre outros (Frade et al, 2010; Groth, Thomé e Rosa, 2011), ou seja, uma educação sexual emancipatória, voltada a promover no indivíduo uma sexualidade gratificante, socialmente livre e responsável (Garcia, 2005).

As professoras deste estudo que não trabalham a educação sexual ressaltaram que isso ocorre porque (i) a temática não é cobrada por parte da escola pesquisada, (ii) porque consideram os alunos novos para falarem a respeito do assunto e outra professora pontuou (iii) que não houve a oportunidade para falar sobre o assunto, como se verifica nas respostas a seguir:

-“Porque não é cobrado que se trabalhe” (Professora do segundo ano, 29 anos)

-“Porque não houve oportunidade, necessidade” (Professora do segundo ano, 33 anos)

-“Porque minhas crianças são pequenas e observo que ainda não despertaram interesse para com o assunto, todavia, se for necessário trabalho o tema” (Professora do terceiro ano, 30 anos)

-“Alguns são mais espertos que outros, já sabem e começam com assuntos mais fortes, e eu fico em um beco sem saída” (Professora do terceiro ano, 33 anos)

Cumpre ressaltar que as crianças têm o direito de ter acesso a informações consideradas essenciais na constituição de sujeitos plenos por meio de um processo educativo que forneça valor e significado à vida. Assim, a educação sexual tem como propósito oferecer às crianças orientações para o desenvolvimento de sua afetividade e fortalecimento da sua auto-estima e na prevenção

de futuros traumas resultantes da vivência de uma sexualidade frustrante.

Desse modo, percebe-se que a escola, espaço primordial onde são aprendidos valores éticos e humanitários, assume uma função importante na educação sexual das crianças. No entanto, em muitos casos, os professores apresentam dificuldades em trabalhar com os seus alunos os diversos temas e aspectos vinculados à sexualidade, sobretudo, pela falta de conhecimento, apoio ou orientação para debater o tema (Marola, Sanches e Cardoso, 2011).

Observou-se neste estudo, que a maioria das professoras entrevistadas (71,4%, n=15) afirmaram que se sentem inseguras e até mesmo constrangidas para abordarem a educação sexual na escola. Mesmo as professoras (n=6) que dizem promover a educação sexual no cotidiano escolar confessaram não se sentem preparadas para trabalhar no universo da sexualidade com seus alunos.

Gonçalves, Faleiro e Malafaia (2013) dizem, com base em estudos de outros pesquisadores, que os motivos pelas quais os docentes, em geral, não gostam de falar sobre assuntos referentes à sexualidade, ancoram-se em variados fatores, como a inibição/timidez, insegurança, falta de preparo oriundo das lacunas de formação docente; da reprodução da repressão sexual a qual os educadores foram submetidos e até mesmo da ideia de que o tema deva ser tratado exclusivamente pela família.

Outro aspecto a ser pontuado é que muitos educadores evitam promover o diálogo sobre a sexualidade em sala de aula porque possuem a idéia que a sexualidade é algo pecaminoso e profano. Esse comportamento reflete a grande influência religiosa do catolicismo na sociedade ocidental. Por muitos séculos a igreja católica, com base no modelo de família patriarcal considerou (com seu moralismo) o prazer sexual como pecaminoso, e, assim, proibido, imoral, sujo e repulsivo (Vitiello, 1997).

Para a igreja católica a sexualidade era tida como um mal necessário, admissível apenas por ser indispensável à função procreativa (Vitiello, 1997). É explícito, mesmo nos dias de hoje, que a igreja católica, por meio de normas de condutas e atitudes impostas (valores cristãos), interfere nas ações e modos de agir das muitas famílias, sobretudo na maneira de perceber e vivenciar a sexualidade, fazendo com que tabus e preconceitos do passado permaneçam até nossos dias.

O fato é que o exercício pleno da sexualidade, em nossa cultura, ainda tem sido reservado aos adultos, isto porque, de um modo geral, muitos, encorrem no erro de associar e limitar

a sexualidade ao sexo com significado de ato sexual conforme destacam Gir et al. (2000), Ribeiro (2004), Gonçalves et al. (2012) e Gonçalves, Faleiro e Malafaia (2013). Sendo assim, é impensável admitir vivências e expressões de sexualidade na infância, e devido a isso, a sexualidade infantil acaba sendo um tema nunca pensado e pouco falado e refletido por muitas famílias e educadores.

E preciso conceber que a sexualidade vai além da genitalidade (órgãos sexuais) e ultrapassa o ato sexual em si, conforme destacam Vitiello (1997) e Heilborn (1999). O que deve ser lembrado é que a sexualidade humana não é sinônimo de coito e não se limita a conduta sexual. A sexualidade envolve atitudes e ações que estão presentes no ser e agir do indivíduo e se expressa na maneira de ser e de estar no mundo.

As professoras justificaram que os principais fatores que dificultam a educação sexual na escola são: (i) o preconceito presente no seio das famílias no que concerne à sexualidade, (ii) a falta de conhecimento e formação para falar sobre a temática e a (iii) imaturidade dos alunos devido a pouca idade dos mesmos, conforme se observam nos depoimentos a seguir:

-“Porque muitos alunos nesta faixa etária (9 – 11 anos) vêm de uma convivência familiar complicada e com alguns conceitos totalmente equivocados no que se refere à sexualidade e não recebem bem o que queremos passar a eles” (Professora do quinto ano, 35 anos)

-“Porque a faixa de idade deles ainda não permite esse assunto” (Professora do segundo ano, 38 anos)

-“Pela minha formação, ainda, em alguns casos me sinto constrangida, inibida” (Professora do segundo ano, 50 anos)

- “Porque a formação que recebi não dá base para isso” (Professora da segunda série, 24 anos)

-“Por mais que eu sei fico com medo de alguns modos de falar” (Professora do segundo ano, 30 anos)

-“Eles não estão preparados para certas informações” (Professora do terceiro ano, 30 anos)

-“Não me sinto a vontade, pois alguns pais são bem exigentes e reclamam” (Professora do terceiro ano, 33 anos)

Pode-se levantar a hipótese que a vergonha e o constrangimento em estabelecer um diálogo a respeito da sexualidade por parte das professoras pesquisadas, refetem a herança cultural vivida e transmitida pelas famílias. Para Carradore e Ribeiro (2002) os constrangimentos ou não, os silêncios ou as falas, os gestos, as expressões, as proibições existentes na família, são significativos e direcionam os indivíduos para determinadas atitudes e comportamentos frente à sexualidade. Portanto, depreende-se que aqueles

indivíduos que receberam uma educação sexual emancipatória e libertária, baseada na franqueza, naturalidade e responsabilidade, estão mais abertos em abordar o assunto. Por outro lado, uma educação extremamente repressiva e autoritária ou indiferente, por meio de verbalizações e/ou posturas, por parte dos pais, pode restringir nos filhos o conhecimento sobre questões relativas à sexualidade e desencadear tabus, preconceitos, crenças e princípios rígidos que são levados para a vida adulta e muitas vezes repetidos por várias gerações.

É interessante frisar que a partir dos dados coletados, evidenciou-se em alguns dizeres a concepção de que a pouca idade dos alunos é um dos entraves que interfere na abordagem da sexualidade no ambiente escolar. É preciso entender, que a educação sexual não se restringe a uma faixa etária específica, haja vista que a sexualidade é um componente integrante da vida de qualquer ser humano e aflora sob diferentes formas, contextos e práticas ao longo da vida. É importante ressaltar, ainda, que independente da faixa etária, as crianças querem e necessitam receber informações sobre os vários aspectos ligados à sexualidade para que possam ter uma vivência positiva e harmoniosa.

O mais importante é tratar o assunto com naturalidade e as informações devem ser introduzidas na medida certa, sem deixar muito vago e não suprir as necessidades imediatas de conhecimento das crianças e também sem ultrapassar demais informações, dando mais do que os elas próprias querem e conseguem aprender (Nunes e Silva, 2000; Santos e Rubio, 2013). Nessa perspectiva, é consenso que os docentes devem variar na profundidade dos assuntos apresentando diferentes enfoques e ênfases compatíveis à capacidade cognitiva da criança, ou seja, o nível de entendimento/compreensão dos mesmos.

Levando em conta que os professores são sujeitos ativos na construção do saber e que aqueles que não possuem informações específicas voltadas na área da sexualidade acabam encontrando obstáculos para tratar do assunto e assim, auxiliar as crianças nesta área do desenvolvimento humano, buscou identificar se as professoras se julgavam bem informadas sobre assuntos relacionados à sexualidade na infância. Um total de 85,7% (n=18) das entrevistadas se consideram bem informadas, 9,5% (n=02) não se julgavam bem informadas e 4,8% (n=01) não responderam a questão. Estes dados se mostram controversos, pois, conforme apresentado anteriormente, muitos docentes além de não desenvolverem a educação sexual não se sentem a vontade para falar sobre o assunto com os alunos.

Acredita-se, que para tratar a sexualidade em suas várias dimensões com as crianças, é indispensável que os professores atualizem-se sobre o tema em questão por meio de leituras, estudos, reflexões e discussões, é também não tenham medo/vergonha de ultrapassar as barreiras no campo da sexualidade que é cercado de tabus e superstições. Além disso, convém assinalar, que a intervenção pedagógica, no tocante a educação sexualidade, implica na adoção de atitudes e posturas fundamentada na ética, profissionalismo, afetividade e principalmente no profundo respeito à diversidade de valores e crenças dos alunos relativos à sexualidade, uma vez, que cada família possui uma história, uma bagagem pessoal e vivências culturais diferentes.

Outro aspecto pesquisado refere-se há ocorrências de perguntas sobre assuntos ligados à sexualidade por parte dos alunos e, se as perguntas ocorrem, quais são as mais frequentes. Constatou-se que, apenas 23,8% (n=5) dos docentes afirmaram que os alunos fazem perguntas direcionadas à sexualidade, sendo que as mais comuns estão relacionadas à (i) virgindade, (ii) namoro, (iii) beijo, (iv) pornografia, (v) nascimento e (vi) alterações biológicas/fisiológicas do corpo humano.

Embora a sexualidade surja no exato momento em que o indivíduo nasce e o acompanhe ao longo do seu desenvolvimento (Carvalho, 2008); às crianças recebem, desde muito cedo, uma qualificação ou julgamento do mundo adulto frente à manifestação de curiosidade acerca de temas que envolvem a sexualidade. Todavia, é pertinente entender que as crianças de maneira inconsciente apresentam tendências/impulsos sexuais (tais como ereção, masturbação, simulações e fantasias sexuais e interesse pelos genitais e pelas diferenças entre meninos e meninas) o que desperta nelas dúvidas, curiosidade e questionamentos em relação à sexualidade.

Durante a infância é muito natural que as crianças façam aos pais e educadores questionamentos sobre sexo, diferenças anatômicas entre homens e mulheres, mais propriamente, os órgãos genitais (adulto ou criança), gravidez (de onde vêm os bebês?) e namoro/beijo, já que, existe naturalmente na criança a vontade de conhecer e entender a si própria e o mundo ao seu redor.

Torna-se necessário compreender que as curiosidades das crianças no campo da sexualidade fazem parte de seu desenvolvimento e o estabelecimento de ações educativas acerca da sexualidade ajudam as crianças na solidificação/consolidação da sua auto-estima e na formação da identidade sexual dos mesmos. Portanto é necessário respeitar e responder as

indagações e dúvidas das crianças de forma esclarecedora por meio de um diálogo franco permeado de honestidade e confiança.

Qualquer que seja o questionamento referente à sexualidade que uma criança faça é essencial responder com honestidade, não tratar o assunto como se fosse impróprio para a criança; restringir à pergunta feita e não estender; levar em conta os conhecimentos que as crianças possuem; usar linguagem simples, direta e de fácil entendimento e fornecer explicações claras de acordo com o grau de amadurecimento da criança e no momento em que ela solicita.

No presente estudo, verificou se os docentes identificam manifestações de sexualidade em seus alunos, e, em caso afirmativo, como se posicionam diante disso. Das professoras, 52,4% (n=11) alegaram que já vivenciaram alguma situação que envolvesse manifestações de sexualidade dos alunos no ambiente escolar. Embora a sexualidade infantil seja diferente da sexualidade adulta é necessário compreender que as manifestações da sexualidade por parte das crianças são normais e desejáveis.

É fundamental compreender que a sexualidade faz parte do ser humano desde seu nascimento, e, por essa razão, manifesta-se, diariamente (em circunstâncias aparentes ou não) (Groth, Thomé e Rosa, 2011) em todo e qualquer espaço em que a criança está inserida (Jesus, 2007), pois a sexualidade é experimentada ou revelada numa multiplicidade de formas e contextos (Frade et al., 2010; Groth, Thomé e Rosa, 2011).

Enfatiza-se que a falta de conhecimento acerca das manifestações da sexualidade das crianças por parte das professoras, participantes deste estudo, certamente, está relacionada ao despreparo técnico com falta de informações para a análise do comportamento infantil em relação à sexualidade.

As educadoras afirmaram que lidam com as manifestações de sexualidade das crianças com orientações e explicações, conforme relatos destacados a seguir:

-“Lido com isso, de maneira a sanar dúvidas ou minimizá-las” (Professora da segunda série, 40 anos)

-“Converso e oriento” (Professora da segunda série, 32 anos)

-“Quando é indevido, com certeza me posiciono” (Professora da segunda série, 29 anos)

-“Tento tratar o assunto de forma natural explicando sobre as diferenças que estão ocorrendo no corpo e que eles ainda irão observar entre homens e mulheres” (Professora da quinta série, 35 anos)

É interessante assinalar que os professores, frente à curiosidade e aos comportamentos sexuais manifestados pelas crianças em sala de aula (tais como beijos, exploração do corpo do colega, atitudes que aparentam homossexualidade e jogos sexuais) devem orientar o manejo desses comportamentos, sem passar valores morais reprovadores e preconceituosos como se a sexualidade fosse algo negativo, feio ou pecaminoso (Nunes e Silva, 2000).

No tocante a educação sexual, o fato é que, há uma forte tendência dos adultos de ignorar e reprimir erroneamente os primeiros movimentos exploratórios que as crianças fazem em seu corpo (tais como expor e tocar seus órgãos sexuais), e aos jogos e brincadeiras de natureza sexual com as demais crianças da mesma idade (tal como a observação e exploração do corpo do colega). Há que se ressaltar que quando a expressão da sexualidade é ignorada, ou ainda negada, colabora para que crianças tenham uma visão distorcida e equivocada da sexualidade, a qual pode trazer danos posteriores, como comportamentos e atitudes preconceituosas. Cabe aqui frisar que na área da sexualidade o essencial é promover o desenvolvimento de comportamentos e atitudes que possam perpetuar condutas apropriadas com vista ao bem estar e à felicidade ao longo da vida do indivíduo (Carvalho, 2008).

Diversos autores têm mostrado através de estudos, que a formação/capacitação docente, referente à sexualidade, é fundamental, uma vez que os mesmos têm papel preponderante para suprir dúvidas concernentes a sexualidades dos alunos. Embora seja primordial, a formação/capacitação de professores para o trabalho com a educação sexual, a produção acadêmica tem revelado o despreparo dos professores diante do tema (Bomfim, 2009; Jardim e Brêtas, 2006; Ramiro e Matos, 2008).

Quando questionados se os cursos de formação inicial para professores preparam os docentes para a abordagem da educação sexual no ambiente escolar, 66,7% (n= 14) afirmaram que sim. Um total de 71,4% (n=15) das docentes afirmaram que os cursos de formação inicial lhes ofereceram preparação para a realização de educação sexual na escola. Contudo, vale lembrar que somente 57,1% (n=12) das professoras afirmaram que trabalham a educação sexual. Tal circunstância levam a questionar a eficácia/qualidade da abordagem da educação sexual nas instituições pesquisadas.

No que diz respeito à necessidade de uma capacitação específica para trabalhar com a educação sexual, 85,7% (n=18) das professoras julgaram ser "importante", para que possam desempenhar uma ação pedagógica que contemple

a educação sexual de forma adequada e efetiva, conforme demonstrado nas transcrições a seguir:

-“Os professores preparados vão ter mais liberdade de várias colocações sobre o assunto” (Professora da primeira série, 38 anos),

-“Uma capacitação vai preparar os docentes para trabalhar o assunto com mais segurança, até mesmo orientar os familiares da criança” (Professora da quinta série, 35 anos)

-“Por ser um tema complexo” (Professora da segunda série, 30 anos)

-“É sempre bom estar oniante que vai afirmar e exemplificar” (Professora da terceira série, 33 anos)

-“Porque é necessária formação continuada, principalmente sobre um assunto em constante presença entre os alunos” (Professora da segunda série, 29 anos).

Levando em conta que é fundamental que a educação sexual seja promovida tanto na instituição escolar como na familiar, as professoras, participantes deste estudo, foram questionadas se a família cumpre seu papel em relação educação sexual dos filhos. Um total de 90,5% (n=19) das professoras respondeu que acreditam que não. É importante entender que a educação sexual é prioritariamente uma competência da família (por serem os pais os mais importantes educadores) e a escola é considerada uma parceira e aliada neste processo (Marques, Vieira e Barroso, 2003; Almeida, 2005, Bié, Diógenes e Moura, 2006). Contudo, a escola é para muitas crianças e jovens o único meio de informação sobre questões concernentes à sexualidade.

Autores como Gonçalves, Faleiro e Malafaia (2013), por meio de diversos estudos, discutem que dentre os fatores ligados à ausência de discussões em torno da sexualidade dentro do espaço familiar, sobressai o valor negativo atribuído a sexualidade, a crença que os filhos são “seres assexuados”, a ideia de que o diálogo antecipa a prática sexual, e o fato dos pais se sentirem despreparados e tímidos em tratar do assunto oriundo da deseducação sexual na qual foram vítimas.

CONCLUSÃO

Os resultados revelam que, apesar das professoras, participantes deste estudo, afirmarem que realizam a educação sexual no ambiente escolar e se julgarem bem informadas quanto a questões relativas à sexualidade, referem que se sentem constrangidas e incapazes de realizar esta função.

As professoras alegam que dentre os fatores que dificultam a educação sexual na escola, destacam-se o preconceito presente no seio das famílias, a falta de conhecimentos e formação

específica para falar sobre a temática e a imaturidade dos alunos devido a pouca idade. As professoras compartilham a ideia sobre a necessidade de capacitação na área da sexualidade infantil para realizar a educação sexual na escola. As educadoras fazem menção que a família não cumpre seu papel em relação educação sexual dos filhos.

No que concerne à hipótese inicial, a qual a escola não estaria cumprindo seu papel no que se refere à educação sexual integrada no processo de desenvolvimento global do indivíduo, podemos concluir que a escola ainda esbarra em barreiras para o estabelecimento da educação sexual que contribua para o bem-estar e amadurecimento psico-afetivo da criança.

Acredita-se que, as professoras, participantes deste estudo, devem repensar a prática educativa relacionada à educação sexual infantil, no sentido de superarem constrangimentos e dificuldades, por meio de cursos de formação continuada, leituras, reflexões e discussões sobre o tema além de rever seus próprios valores para irem além deles. Faz-se importante um trabalho de capacitação e formação continuada específica no tocante a este assunto para que as professoras possam aprofundar os conhecimentos na área da sexualidade infantil.

Por todos esses aspectos, o isolamento e a caracterização de uma alta porcentagem de cepas do gênero *Staphylococcus* da espécie *S. aureus* em todos os nichos avaliados neste trabalho, ressalta a importância do controle deste micro-organismo na indústria de carnes. Sendo, portanto, necessário a implementação e padronização de medidas de controle que incluem técnicas de higienização, treinamento e conscientização dos profissionais envolvidos na produção alimentos. Além disso, enfatiza-se a importância de rever melhorias para atualização da legislação brasileira em relação à pesquisa de estafilococos coagulase negativa.

REFERÊNCIAS

- Ananou, S., Maqueda, M., Martínez-Bueno, M., Gálvez, A., & Valdivia, E. (2005). Control of *Staphylococcus aureus* in sausages by enterocin AS-48. *Meat Science*, 71, 549–556. doi:10.1016/j.meatsci.2005.04.039
- Almeida AC, Centra ML. A família e a educação sexual dos filhos: Implicações para a enfermagem. *Acta Paulista de Enfermagem*, 22(1): 71-76, 2009.
- Bardin L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições, 1977.
- Bernardi M. A Deseducação Sexual. São Paulo: Summus, 1985.
- Bié APA, Diógenes MAR, Moura RF. Planejamento familiar: o que os adolescentes sabem sobre este assunto? *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 19(3): 125-130. 2006.
- Bomfim SS. Orientação sexual na escola: tabus e preconceitos, um desafio para a gestão. Monografia (Pedagogia), Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2009.
- Brasil. Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, 2012.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Orientação sexual. Brasília: MEC/SEE, 1997.
- Carradore VM, Ribeiro PRM. Aids e Educação Escolar: algumas reflexões sobre a necessidade da orientação sexual na escola. *Revista do Departamento de Psicologia*, v. 16, 63-84, 2004.
- Carvalho CS. Guia para educadores: Educação da sexualidade. Lisboa: Fundação Secretariado Nacional da Educação Cristã, 2008.
- Crivelari M. Trabalhar a sexualidade: guia prático para professores de ensino fundamental. São Paulo: Editora Lua; 2007.
- Frade A, Marques AM, Alverca C, Vilar D. Educação sexual na escola: Guia para professores, formadores e educadores (8.ª ed.). Lisboa: Texto Editora, 2010.
- Furlani J. Mitos e tabus da sexualidade humana: subsídios ao trabalho em educação sexual. 3. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- Garcia AM. A Orientação Sexual na Escola: Como os professores, alunos e pais percebem a sexualidade e o papel da escola na orientação sexual. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, 2005.
- Gonçalves RC, Faleiro J H, Malafaia G. Educação sexual no contexto familiar e escolar: impasses e desafios. *Holos*, 5(29): 251-263, 2013.
- Groth C I, Thomé CL, Rosa, BS. Você sabe o que é Sexualidade? - Relato de experiência de oficinas de educação sexual na escola. *Roteiro*, Joaçaba, 36(1): 105-128, 2011.
- Heilborn M L. Sexualidade: o olhar das ciências sociais. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.
- Jardim, DP, Brêta, JRS. Orientação sexual na escola: a concepção dos professores de Jandira - SP. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 59(2):157-162, 2006.
- Jesus R M B. Implicações da ação docente sobre as questões de sexualidade e gênero na escola. *Revista da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia*, n.11, p. 189-199, 2007.
- Labronici LM. Eros propiciando a compreensão da sexualidade das enfermeiras. 2002. 135f. Tese (Doutorado em Filosofia, Saúde e Sociedade), Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

Maistro VIA, Arruda SM, Júnior AL. O papel do professor em um projeto de educação sexual. In: ENPEC, 7, 2009, Florianópolis. Anais VII ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

Marola G, Sanches CSM, Cardoso LM. Formação de conceitos em sexualidade na adolescência e suas influências. *Psicologia da Educação*, 33(95):118, 2011.

Marques MFC, Vieira NC, Barroso MG. Adolescência no contexto da escola e da família: uma reflexão. *Revista Saúde, Família e Desenvolvimento*, Curitiba, 5(2): 141-146, 2003.

Martins CBG, Almeida FMA, Alencastro, LC, Matos KF, Souza PSS. Sexualidade na adolescência: mitos e tabus. *Ciencia y enfermeira*, 18(3):25-37, 2012.

Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: INEP, 2009.

Nunes C, Silva E. A educação sexual da criança: subsídios teóricos e proposta práticas para uma abordagem da sexualidade para além da transversalidade. Campinas: Autores associados, 2000.

Ramiro L, Matos M G. Percepções de professores portugueses sobre educação sexual. *Revista de Saúde Pública*, 42(4):684-692, 2008.

Ribeiro M. Educação sexual na escola. In: BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Sexualidade, prazer em conhecer. Rio de Janeiro: MCE, 2004.

Rodrigues CP, Wechsler, AM. A sexualidade no ambiente escolar: a visão dos professores de educação infantil. *Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade*, Bebedouro-SP, 1(1):89-104, 2014.

Santos, IA, Rubio JAS. A Orientação Sexual nos anos iniciais do Ensino Fundamental: Possibilidades e Desafios. *Revista Eletrônica Saberes da Educação*, volume 4, n.1, 2013.

Subsecretaria Municipal de Educação de Pires do Rio (SMEPR). Disponível em: <http://www.educacao.go.gov.br/subsecretarias/?Piresdorio>. Acesso em 15 de Abril de 2015.

Suplicy M. Papai, mamãe e eu: o desenvolvimento sexual da criança de zero a dez anos. São Paulo: FTD, 1999.

Tonatto, S, Sapiro, CM. Os novos parâmetros curriculares das escolas brasileiras e educação sexual: uma proposta de intervenção em ciências. *Revista Psicologia e Sociedade*, Pelotas, 14(2):163-175, 2002.

Vitiello N. Quem Educa o Educador: Um Manual para Jovens, Pais e Educadores. São Paulo: Inglu, 1997.

Yano KM, Ribeiro, M O. O desenvolvimento da sexualidade de crianças em situação de risco. *A Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 45(6):1315-1322, 2011.

Tecnologias para produção de mudas de rosa do deserto (*Adenium obesum*).

Marivone Moreira dos Santos¹, Rommel Bernardes da Costa¹, Patrícia Pinheiro Cunha¹
& Alexander Seleguini¹

RESUMO

A rosa-do-deserto (*Adenium obesum* Balf.) é uma planta herbácea, suculenta da família *Apocynaceae*, tem como centro de origem o Sul da África e a Península Arábica. Apresenta morfológicamente um espessamento do colo e sistema radicular, adaptação esta ligada ao armazenamento de água e nutrientes, o que garante a sua sobrevivência em locais áridos. No Brasil, recentemente a rosa-do-deserto tem sido demandada por floricultores e paisagistas devido ao seu alto valor ornamental, entretanto, não existem técnicas e informações agronômicas que possam dar suporte a um sistema de produção comercial. Neste sentido, objetivou avaliar a influência de temperaturas, umidades na germinação, vigor de plântulas e substratos no desenvolvimento das mudas em vasos. Os testes foram realizados em laboratório e telado. Avaliou-se índice de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), vigor de plântulas e substratos para desenvolvimento das mudas. Verificou-se efeito não significativo da interação entre os dois fatores (Temperatura x Umidade). O teste de germinação a temperatura de 25°C foi mais eficiente, proporcionando maior índice de germinação (85%) e maior IVG (3,55). A germinação não foi influenciada pelo aumento da umidade, entretanto o IVG e o vigor das plântulas avaliadas aumentaram significativamente. Os substratos que melhor contribuíram para o desenvolvimento das mudas foram os referentes aos tratamentos 3 (50% Areia + 25 % Solo + 25 % Substrato comercial + Adubo) e 6 (50% Solo de mata virgem+ 50 % Substrato comercial+ Adubo).

Palavras-chave: *Apocynaceae*, *Substrato*, *Vigor de Plântulas*.

Technologies for production of seedlings of desert rose (*Adenium obesum*).

ABSTRACT

The desert rose (*Adenium obesum* Balf.) is a herbaceous, succulent plant family *Apocynaceae*, is the center of origin South Africa and the Arabian Peninsula. Morphological features a thickening of the neck and root system, adaptation is connected to the storage of water and nutrients, which ensures their survival in arid locations. In Brazil, the recently pink-the-desert has been demanded by growers and landscapers due to its high ornamental value, however, there is no technical and agronomic information that could support a commercial production system. In this sense, to assess the influence of temperature, humidity on germination, seedling vigor and substrates in the development of seedlings in pots. Tests were conducted in the laboratory and greenhouse. We assessed germination rate, germination speed index (GSI), seedling vigor and substrates for seedling development. There was no significant interaction between the two factors (temperature x humidity). The temperature 25°C, germination was more efficient, providing higher germination rate (85%) and higher GSI (3.55). Germination was not influenced by increased humidity, though the IVG and vigor of seedlings evaluated increased significantly. Substrates that best contributed to the development of the seedlings were related to treatment 3 (50% sand + 25% + 25% commercial soil substrate + fertilizer) and 6 (50% virgin forest soil + 50% commercial substrate + fertilizer).

Keywords: *Apocynaceae*, *Seedling*, *Vigor*, *Substrate*.

Autor para correspondência: Marivone Moreira dos Santos

Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

E-mail: marivone.santos@uol.com.br

Recebido em: 18 ago. 2015

Aceito em: 14 out. 2015

Editor responsável: Prof. Dr. Guilherme Malafaia

¹Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

Adenium obesum Roem. and Schult., popularmente conhecida como Rosa do Deserto é uma Angiosperma pertence a família *Apocynaceae* e está distribuída em regiões subtropicais, com algumas representantes em regiões temperadas, a família compreende muitas plantas ornamentais (Sennblad & Bremer, 2002).

De acordo com Talukdar (2012) *Adenium obesum* é nativa da África tropical e da Arábia, mas introduzido e naturalizados em diferentes partes do mundo, incluindo o Sudeste Ásia (Oyen, 2008 citado por Talukdar). Esse mesmo autor relata que em alguns países africanos tropicais os *Adeniums* estão ameaçados de extinção devido à destruição do seu habitat e a grande procura pela planta. Bhattacharjee (2006) citado por Talukdar (2012) relatou que na Índia, o interesse crescente por um vaso de plantas tem aumentado acentuadamente, devido à sua crescente procura de paisagem e decoração de interiores.

A planta apresenta caule engrossado na base, uma adaptação para guardar água e nutrientes em locais áridos. Floricultores relatam que o engrossamento da base do caule pode ser moldado e alcançar altos valores de mercado, porém essa característica não se manifesta quando a planta é propagada por meio vegetativo.

Apesar do alto valor econômico alcançado por essa planta não foi encontrado na literatura nacional e internacional referências científicas sobre técnicas de germinação e produção de mudas de rosa do deserto.

Visando contribuir com informações sobre essa importante planta ornamental realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar as condições ideais de germinação, temperatura e vigor de rosa do deserto em laboratório e posteriormente avaliou o efeito de substratos no desenvolvimento das mudas em vasos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás em duas etapas. Na primeira etapa as sementes foram submetidas a um ensaio fatorial, em blocos casualizados, no laboratório de sementes e mudas durante o mês de fevereiro de 2012. O ensaio foi composto por 9 tratamentos cada um com 4 repetições de 20 sementes semeadas em papel Germitest umedecidos com água, na proporção de 2,0; 3,0 e 4,0 vezes a massa do papel seco, combinados com temperaturas crescentes de 25°C, 30°C e 35°C, respectivamente. Avaliou-se as seguintes variáveis: a) germinação total; b) Índice Velocidade de Germinação (IVG); c) vigor de

plântulas (massa de matéria fresca, média de plântulas e comprimento médio de plântulas: radícula + hipocótilo).

Na segunda etapa, as plântulas com cerca de 5cm, um mês após a germinação, foram transplantadas individualmente para vasos de 250mL e transferidas para um telado. Foram testados seis substratos dispostos em um experimento em blocos casualizados, sendo seis blocos, seis tratamentos e seis repetições por tratamento. Os substratos utilizados para desenvolvimento das mudas foram: T1= 70% Areia + 30 % Solo de mata virgem + Adubo; T2= 90% Areia + 10 % Substrato comercial + Adubo; T3= 50% Areia + 25 % Solo de mata virgem + 25 % Substrato comercial + Adubo; T4=70% Areia + 30 % Substrato comercial + Adubo; T5=100% Solo de mata virgem + Adubo; T6=50% Solo de mata virgem + 50 % Substrato comercial + Adubo. O adubo utilizado foi 10-30-16, sendo distribuídos 1,24g vaso-1 para todos os tratamentos. O substrato foi o indicado para vasos e floreiras apresentando Nitrogênio Total(N) = 0,5% peso peso-1; Umidade (máx.) (U) = 50% peso peso-1; Carbono Orgânico Total (C) = 15% peso peso-1; pH = 6,0 Relação Carbono/Nitrogênio Máxima = 20; CTC = 130m.molc kg-1; Relação CTC/C Mínimo 8%. As variáveis para avaliar o desenvolvimento das mudas foram: diâmetro da base do caule e a altura das plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A metodologia utilizada para avaliar germinação foi à mesma proposta pelas Regras de Análises de Sementes do Ministério da Agricultura - RAS (Brasil, 2009) para sementes da família *Apocynaceae*, variando a umidade do papel utilizado e a temperatura. Para avaliar os substratos utilizou-se metodologias semelhantes às citadas por Meneguete et al. (2004) entretanto, os substratos utilizados neste estudo foram formulados baseando-se em informações empíricas de um solo de deserto, pois não há referências de trabalhos científicos sobre esse assunto com essa espécie estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira e segunda etapa, os resultados foram interpretados pela análise de variância e pelo teste de Tukey a 5%. Verificou-se efeito não significativo da interação entre os dois fatores (Temperatura x Umidade) (Quadro I). O teste de germinação conduzido a 25°C foi mais eficiente, proporcionando maior índice de germinação (85%) e maior IVG (3,55). Com relação à umidade do substrato, verificou-se que a germinação não foi influenciada pelo aumento nos níveis de água no

substrato, entretanto a manutenção da umidade nos dois níveis maiores, 3 vezes o peso do papel e 4 vezes o peso do papel, aumentou significativamente o IVG e o vigor das plântulas avaliadas pela média de massa de matéria fresca. A temperatura de 25°C e as umidades de três ou quatro vezes a massa do papel seco foram mais

apropriadas para germinação de sementes de rosa-do-deserto. Esse resultado sugere que maior umidade no substrato proporcione melhor absorção de água pela semente, já que esta apresenta um tegumento seco parecido com uma cortiça.

Tabela 1. Efeito da temperatura e umidade na germinação de sementes da rosa do deserto.

Temperatura	Germinação	IVG	massa	comprimento	mortalidade
25	85 a	3,55 a	0,143 a	0,215 b	2,33 a
30	71,25 b	3,58 a	0,154 a	0,258 a	6,26 a
35	70,42 b	2,77 b	0,142 a	0,201 b	3,23 a
Teste F	6,4389 **	8,7993 **	2,3674 ns	6,3855**	3,3023 ns
Umidade					
2	72,08 a	2,52 b	0,132 b	0,220 a	7,46 a
3	78,33 a	3,50 a	0,157 a	0,229 a	1,43 b
4	76,25 a	3,87 a	0,151 a	0,224 a	2,92 b
Teste F	0,9722 ns	20,1599 **	8,5317 **	0,1519 ns	7,6599 **
Int	1,2222 ns	3,7234 *	2,3397 ns	0,3457 ns	6,5559 **

Na segunda etapa verificou-se que o desenvolvimento das mudas para a variável diâmetro do colo (Quadro II) não mostrou diferença significativa entre os tratamentos 3 (50% Areia + 25

% Solo de mata virgem + 25 % Substrato comercial + Adubo) e 6 (50% Solo de mata virgem + 50 % Substrato comercial + Adubo).

Tabela 2. Médias do diâmetro do colo das mudas e altura da rosa do deserto em diferentes substratos.

Tratamentos	Médias do diâmetro	Médias da altura
T1- 70% Areia + 30 % Solo de mata virgem+ Adubo	14,6 b	6,5 bcd
T2- 90% Areia + 10 % Substrato comercial+ Adubo	16,1 ab	6,7 abc
T3- 50% Areia + 25 % Solo + 25 % Substrato comercial + Adubo	16,6 a	7,3 a
T4- 70% Areia + 30 % Substrato comercial+ Adubo	14,3 bc	6,2 cd
T5- 100% Solo de mata virgem + Adubo	12,6 c	5,9 d
T6- 50% Solo de mata virgem + 50 % Substrato comercial+ Adubo	16,8 a	7,0 ab

Os tratamentos 6 (50% Solo de mata virgem + 50 % Substrato comercial + Adubo) e 3 (50% Areia + 25 % Solo + 25 % Substrato comercial + Adubo) não diferiram entre si, mas mostraram eficientes para o desenvolvimento das mudas em altura. Enquanto o tratamento 5 (100% Solo de mata virgem + Adubo) se mostrou o menos eficiente para o desenvolvimento e qualidade das mudas para as duas variáveis analisadas. Embora não existam estudos específicos com esta espécie, esse resultado mostra que substrato com maior porosidade proporciona maior mobilidade da água facilitando sua absorção pela planta.

CONCLUSÃO

Baseado na análise dos resultados observou-se que a temperatura de 25°C combinada com umidade de três vezes o peso do papel foi a mais eficiente para as variáveis analisadas apresentando o menor índice de mortalidade das plântulas.

Os substratos que melhor contribuíram para o desenvolvimento das mudas foram os referentes aos tratamentos 3 (50% Areia + 25 % Solo + 25 % Substrato comercial + Adubo) e 6 (50% Solo de mata virgem + 50 % Substrato comercial + Adubo).

REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Análise de sementes revestidas. In: Regras para análise de sementes (p. 331-332). Brasília: MAPA.

Meneguice, B., Oliveira, R. B. D., Faria, R. T. (2004). Propagação vegetativa de *Epidendrum ibaguense* Lindl. (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim. *Ciências Agrárias, Londrina*, v. 25 (2), 101-106.

Sennblad, B., Bremer, B. (2002). Classification of Apocynaceae s.l. according to a new approach combining Linnaean and phylogenetic taxonomy. *Systematic Biology Journal*, vol.51 (3), 389-409.

Talukdar, T. (2012) - Development of nacl-tolerant line in an endangered ornamental, *Adenium multiflorum* Klotzsch through in vitro selection. *International Journal of Recent Scientific Research*, vol.3 (10). 812-821.

Análise de toxicidade aguda e determinação da dose letal mediana (DL₅₀) de efluente de curtume em camundongos Swiss

Raíssa de Oliveira Ferreira¹, Abraão Tiago Batista Guimarães¹, Bianca Costa e Silva¹, Wellington Alves Mizael da Silva¹, Bruna de Oliveira Mendes¹, Aline Sueli de Lima Rodrigues¹, Sabrina Ferreira de Almeida¹, Joyce Moreira de Souza¹, Letícia Martins Rabelo¹, Dieferson da Costa Estrela¹, Guilherme Malafaia^{1,2}

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar a toxicidade aguda e determinar a dose letal mediana (DL₅₀) de efluentes de curtume, administrados pela via oral em fêmeas de camundongos da linhagem Swiss. Para isso, estabeleceu-se os seguintes grupos experimentais: grupo controle, o qual recebeu apenas água filtrada; grupo 20% de efluente de curtume diluído em água filtrada, 40%, 60%, 80% e 100%. Adotou-se procedimentos adaptados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária para avaliação da toxicidade aguda. Observou-se que as concentrações de 100% e 80% de efluente de curtume promoveram a morte de todos os animais dos respectivos grupos. Por outro lado, a DL₅₀ correspondeu à concentração de 60% de efluente de curtume diluído em água. Para as demais doses (40% e 20%) não foi evidenciada a morte de nenhum dos animais. Acredita-se que este estudo possa subsidiar trabalhos futuros que venham investigar diferentes efeitos da exposição oral de camundongos a efluentes de curtume, possibilitando a elucidação dos mecanismos que relacionam os efeitos à esses xenobióticos.

Palavras-chave: *xenobióticos, modelo experimental, concentração letal, efluente.*

Acute toxicity and median lethal dose (DL₅₀) of the tannery effluent in Swiss mice

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the acute toxicity and to determine the median lethal dose (LD₅₀) of tannery effluent, administered orally in Swiss mice females. For this, the following experimental groups were established: control group, which received only filtered water; group 20% of tannery effluent diluted in filtered water, 40%, 60%, 80% and 100%. It adopted appropriate procedures of the *Agência Nacional de Vigilância Sanitária* (Brazil) for evaluation of acute toxicity. It was observed that concentrations of 100% and 80% of tannery effluent promoted death of all animals of the respective groups. Moreover, the LD₅₀ corresponded to 60% of tannery effluent diluted in water. For other doses (40% and 20%) there was no evidence of any death of animals. It is believed that this study may subsidize future work that will investigate different effects of oral exposure of mice to tannery waste, enabling the elucidation of the mechanisms that relate the effects to these xenobiotics.

Keywords: *xenobiotics, experimental model, lethal concentration, effluent*

Autor para correspondência: Guilherme Malafaia
Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.
E-mail: guilhermeifgoiano@gmail.com

Recebido em: 12 nov. 2015

Aceito em: 07 dez. 2015

Editor responsável: Profa. Dra. Aline Sueli de Lima Rodrigues

¹Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

INTRODUÇÃO

Vários tipos de resíduos são diariamente gerados pelas mais diferentes atividades industriais. Um dos resíduos, produzidos em larga escala, o qual muitas vezes é descartado diretamente no ambiente sem tratamento prévio e considerado problema de saúde pública em países como Brasil, China, Paquistão e Índia, refere-se aos efluentes de curtume (Tare et al., 2003; Prabakaran et al., 2007). Tais resíduos, conforme discutido por Godecke et al. (2012), são produzidos em diferentes fases do processamento da pele bovina e apresentam consideráveis cargas orgânicas e inorgânicas, tais como ácidos, fenóis, sulfatos e sulfuretos, bem como elementos altamente tóxicos, como o cromo, cádmio, níquel, chumbo, dentre outros (Bhat, 2011; Isaac, 2013).

No campo experimental envolvendo a ecotoxicologia relacionada à efluentes de curtume, já demonstrou-se teratogenicidade em espécies de ouriço-do-mar, redução do crescimento de microalgas e uma variedade de efeitos tóxicos em micro crustáceos (Oral et al., 2005). Outros estudos envolvendo peixes, plantas e bactérias e exposição a efluentes de curtume também têm demonstrado efeitos prejudiciais (Tagliari et al., 2004; Matsumoto et al., 2006; Júnior et al., 2007; Tigini et al., 2011; Taju et al., 2012). Sabe-se que estes organismos são adequados para a determinação de letalidade, caracterizando-se bons modelos ecotoxicológicos. No entanto, outros organismos mais complexos como, por exemplo, os mamíferos, podem apresentar diferentes sinais ou sintomas não observados nos modelos ecotoxicológicos, necessitando, portanto, que novas investigações sejam realizadas. No entanto, raros são os estudos que avaliaram os efeitos dos efluentes em mamíferos, destacando-se apenas os trabalhos de Kumar et al. (2008), Siqueira et al. (2011), Moysés et al. (2014) e Silva et al. (2015), os quais trabalharam com ratos e camundongos.

Todos esses estudos são importantes e contribuem enormemente com a elucidação dos efeitos que a exposição dos efluentes de curtume pode causar nestes organismos. Porém, há grande dificuldade para reproduzir os efeitos humanos da ingestão de efluentes de curtume em um modelo experimental, devido aos distintos protocolos de exposição aos quais os animais são submetidos. O estudo de Siqueira et al. (2011) avaliou os efeitos da exposição dos animais à ingestão de 0,1% e 1% de efluente de curtume, diluídos em água, por um período de 21 dias. Já Moysés et al. (2014) estudaram ratos Wistar expostos à ingestão das concentrações de 0,1%, 1% e 5% de efluentes de curtume, também diluídas em água, por um período de 30 e 45 dias. Em ambos os estudos, os critérios

de escolha para essas concentrações são obscuros, fato este que abre perspectivas para a realização de novas investigações, não apenas para avaliação de efeitos desses efluentes em doses superiores, mas também para investigação de períodos e formas diversificadas de exposição aos efluentes diversificados.

Nesse sentido, considerando a enorme escassez de trabalhos envolvendo modelos experimentais mamíferos e exposição a efluentes de curtume, este estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade aguda e determinar a dose letal mediana (DL_{50}) desses resíduos, administradas pela via oral, a fim de servir de subsídios para o desenvolvimento de investigações sobre os efeitos tóxicos desses resíduos, incluindo estudos sobre opções terapêuticas a serem utilizadas em casos de intoxicação por esses toxicantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas 24 fêmeas de camundongos da linhagem Swiss (35 a 45 dias), oriundos de matrizes do Biotério do Laboratório de Pesquisas Biológicas do Instituto Federal Goiano (IF Goiano) – Câmpus Urutaí (GO, Brasil). Todos os animais foram mantidos sob condições sanitárias de biotério convencional, com controle de temperatura (22 a 24°C) e luminosidade (12 h de ciclo claro). Os animais foram mantidos em caixas coletivas de polipropileno padrão para camundongos (30 x 20 x 13 cm) com tampas gradeadas de arame galvanizado com tratamento antioxidante, com no máximo 4 animais em cada caixa. As caixas eram limpas três vezes por semana, com troca da serragem e alimentação.

Após distribuição equitativa da massa corpórea dos animais, estes foram distribuídos em seis grupos experimentais (n=4, cada): grupo controle, o qual recebeu apenas água filtrada; grupo 20% de efluente de curtume diluído em água filtrada, 40%, 60%, 80% e 100%. A avaliação da toxicidade aguda foi realizada com base nos procedimentos adaptados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013) e da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD).

Cada animal recebeu seis aplicações de volume de 2 mL, cada, de água filtrada ou água filtrada contendo efluente de curtume nas concentrações acima expostas, durante um período de 24 h (dia 1: 7h, 11h e 15h e dia 2: 7h, 11h e 15h), conforme preconiza os procedimentos de toxicidade aguda preconizados pela ANVISA (2013). As aplicações ocorreram por meio de cânula orogástrica (gavagem) (Figura 1) diurnamente (três vezes ao dia – 2 mL em cada

aplicação) e em estado de restrição de comida e água no período noturno. A opção por aplicar o volume de 6 mL foi baseada em Chorilli et al. (2007), os quais descrevem que o consumo médio diário de água por camundongo é de 6 mL. Logo, os animais avaliados receberam no período de 24 h apenas o volume de líquidos que normalmente é ingerido pela espécie, diariamente. Por outro lado, a administração dos líquidos ocorreu em diferentes momentos do dia para que não houvesse extrapolação do volume pelo aparelho gástrico do animal, já que 6 mL é um volume muito elevado para a capacidade volumétrica do estômago do animal.

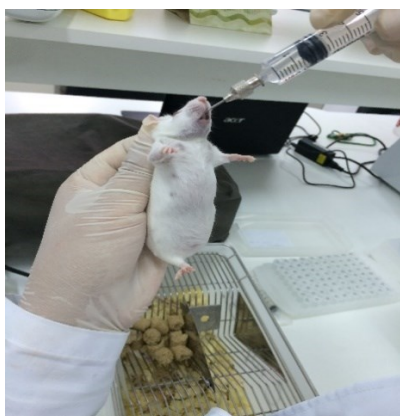


Figura 1. Imagem representativa do procedimento de gavagem realizado diariamente em cada animal dos diferentes grupos experimentais.

Tabela 1. Caracterização físico-química e química do efluente de curtume bruto utilizado no presente estudo[#].

Parâmetros	Água potável	Efluente bruto
pH a 25°C (UpH)	7,20	4,05
Sólidos totais (mg/L)	80,00	37.380,00
Sódio total (mg/L)	5,25	9.690,00
Zinco total (mg/L)	0,03	0,30
Cálcio (mg/L)	4,00	601,20
Chumbo (mg/L)	<0,01	0,32
Arsênio (mg/L)	<0,01	<0,01
Magnésio (mg/L)	2,43	364,80
Cromo (mg/L)	<0,05	859,00
Cádmio (mg/L)	<0,001	0,095
Níquel (mg/L)	<0,01	0,55

[#]As análises da água e do efluente de curtume bruto foram realizadas de acordo com a metodologia preconizada pela *American Public Health Association* (APHA, 2005). Todas as análises foram realizadas em um laboratório comercial localizado em Goiânia, GO, Brasil.

Para a determinação da dose letal mediana (DL₅₀), os animais foram monitorados diariamente e, havendo morte, esta foi expressa como o

percentual do número total de animais que receberam os tratamentos. Simultaneamente às aplicações das crescentes concentrações de efluentes de curtume, procedeu-se a observação dos animais, de acordo com o teste hipocrático descrito.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na Figura 2, as concentrações de 100% e 80% de efluente de curtume promoveram a morte de todos os animais dos respectivos grupos. As fêmeas que receberam a concentração de 100%, após a terceira aplicação (em período inferior a 4 h), apresentaram comportamentos pré-óbito semelhantes, com destaque para: falta de coordenação motora, com evidente ausência de resposta ao toque ou aperto da cauda; ausência de reflexo de endireitamento; ausência de tônus muscular nas patas, no corpo e ataxia, bem como prejuízos na atividade do sistema nervoso central, evidenciados por meio de hipnose, forte espasmo muscular seguido de morte. Comportamentos semelhantes foram observados em todas as fêmeas que receberam a concentração de 80% de efluente diluído em água; porém em período superior a 4 h após a terceira aplicação.

Por outro lado, a DL₅₀ correspondeu à concentração de 60% de efluente de curtume diluído em água (Figura 2), tendo sido evidenciado a morte de metade dos animais (n=2) após 15 h da última aplicação da referida concentração. Para as demais doses (40% e 20%) não foi evidenciada a morte de nenhum dos animais.

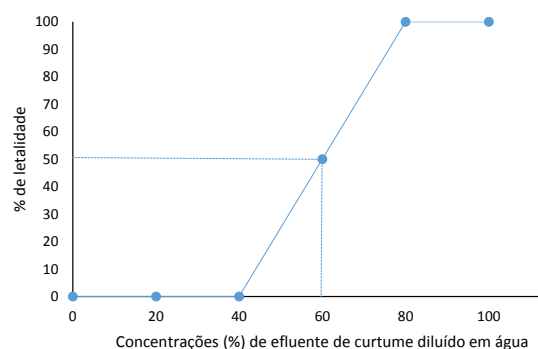


Figura 2. Dose letal mediana de efluente de curtume diluído em água e administrado em fêmeas de camundongos Swiss.

Esses dados demonstram o alto potencial tóxico agudo a partir de aplicações orais de elevadas concentrações de efluentes de curtume, diluídas em água filtrada no modelo experimental utilizado (camundongos Swiss), resultados estes nunca antes demonstrados. Na literatura, apenas dois trabalhos determinaram doses letais de efluente de curtume em camundongos (Silva et al., 2015; Lemos et al.,

2015). No estudo de Silva et al. (2015), camundongos C57Bl/6J fêmeas receberam, intraperitonealmente, por 5 dias consecutivos, injeções de concentrações de 100%, 75%, 50% e 25% de efluentes de curtume, diluídas em água e camundongos C57Bl/6J machos receberam pela mesma via de administração 44%, 38%, 32% e 26% de efluentes de curtume. Verificou-se que a concentração de 25% de efluentes de curtume administradas intraperitonealmente mostra-se inócuas a fêmeas de camundongos C57Bl/6J e que doses de até 44% de efluentes de curtume, não evidenciam sinais de toxicidade aguda em camundongos machos da mesma linhagem.

No trabalho de Lemos et al. (2015) fêmeas de camundongos BALB/c foram distribuídas em grupos que receberam, pela via intraperitoneal, duas doses fracionadas de efluentes de curtume (*wet blue*), diluídos em água (11,25%, 22,5% e 45%). O grupo controle recebeu apenas água filtrada. Os dados do referido estudo não apontam para qualquer alteração física na massa corpórea dos animais, tampouco nas massas relativas do fígado, baço, timo e rins. Além disso, nenhuma mudança comportamental pelo *screening* hipocrático foi observada nos animais, com exceção de um animal do grupo 45% que foi a óbito no 3º dia de avaliação, o que corresponde para essa dose uma concentração de efluente de curtume que mata 16,66% dos animais, não sendo possível calcular da DL₁₀₀ ou DL₅₀.

Assim, nota-se que a DL₅₀ não foi possível de ser determinada em nenhum dos estudos supramencionados. Além disso, ao comparar os estudos existentes sobre dose letal de efluente de curtume e o presente trabalho, é possível notar grandes diferenças nos procedimentos metodológicos utilizados e entre as linhagens de camundongo investigadas. Enquanto em Silva et al. (2015) e Lemos et al. (2015) foram investigados camundongos isogênicos (C57Bl/6J e BALB/c, respectivamente), no presente trabalho, utilizou-se uma linhagem heterogênea (camundongos Swiss). Além disso, Silva et al. (2015) e Lemos et al. (2015) administraram conteúdo de efluente de curtume pela via intraperitoneal e não oral. Assim, essas diferenças podem explicar as discrepância entre os resultados obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo representa um avanço no conhecimento, considerando ser o primeiro estudo a determinar DL₅₀ relativa à ingestão de efluente de curtume, diluído em água. Demonstramos que concentrações de 40% e 20% de efluentes de curtume, diluídas em água administradas pela via oral mostram-se inócuas a fêmeas de camundongos

Swiss e que a dose de 60% representa a DL₅₀. Acredita-se que este estudo possa subsidiar trabalhos futuros que venham investigar diferentes efeitos da exposição oral de camundongos a efluentes de curtume, possibilitando a elucidação dos mecanismos que relacionam os efeitos à esses xenobióticos.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2013). Guia para a condução de estudos não clínicos de toxicologia e segurança farmacológica necessários ao desenvolvimento de medicamentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e0f1d9004e6248049d5fddd762e8a5ec/Guia+de+Estudos+N%C3%A3o+Cl%C3%ADnicos+-+vers%C3%A3o+2.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 28/04/2015.
- Bhat, B. A. (2011). Cleaner processing or technology vis-à-vis convectional Technologies. *Journal of Indian Leather Technologist's Association*, 111, 729-747.
- Chorilli, M., Michelin, D. C., Salgado, H. R. N. (2007). Animais de laboratório: o camundongo. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 28(1), 11-23.
- Gödecke, M. V., Rodrigues, M. A. S., Naime, R. H. (2012). Resíduos de curtume: estudo das tendências de pesquisa. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 7, 1357-1378.
- Isaac, P. C. G. (2013). *Waste Treatment: Proceedings of the Second Symposium on the Treatment of Waste Waters*. Elsevier: 490, 2013.
- Júnior, H., Silva, J., Arenzon, A., Portela, C., Ferreira, I. (2007). Evaluation of genotoxicity and toxicity of water and sediment samples from a Brazilian stream influenced by tannery industries. *Chemosphere*, 67(6), 1211.
- Kumar, V., Majumdar, C., Roy, P. (2008). Effects of endocrine disrupting chemicals from leather industry effluents on male reproductive system. *Journal of Steroid Biochemistry*, 111(3), 208-216.
- Lemos, D. C. S., Silva, B. C., Souza, J. M., Silva, W. A. M., Estrela, D. C., Oliveira, R. F., et al. (2015). Toxicidade aguda em camundongos BALB/c expostos a efluentes de curtume. *Multi-Science Journal*, 1(3), 53-63.
- Malone, M. H. & Robichaud, R. C. (1962). A Hippocratic screening for pure or drug materials. *Lloydia*, 25, 23-53.
- Matsumoto, S. T., Mantovani, M. S., Malagutti, M. I. A., Dias, A. L., Fonseca, I. C. (2006). Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. *Genetics and Molecular Biology*, 29(1), 148-158.
- Moysés, F. S., Bertoldi, K., Spindler, C., Sanches, E. F., Elsner, V. R., Rodrigues, M. A. S., et al. (2014). Exposition to tannery wastewater did not alter behavioral and biochemical parameters in Wistar rats. *Physiology & Behavior*, 129, 160-166.

Oral, R., Meriç, S., De Nicola, E., Petruzzelli, D., Della, R. C., Pagano, G. (2005). Multi-species toxicity evaluation of a chromium-based leather tannery wastewater. *Desalination*, 211(1), 48-57.

Prabakaran, M., Binuramesh, C., Steinhagen, D., Michael, R. D. (2007). Immune response in the tilapia, *Oreochromis mossambicus* on exposure to tannery effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68, 372-378.

Silva, B. C., Lemos, D. C. S., Sá, B. F., Ferreira, R. O., Souza, J. M., Menezes I. P. P., et al. (2015). Determination of lethal doses tannery wastewater in C57Bl/6J mice. *Multi-Science Journal*, 1(2), 45-49.

Siqueira, I. R., Vanzella, C., Bianchetti, P., Rodrigues, M. A. S., Stülpe, S. (2011). Anxiety-like behaviour in mice exposed to tannery wastewater: the effect of photoelectrooxidation treatment. *Neurotoxicology and Teratology*, 33, 481-484.

Tagliari, K. C., Cecchini, R., Rocha, J. A. V., Vargas, V. M. F. (2014). Mutagenicity of sediment and biomarkers of oxidative stress in fish from aquatic environments under the influence of tanneries. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 561(1), 101-117.

Taju, G., Majeed, S., Nambi, K., Sarath, B. V., Vimal, S. (2012). Comparison of in vitro and in vivo acute toxicity assays in *Etroplus suratensis* (Bloch, 1790) and its three cell lines in relation to tannery effluent. *Chemosphere*, 87(1), 55-61.

Tare, V., Gupta, S., Bose, P. (2003). Case studies on biological treatment of tannery effluents in India. *Journal of the Air & Waste Management Association. Assoc*, 53, 976-982.

Tigini, V., Giansanti, P., Mangiavillano, A., Pannocchia, A., Varese, G. (2011). Evaluation of toxicity, genotoxicity and environmental risk of simulated textile and tannery wastewaters with a battery of biotests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(4), 866-873.