

ISSN 2316-8382

RTC

REVISTA

TÉCNICO

CIENTÍFICA

DO IFSC



REITORA

Maria Clara Kaschny Schneider

DIRETORA EXECUTIVA

Silvana Rosa Lisboa de Sá

PRÓ-REITORA DE ADMINISTRAÇÃO

Aline Heinz Belo

PRÓ-REITOR DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Andrei Zwetsch Cavalheiro

PRÓ-REITOR DE ENSINO

Luiz Otávio Cabral

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E RELAÇÕES EXTERNAS

André Dala Possa

PRÓ-REITOR DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

Clodoaldo Machado

EQUIPE EDITORIAL

Editores Gerais

Editores Gerais

Clodoaldo Machado, IFSC – Reitoria

Jaciara Zarpellon Mazo, IFSC - Reitoria

Luiz Henrique Castelan Carlson, IFSC - Reitoria

Luciane Farias Carneiro, IFSC – Reitoria

Karoline Gongalves Nazário, IFSC – Reitoria

Viviane Grimm, IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul

Editores / Revisores de Texto e Ortográfico

Viviane Grimm, IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul

Projeto Gráfico / Diagramação

Glauco Borges / Bruno Bertagnolli

Catálogo na fonte pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC Reitoria

Revista técnico-científica do IFSC [recurso eletrônico] / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. - n. 9 (Fev. 2020). - Florianópolis: Publicação do IFSC, 2020. 72 p. : il.

Semestral
Inclui bibliografias
ISSN 2316-8382

1. Educação. 2. Ciência e Tecnologia. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. II. Título.

CDD 370

Elaborada por: Renata Ivone Garcia – CRB 14/1417

A Revista Técnico-Científica do IFSC (RTC – IFSC) tem como foco difundir e valorizar os resultados da produção científica e tecnológica brasileira, em todas as áreas de conhecimento, por meio da publicação periódica de artigos que se destaquem por seu impacto intelectual, social ou econômico. Desta forma, se caracteriza como uma revista multidisciplinar, tendo como principal meta ser um instrumento de comunicação entre a academia e a sociedade.

Na edição n. 9 apresentamos 7 artigos resultantes de pesquisas desenvolvidas majoritariamente por professores e estudantes do IFSC, com temáticas relacionadas a áreas de Agronomia, de Química, de Ensino de Física e de Cinema, assim reafirmando o caráter multidisciplinar da revista. Em um período de supervalorização de “Qualis”, publicar artigos exclusivamente da instituição pode parecer um tanto contraditório. Todavia, a RTC-IFSC também busca ser um meio de divulgação científica dos trabalhos realizados no âmbito dos diversos cursos do IFSC, nos seus mais diversos níveis e áreas de atuação.

O primeiro artigo desta edição, “Adubação orgânica estimula o crescimento de erva-mate e de araucária a campo”, apresenta um estudo experimental sobre a influência da adubação orgânica na altura de araucária e em duas procedências de erva-mate na fase inicial de crescimento. O estudo conclui que a adubação orgânica destas espécies características do Planalto Norte Catarinense pode ser indicada como fonte de nutrientes para o seu manejo nutricional.

Na sequência temos dois artigos da área de Química. O primeiro, intitulado “Síntese do acetato de celulose a partir da bainha foliar da Palmeira-Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*)”, buscou utilizar o resíduo gerado na produção de palmito para a síntese do acetato de celulose, um produto de alto valor agregado. O segundo artigo, “Acompanhamento do pH da banana-maçã durante o processo de maturação do fruto”, investigou a variação do pH da banana-maçã (*musa acuminata*) durante o processo de maturação do fruto, buscando identificar uma possível função antiácida quando ingerido ainda em sua fase inicial de maturação.

O quarto, quinto e sexto artigo desta edição tratam de temas relacionados ao Ensino de Física. De modo mais específico, o artigo “Possibilidade de incorporação de questões ambientais nas aulas de física do ensino básico” discute a incorporação de questões ambientais no ensino de física, por meio do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática sobre o tema produção de energia elétrica. Prosseguindo, o artigo “A transformação dos espaços do câmpus em ambientes não formais de educação e seu impacto no processo de ensino-aprendizagem: o sistema solar em escala no câmpus Criciúma” propõem uma abordagem para o ensino de astronomia fora da sala de aula convencional, a partir da transformação dos espaços do IFSC Criciúma em ambientes não formais de educação, por meio da construção de uma representação do sistema solar, respeitando ao mesmo tempo a escala de distância e diâmetro dos principais astros visíveis a olho nu, utilizando o câmpus como referência. O artigo “Ensino de Física em espaços de educação não formal: o Museu WEG de Ciência e Tecnologia” também busca refletir sobre os espaços de educação científica não formal, por meio de um estudo que busca identificar as potencialidades do Museu WEG de Ciência e Tecnologia para o ensino de física.

Por fim, o sétimo artigo, intitulado “O gatilho mais rápido do Sul: estereótipos no filme Django Livre – 2012”, analisa o comportamento do personagem principal no filme “Django Livre” (2012) considerando sua proximidade ou afastamento dos estereótipos hollywoodianos. Os autores concluem que ao analisar o filme percebe-se alguns dos estereótipos negros, porém estes se desconstróem durante a obra.

Aproveito esta edição da revista para me despedir e agradecer pela oportunidade de ter atuado como editora da RTC – IFSC, no período entre 2017 e 2019. Desejo um excelente trabalho aos colegas que assumiram esta árdua e prazerosa tarefa de buscar contribuir com a divulgação científica e dar visibilidade a pesquisas desenvolvidas nos diversos câmpus do IFSC, aproximando-nos da sociedade e quiçá ampliando a percepção da importância da ciência para o desenvolvimento de nosso país.

Boa leitura!

Viviane Grimm
Editora RTC-IFSC

SUMÁRIO

ADUBAÇÃO ORGÂNICA ESTIMULA O CRESCIMENTO DE ERVA-MATE E DE ARAUCÁRIA A CAMPO	04
SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)	11
ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO	24
POSSIBILIDADE DE INCORPORAÇÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO BÁSICO	32
A TRANSFORMAÇÃO DOS ESPAÇOS DO CÂMPUS EM AMBIENTES NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO E SEU IMPACTO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM: O SISTEMA SOLAR EM ESCALA NO CÂMPUS CRICIÚMA	40
ENSINO DE FÍSICA EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: O MUSEU WEG DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA	49
O GATILHO MAIS RÁPIDO DO SUL: ESTEREÓTIPOS NO FILME DJANGO LIVRE - 2012	59

**BOA
LEITURA!**

ADUBAÇÃO ORGÂNICA ESTIMULA O CRESCIMENTO DE ERVA-MATE E DE ARAUCÁRIA A CAMPO

ELIZIANE LUIZA BENEDETTI¹

DELMAR SANTIN²

ANA PAULA STASKOVIAK³

CRISTIANO FUCK NOVAK⁴

THUANY APARECIDA LEVANDOSKI JANSEN⁵

BÁRBARA CRISTINE MORAIS⁶

RESUMO

A erva-mate e a araucária são espécies características do Planalto Norte Catarinense. Sua exploração, ainda atrelada ao extrativismo, é importante fonte de renda para agricultores familiares da região. No entanto, a produtividade está diminuindo, provavelmente pelo empobrecimento dos solos. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a influência da adubação orgânica na altura de araucária e em duas procedências de erva-mate na fase inicial de crescimento. O trabalho foi conduzido na área experimental do IFSC Câmpus Canoinhas. Os tratamentos foram dispostos com quatro repetições, em blocos casualizados. Testaram-se três doses de cama de frango. Após 10 meses do plantio mediu-se a altura total das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Tukey a 5 % de probabilidade. A altura da erva-mate e da araucária foi influenciada significativamente pela adubação. Conclui-se que a adubação orgânica estimula o crescimento em altura da erva-mate e araucária a campo.

Palavras-chave: Nutrição, Espécies Nativas, *Ilex paraguariensis*, *Araucaria angustifolia*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a *Araucaria angustifolia*, ocorre naturalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em menor proporção nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Está inserida no domínio da Mata Atlântica e constitui a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (HUECK, 1972). Outras espécies, como a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), coexistem na FOM, abaixo da copa das araucárias (CORRÊA e KOCH, 2010).

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. é uma espécie nativa, pioneira e heliófila, tendo seus produtos diversas utilizações (LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003). Por isso, segundo Reitz e Klein (1966), foi intensamente explorada, estando hoje incluída na lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008). Seu uso tradicional foi muito focado em madeira, principalmente entre as

1 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professora do Curso de Agronomia, Campus Canoinhas. eliziane.benedetti@ifsc.edu.br. Autor para correspondência.

2 Engenheiro Florestal, Dr. Solos e Nutrição de Plantas. Autônomo. desantinflorestal@yahoo.com.br.

3 Técnica em Agroecologia. IFSC, Campus Canoinhas. anapaulastasko@ yahoo.com.br

4 Técnico em Agroecologia. IFSC, Campus Canoinhas. cristonovak@gmail.com

5 Técnica em Agroecologia. Graduada em Agronomia. IFSC, Campus Canoinhas. thuanylevandosci2@gmail.com

6 Tecnóloga em Alimentos. IFSC, Campus Canoinhas. barbaraledzeppelin@gmail.com

décadas de 1930 e 1970 (DANNER et al., 2012). Porém, cada vez mais a produção de pinhões tem chamado a atenção como atividade econômica importante, principalmente para pequenos e médios produtores rurais. No entanto, não se tem realizado plantios com araucária que visem à produção de pinhões, provavelmente, pelo longo período para o início da frutificação (de 12 a 15 anos). Além disso, a demanda cada vez maior por pinhões para o consumo humano tem gerado a exploração insustentável da espécie, com graves ameaças à própria sobrevivência e a da fauna associada, bem como a diminuição da regeneração. Em 2014, Santa Catarina foi responsável por 35,8 % da produção brasileira de pinhão, com 3.147 toneladas (IBGE, 2014), no entanto, a produtividade de pinhão observada na região do Planalto Norte Catarinense é considerada baixa (ZECHINI et al., 2012). Além disso, notou-se queda de 7,7 % na produção brasileira entre 2015 e 2016 (IBGE, 2016).

A araucária possui elevada exigência em fertilidade do solo na fase juvenil (CARVALHO, 2003), sendo necessários sítios de boa qualidade (HOPPE e CALDEIRA, 2003). Essas características podem ser comprovadas pela superioridade em altura e diâmetro nos tratamentos com adubação em relação à testemunha (VILLELA et al. 2014), assim como a influência positiva da adubação sobre o crescimento e qualidade das mudas (ROSSA et al., 2011). Desta forma, observa-se que a espécie apresenta potencial de resposta à adubação, conforme já salientado por Hoppe e Caldeira (2003), os quais salientam que há falta de conhecimentos de técnicas silviculturais e nutricionais que poderiam melhorar sua produção, principalmente com utilização de adubação orgânica, onde não há estudos com essa espécie.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie arbórea, típica das regiões subtropicais da América do Sul e apresenta grande importância sócio-econômica, especialmente para os Estados da região Sul do Brasil. É utilizada principalmente na produção de bebidas, com grande potencial para outras aplicações na indústria (MACCARI e MAZUCHOWSKI, 2000). Mesmo sendo econômica e culturalmente importante na Região Sul do Brasil, a erva-mate apresentou queda acentuada da produtividade nas últimas duas décadas (IBGE, 2016). Essa situação é reflexo dos baixos investimentos em pesquisa e o sistema de produção ainda atrelado ao extrativismo, onde a consequência é a exaustão nutricional do solo e da planta pelos longos anos de colheita sem reposição dos nutrientes exportados (SANTIN et al., 2015a). Esses fatores influenciaram na redução da produtividade brasileira de erva-mate que em 1990 era de 17,3 t/ha e em 2014 foi de 8,5 t/ha (IBGE, 2016). Em Santa Catarina essa redução foi ainda mais intensa nesse período, com queda de 57 %, demonstrando que a cultura está em pleno declínio no Estado e que pode colocar em risco a economia de milhares de trabalhadores que dependem dela.

Vários são os fatores que provocam a diminuição da produtividade, destacando-se a falta de reposição de nutrientes, ou quando realizada, na maioria das vezes, é feita sem critérios técnicos (SANTIN et al., 2015a). Plantios realizados sem critérios de seleção de matrizes na coleta de sementes para produção de mudas também é um importante fator que afeta negativamente o estabelecimento de plantios e conseqüentemente a produtividade (WENDLING e BRONDANI, 2015). Esse fato resulta nos atuais plantios com crescimento desuniforme, baixa produtividade, alta heterogeneidade da matéria-prima que chega a indústria que, conseqüentemente, gera ao final um produto industrializado de baixa qualidade e com baixo valor agregado. Esses problemas podem ser evitados, em parte, pelo uso de mudas propagadas vegetativamente com material geneticamente superior de procedência conhecida (SANTIN et al., 2015b) e com a manutenção da nutrição adequada do erval (SANTIN et al., 2015a).

Como a nutrição é a base para a produção de culturas e é responsável pela maior parcela dos gastos de produção, torna-se importante a utilização de fontes de adubos acessíveis ao produtor (CAMARGO et al., 2012). Nesse contexto, a adubação orgânica se destaca como importante fonte de nutrientes (KIEHL, 1985), além de reciclar nutrientes no sistema produtivo, evitando a contaminação ambiental (SELBACH e SÁ, 2004).

Desta forma, as culturas da erva-mate e da araucária apresentam grande potencial em receber esse tipo de composto, uma vez que a busca por produtos naturais com benefício à saúde e cultivados de forma orgânica tem ganhado cada vez mais espaço no mercado (IKEDA et al., 2010). No entanto,

até o momento, poucos estudos foram realizados com adubação orgânica, o que leva a aplicação de doses sem critérios por parte dos produtores, o que, conseqüentemente, pode comprometer o cultivo por excesso e/ou desequilíbrios de nutrientes no solo.

Diante de um cenário positivo acerca de produtos oriundos de sistema de produção orgânico, produtos derivados de erva-mate e da araucária possuem boa aceitação por parte do consumidor. Desta forma, esse estudo teve como objetivo avaliar a influência da adubação orgânica na altura de araucária e em duas procedências de erva-mate na fase inicial de crescimento a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do IFSC, Câmpus Canoinhas, SC. Foram utilizadas mudas clonais de erva-mate, produzidas por miniestaquia pela Embrapa Florestas, conforme Wendling e Brondani (2015). As mudas de araucária foram produzidas por sementes coletadas na região.

Em setembro de 2016 as mudas foram plantadas a campo. Os tratamentos foram dispostos com quatro repetições, no delineamento em blocos casualizados. Cada unidade experimental foi composta por cinco plantas. Os tratamentos foram arranjados no fatorial 3 x 2, sendo três doses de adubação orgânica e dois clones (BRS 408 e BRS 409) de erva-mate. Na araucária testou-se a influência somente da adubação.

A partir da análise do solo e da concentração de nutrientes no adubo orgânico (cama de frango), definiram-se as doses sendo: D1- testemunha, D2- dose recomendada (940 g/planta) e D3- dose 75 % acima da recomendada (1.645 g/planta) para suprir o fósforo para erva-mate na fase de plantio (SANTIN et al., 2015a). Para elevar a disponibilidade de Ca e Mg no solo aplicou-se o equivalente a 6,0 t/ha de calcário dolomítico.

A área utilizada estava em pousio a mais de 10 anos, com predomínio de gramíneas. Para o plantio, foram abertas covas de aproximadamente 0,30 x 0,30 x 0,30 m onde foi inserida cuidadosamente a muda. No momento do plantio não foi realizado nenhum preparo do solo, apenas o solo da cova foi revolvido. Logo após o plantio aplicou-se o equivalente a 6,0 t/ha de calcário dolomítico em área total, o qual foi incorporado a aproximadamente 0,30 m de profundidade por meio de uma subsolagem e duas gradagens na entre linha. Posteriormente, várias capinas manuais foram realizadas, conforme necessidade. Para proteção do solo, em maio de 2017 foi realizado a semeadura de aveia (*Avena sativa*), roçada em setembro; e em outubro realizou-se a semeadura de milheto (*Pennisetum glaucum*).

A adubação foi parcelada em duas aplicações. A metade da dose foi aplicada no momento do plantio cuidadosamente homogeneizada com o solo da cova. A dose restante foi aplicada em janeiro de 2017, em superfície, na área da projeção da copa.

Após 10 meses do plantio mediu-se a altura total das plantas.

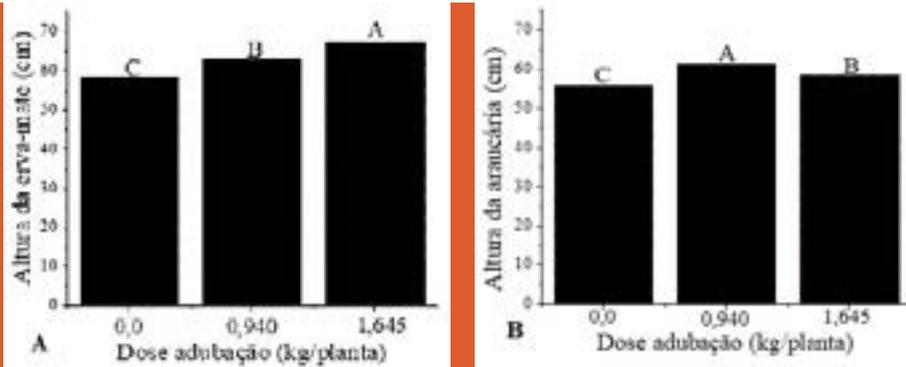
Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa entre os clones de erva-mate e a adubação. Porém, as alturas tanto da erva-mate quanto da araucária, foram influenciadas significativamente pela adubação orgânica (Fig. 1).

ADUBAÇÃO ORGÂNICA ESTIMULA O CRESCIMENTO DE ERVA-MATE E DE ARAUCÁRIA A CAMPO

Figura 1: Altura total das plantas de erva-mate (A) e altura total das plantas de araucária (B) influenciadas pelas doses de adubação orgânica. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5 %.



Na erva-mate a maior dose testada proporcionou altura média de 67,5 cm, significativamente superior aos demais tratamentos. A menor altura foi observada na testemunha (58,2 cm). Já a dose recomendada proporcionou crescimento médio de 62,9 cm, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Fig. 1A).

A maior altura da erva-mate, observada na maior dose, demonstra o potencial de resposta à adubação que a espécie apresenta. Fato já demonstrado por Benedetti; Santin; Wendling (2016), Benedetti e Dallabrida (2016) e Benedetti et al., (2016), que observaram aumento da produtividade de erva-mate nativa com adubação orgânica. Em fase de mudas, respostas positivas tanto de altura quanto de produção de massa verde total também foram observadas com o uso de adubação orgânica (BENEDETTI; SANTIN; WENDLING, 2016; BENEDETTI et al., 2017).

Esses resultados provavelmente estão relacionados a maior disponibilidade de K e P proveniente da cama de frango (BENEDETTI et al., 2017), uma vez que a espécie responde positivamente a esses dois nutrientes (BENEDETTI et al.; 2016; SANTIN et al., 2013; 2014; 2016 e 2017) que são essenciais para o crescimento vegetal (EPSTEIN e BLOOM, 2004) e merecem atenção no manejo nutricional.

Para a araucária, a dose de 940 g/planta de cama de frango estimulou o maior crescimento em altura (61,4 cm), sendo significativamente superior aos demais tratamentos. A menor altura (55,8 cm) foi observada na testemunha, diferindo significativamente das demais doses, sendo que na maior dose testada obteve-se altura de 58,4 cm (Fig. 1B).

Raros são os estudos testando adubação orgânica com araucária. No entanto, respostas positivas de crescimento com adubação convencional já foram observadas (ROSSA et al., 2011; VILLELA et al. 2014), inclusive apontando que a espécie é exigente em fertilidade do solo (SILVA et al., 2001) e que responde ao fornecimento de N, P e K (CONSTANTINO, 2017). A melhoria do crescimento em altura, observada nesse estudo, quando as plantas receberam 940 g/planta de adubação orgânica, comprova a exigência da espécie em nutrição.

Desta forma, observa-se que a utilização da cama de frango se apresenta como um insumo com potencial para ser usado na adubação da erva-mate e da araucária. Isso pode servir como estímulo à adubação dessas espécies, uma vez que normalmente, os produtores possuem essas fontes orgânicas (esterco) na própria propriedade, o que diminui o custo dessa operação.

CONCLUSÕES

A adubação orgânica estimula o crescimento em altura da erva-mate e da araucária e pode ser indicada como fonte de nutrientes para o manejo nutricional dessas espécies.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de apoio a projetos de Pesquisa Científica, de Desenvolvimento Tecnológico e de Inovação do IFSC – PROPPI (Edital 02/2016) pelo apoio financeiro concedido para realização desse estudo.

REFERÊNCIAS

BENEDETTI, E. L.; SANTIN, D.; WENDLING, I. **Adubação Orgânica Estimula Crescimento de Clones de Erva-Mate.** XI Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo. Frederico Westphalen, 31 de agosto a 02 de setembro de 2016.

BENEDETTI, E. L.; SANTIN, D.; WENDLING, I.; NOVAK, C. F.; STASKOVIK, A. P. **Adubação orgânica e clone pode alavancar a produtividade da erva-mate.** In: **Anais...** VII Congresso Sul-Americano da Erva-Mate. III Simpósio Internacional de Erva-Mate e Saúde. I Feira de Tecnologia na Indústria Ervateira. Erechim, 16 a 18 de maio de 2017.

BENEDETTI, E. L.; DALLABRIDA, V.R. **Aspectos da multifuncionalidade no planalto norte catarinense: adubação orgânica no incremento da produção de erva-mate.** Desenvolvimento Regional em Debate. v. 6, n. 2, ed. esp., p. 147-169, 2016.

BENEDETTI, E. L.; SANTIN, D.; DALLABRIDA, V.R.; GIACOMELLI, M. B. O. **Adubação orgânica aumenta a produtividade de erva-mate nativa e a disponibilidade de fósforo e potássio no solo.** In: SEMINÁRIO ERVA-MATE XX: Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate. Curitiba, 2016. EMBRAPA/CNPQ, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº. 06, de 23 de Setembro de 2008. **Lista Oficial da flora brasileira ameaçada de extinção.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 185, p. 75-83, 24 set. 2008. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf. Acesso em 31 de março de 2016.

CAMARGO, C. K., RESENDE, J. T. V. de; CAMARGO, L. C. K.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. **Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio.** Semina: Ciências Agrárias, v. 33, suplemento 1, p. 2985-2994, 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1. 1039 p.

CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da Araucaria angustifolia (BERT.) O. Ktze.** submetida à enxertia. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

CORRÊA, M. C.; KOCH, Z. **Araucária - a floresta do Brasil Meridional.** Editora Olha Brasileiro Edições. 148 p. 2010.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. F. **O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas:** princípios e perspectivas. Londrina: Planta. 2004. 2ª Edição.

HOPPE, J. M.; CALDEIRA, M. V. W. **Micronutrientes na copa e suas correlações com O crescimento da Araucaria angustifolia (Bertol.)** O. Ktze plantada em Passo Fundo, RS. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, v.1, n.2, p. 21-32, 2003.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul.** São Paulo: Polígono, 1972. 466p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura. Brasil.** Volume 29, 2014. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2014_v29.pdf. Acesso em 01 de abril de 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura. Brasil.** Volume 31, 2016. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2016_v31.pdf. Acesso em 06 de abril de 2018.

IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. **Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais.** Revista P & D Engenharia de Produção, v. 8, p. 40-56, 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais.** Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1993. 189p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 384 p. 2000.

MACCARI, JR. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate.** Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate Paraná MCT/CNPq/PROJETO PADCT Erva-Mate. Curitiba, 2000. 176p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. Araucariaceae. **Itajaí:** Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62 p. (Flora Ilustrada Catarinense).

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C. REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. **Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de Araucaria angustifolia e Ocotea odorifera.** Floresta, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F. de.; FONTES, L. L.; ALMEIDA, I. C. de.; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I. **Manejo de colheita e adubação fosfatada na cultura da erva-mate (Ilex paraguariensis) em fase de produção.** Ciência Florestal, v. 27, n. 3. p. 783-797, 2017.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F. de.; ALMEIDA, I. C. de.; WENDLING, I. **Intervalos de colheita e adubação potássica influenciam a produtividade da erva-mate.** Floresta, v. 46, n. 4, p. 509 - 518, 2016.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F.; ALMEIDA, I. C.; PEREIRA, G. L.; FONTES, L.; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I.; REISSMANN, C.B. **Effect of potassium fertilization on yield and nutrition of yerba mate (Ilex paraguariensis).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, p. 1469-1477, 2014.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BASTOS, M. C.; KASEKER, J. F.; REISSMANN, C. B.; BRONDANI, G. E.; BARROS, N. F. **Crescimento e nutrição de erva-mate influenciados pela adubação NPK.** Ciência Florestal, v. 23, n. 2, p. 363-375, 2013.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; REISSMANN, C. B. Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate.** Brasília, DF: Embrapa, 2015a, p. 99-195.

SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D. M. **Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes.** Ciência Florestal, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015b.

SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. **Fertilizantes orgânicos, organo-minerais e agricultura orgânica.** In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. A.; CAMARGO, F. A. O. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Gênese, 2004. p.175-86.

SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; BOGNOLA, I. A. **Recomendações de solos para Araucaria angustifolia com base nas suas propriedades físicas e químicas.** Bol. Pesq. FL, Colombo, n. 43, p. 61-74, jul./dez. 2001.

VILLELA, M. L.; GASPAR, R. G. B.; SOUZA, K. K. F.; ANGELO, A. C.; HOROKOSKI, T. **Avaliação do crescimento inicial de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze sob diferentes tipos de adubação.** In: 3º ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA. Anais... Campinas, 19 e 20 de maio de 2014, p. 86-88.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. **Produção de mudas de erva-mate.** In: WENDLING, I.; SANTIN, D. Propagação e nutrição de erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 2015, p. 11-98.

ZECHINI, A. A.; SCHUSSLER, G.; SILVA, J. Z.; MATTOS, A. G.; PERONI, N.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. **Produção, Comercialização e Identificação de Variedades de Pinhão no Entorno da Floresta Nacional de Três Barras – SC.** Biodiversidade Brasileira, v.2, n. 2, 74-82, 2012.

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

GABRIELA PINHEIRO¹

MAIELY DÖGE, MYLENA¹

LARISSA DE ARAUJO, NATASHA GOMES PIMENTA¹

MARIANA FURTADO BERGMANN¹

ALEX VITOR PINTO¹

RODRIGO BATTISTI²

ELDER CORREA LEOPOLDINO³

RESUMO

O grande volume de resíduos gerado na produção de palmito e sua disposição final é uma preocupação constante para o agronegócio. Durante a produção de palmito em conserva, 90% da biomassa da Palmeira-Real é descartada, tornando cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que destinem esse resíduo para fins mais interessantes economicamente. A presente pesquisa consistiu em utilizar esse resíduo para a síntese do acetato de celulose, um produto de alto valor agregado. A produção do polímero se deu através da purificação da bainha foliar, seguida pela síntese do acetato de celulose a partir de duas metodologias distintas disponíveis na literatura. Os produtos obtidos pelas duas sínteses foram caracterizados por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) e por via química através da determinação do grau de substituição. Os resultados de FTIR comprovaram a síntese do acetato de celulose e o grau de substituição descreveu-o como composto tri-substituído.

Palavras-Chave: Acetato de Celulose; Palmeira Real Australiana; Polímero; Celulose.

INTRODUÇÃO

A Palmeira-Real Australiana (*Archontophoenix spp*) despertou a atenção de pesquisadores e produtores para a produção de palmito nas últimas décadas. As palmeiras deste gênero ganharam evidência devido à qualidade do palmito produzido, além da alta germinação, da resistência às principais doenças que ocorrem em viveiro e do rápido crescimento da planta.

No Brasil o cultivo da Palmeira-Real para a produção de palmito foi desenvolvido inicialmente na região litorânea de Santa Catarina. O palmito possui uma grande aceitação no mercado brasileiro, além de ser muito apreciado em outros países como França, Japão, Itália e Estados Unidos, sendo o Brasil o maior produtor, consumidor e exportador de palmito em conserva do mundo (RAMOS, et al., 2004). No ano de 1996, o consumo per capita de palmito no país era de 94,5 g por ano. No ano 2000, o consumo aumentou para 229,8 g por ano. Isso devido, em parte, à queda de preço do produto a partir da década de 90, mostrando que o produto tem grande potencial de aumento de consumo, pela sua ampla utilização e aceitação na culinária brasileira (YASUDA, 2005).

¹ Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Discentes do curso técnico em química, Campus Jaraguá do Sul-Centro.

² Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Docente, Campus Criciúma

³ Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Docente, Campus Jaraguá do Sul-Centro. elder.leopoldino@ifsc.com

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

Entretanto, o crescimento expressivo da produção de Palmeira-Real e a industrialização do palmito tem contribuído para a geração de resíduos sólidos. Grande parte da biomassa da Palmeira-Real é descartada, o que torna cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a utilização desta biomassa atualmente desprezada (VIEIRA, 2006).

O grande volume de resíduos e a sua disposição final para a produção de palmito em conserva de qualidade é uma preocupação constante para o agronegócio do palmito da Palmeira-Real. Segundo Vieira (2006), mesmo com uma grande quantidade de resíduos gerados na produção do palmito em conserva, há poucos trabalhos na literatura que enfoquem a utilização desses resíduos. Além disso, a maioria destes resíduos é destinada à alimentação animal ou utilizada na própria lavoura para a reciclagem de nutrientes. Estes resíduos poderiam ser utilizados para fins mais interessantes, do ponto de vista econômico e social, sendo um deles para a obtenção de acetato de celulose.

O acetato de celulose é um derivado da celulose de grande valor comercial, por ter uma larga utilização em fibras, plásticos, filmes fotográficos, dentre outros. No Brasil, o acetato de celulose é produzido por uma empresa multinacional localizada em Santo André (São Paulo) a partir de pastas de celulose de madeira. Na literatura encontram-se metodologias diversificadas para a obtenção do acetato de celulose a partir da celulose da madeira, que acabam por incentivar a produção de monoculturas em larga escala, afetando conseqüentemente a vegetação nativa e o solo. Além disso, atualmente esse polímero pode ser obtido em menor escala a partir de resíduos agroindustriais (MEIRELES, 2007). O emprego da bainha foliar da Palmeira-Real na produção do acetato de celulose é uma alternativa interessante do ponto de vista ambiental, já que se utiliza de um resíduo agroindustrial para a produção de um polímero com elevado valor comercial, sendo uma alternativa em substituição à métodos já existentes.

Para a síntese do acetato de celulose é necessária uma reação de acetilação da celulose envolvendo o ácido acético como solvente, o ácido sulfúrico ou perclórico como catalisadores e anidrido acético como agente acetilante. O acetato de celulose é produzido na substituição dos grupos hidroxilas nas unidades de celulose por grupos acetila (CARVALHO, 2010). A Figura 1 apresenta a reação de acetilação da celulose.

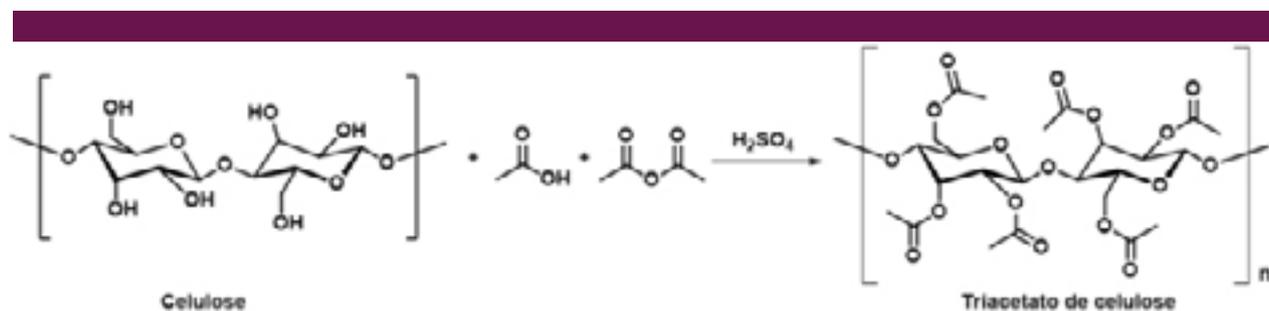


Figura 1. Esquema de produção do acetato de celulose.

O interesse da presente pesquisa encontra-se na síntese de acetato de celulose a partir da bainha foliar da Palmeira-Real, resíduo agroindustrial da produção de palmito em conserva, como matéria prima. Dentre os objetivos propostos nesta pesquisa estão a purificação da bainha foliar, a síntese e posterior caracterização do acetato de celulose obtido, por dois métodos distintos de acordo com a metodologia proposta. A quantidade total de acetato de celulose obtida foi comparada com pesquisas similares, para, desta forma, analisar o potencial produtor de acetato de celulose a partir da bainha foliar frente a outras fontes de matéria prima e estudar a possibilidade de sua aplicação industrial.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Preparo das Amostras

A coleta das amostras de bainha foliar da Palmeira-Real Australiana foi realizada na cidade de Jaraguá do Sul (Santa Catarina), sendo estas disponibilizadas pela Indústria e Comércio de Conservas Berri Ltda. As amostras coletadas passaram por um processo de secagem em estufa por um período de 24 horas à temperatura média de 68 °C, seguido de moagem.

2. Purificação

Para a purificação foram adicionados 100 mL de NaOH 5 % (m/v) à 50 °C em 5 g de bainha foliar seca e moída. Posteriormente adicionou-se 43 mL de H₂O₂ 35 % (v/v). A mistura foi mantida em agitação magnética por 1 hora e 30 minutos. Em seguida essa mistura foi filtrada e com a bainha retida no filtro repetiu-se o processo duas vezes, mantendo assim o sistema em agitação por mais 3 horas. A bainha purificada foi filtrada à vácuo em um funil de Buchner e lavada três vezes com 5 mL de água destilada (EMBRAPA, 2014).

3. Sínteses

3.1 Síntese de Buhrer

Seguindo o método proposto por Buhrer (1996) adaptado, utilizou-se 2,0 g de bainha foliar purificada, a esta foram adicionados 20 mL de ácido acético glacial, 9,2 mL de anidrido acético e 0,54 mL de ácido sulfúrico concentrado. O sistema foi mantido em agitação por 6 horas através de um agitador magnético, adicionou-se então água deionizada. A mistura resultante foi filtrada a vácuo, passando por três lavagens consecutivas com 5 mL de água destilada gelada e seca em um dessecador por 10 horas.

3.2 Síntese de Meireles

Seguindo o método de Meireles (2007) adaptado, adicionou-se 2,0 g de bainha foliar purificada em 30 mL de ácido acético glacial, agitando a mistura em um agitador magnético por 30 minutos a temperatura de 25°C. Posteriormente, adicionou-se 0,2 mL de H₂SO₄ concentrado e 13,2 mL de ácido acético glacial e o sistema foi mantido em agitação por 15 minutos nas mesmas condições. Em seguida o líquido sobrenadante foi retirado, a esse líquido foram adicionados 30 mL de anidrido acético, retornando essa mistura ao béquer com a bainha foliar purificada. O sistema foi mantido em agitação por mais 30 minutos e depois em repouso por 24 horas. Adicionou-se água destilada até o surgimento dos primeiros cristais de acetato de celulose. A mistura ficou em repouso por 5 dias e então foi colocada em uma centrífuga sob rotação de 2400 rpm durante 10 minutos por 4 vezes, durante esses intervalos de tempo retirou-se o líquido sobrenadante dos tubos de ensaio. Ao fim desse procedimento podia-se observar com mais clareza os cristais de acetato de celulose. Por fim, o mesmo foi filtrado a vácuo e lavado com água destilada gelada. O material foi seco em um dessecador por 10 horas.

4. Caracterização do material obtido

4.1 Espectroscopia na região do Infravermelho (FTIR)

Os materiais obtidos a partir da purificação da bainha foliar e das sínteses do acetato de celulose realizadas foram analisadas através do método de espectroscopia na região do infravermelho (4000 a 400 cm^{-1}), em um espectrômetro PerkinElmer Frontier com o auxílio do acessório de refletância ATR. Foram obtidos espectros no infravermelho de três amostras: amostra da bainha foliar purificada pelo método de EMBRAPA (2014), amostra do acetato de celulose sintetizado pelo método de Buhner e amostra do acetato de celulose sintetizado pelo método de Meireles.

A interpretação do espectro da bainha foliar purificada e do material obtido a partir das sínteses do acetato de celulose foi feita através do perfil do espectro e presença de bandas características de grupos funcionais.

4.2 Determinação do grau de substituição (GS)

O grau de substituição (GS) determinado por via química se deu através da definição da porcentagem (% m/m) de grupos acetila (GA) que foram substituídos na cadeia. Foram utilizados 0,100 g do produto obtido e a ele adicionou-se uma solução contendo 10,0 mL de NaOH 0,25 mol/L e 10,0 mL de etanol. A mistura ficou em repouso por 24 horas. Em seguida, adicionou-se 20,0 mL de HCl 0,25 mol/L a mistura ficou em repouso por 30 minutos e posteriormente foi titulada com NaOH 0,25 mol/L previamente padronizado (CARVALHO & SANTOS, 2010).

Para o cálculo da porcentagem dos grupos acetila, utilizou-se a equação:

$$\%GA = \frac{[(V_{bi} + V_{bt})\mu_b - (V_a \cdot \mu_a)]M \cdot 100}{m_{ac}}$$

Onde:

%GA = porcentagem de grupos acetila

V_{bi} = volume de hidróxido de sódio adicionado

V_{bt} = Volume de hidróxido de sódio obtido na titulação

μ_b = molaridade do hidróxido de sódio

V_a = volume de ácido clorídrico adicionado

μ_a = molaridade do ácido clorídrico

M = massa molar dos grupos acetila

m_{ac} = massa de acetato utilizada

Segundo Puleo (1989) um triacetato de celulose possui 43,5% de grupos acetila correspondendo a um grau de substituição de 2,88, com essa informação, após a determinação da porcentagem de grupos acetila pela equação, utilizou-se uma regra de três simples para o cálculo do GS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Preparo da matéria-prima

Durante o preparo da matéria a ser utilizada uma das primeiras etapas realizadas foi a de secagem. Esse processo se demonstra importante para que a umidade presente nas amostras in natura não influencie na etapa de purificação. Uma das observações feitas nesta etapa é que o material após seco apresentou coloração escurecida, possivelmente pela presença de lignina. A etapa seguinte consistiu na moagem das bainhas com o auxílio de um liquidificador onde obteve-se 15,0 g da matéria seca em forma de pó. O tamanho das partículas de bainha foliar seca interfere na purificação por possuir maior

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

área de contato. Deste modo, a bainha seca foi reduzida ao menor tamanho possível para resultados finais mais satisfatórios, como pode ser observada na Figura 2.



Figura 2. Etapas do processo de secagem e moagem da bainha foliar, sendo em sequência: bainha foliar, bainha foliar seca e bainha foliar seca e moída.

2. Purificação

Constata-se que a adição do hidróxido de sódio a 50 °C e deixado o sistema resfriar em temperatura ambiente durante o processo, leva a geração de uma bainha purificada mais branqueada. Visto que a temperatura mais alta leva à degradação do peróxido de hidrogênio interferindo na eficiência da purificação. Foi observada a mudança de cor durante as adições de reagentes no processo de purificação (Figura 3).



Figura 3: Registro da mudança de coloração durante a etapa de purificação.

Na primeira adição de NaOH e H₂O₂ foi possível visualizar, com o decorrer do tempo, uma bainha mais amarelada. Já na terceira adição dos reagentes citados, a mistura apresentou uma cor branca, indicando a diminuição da lignina na amostra. Segundo Ferreira et al (2006) a adição de NaOH remove impurezas e torna a superfície da fibra mais rugosa retirando a lignina e solubilizando a hemicelulose, deixando a celulose mais exposta. Tita et al. (2002) também confirma a solubilização da hemicelulose e

a degradação das fibras lignocelulósicas em meio básico. Siqueira e Silva (2013) complementa que em meio alcalino o peróxido de hidrogênio libera o íon peridroxila (HOO⁻), que branqueia a celulose sem degradar a sua estrutura também atuando na diminuição da lignina.

3. Síntese de Buhrer

A quantidade de H₂SO₄ utilizada deve ser catalítica, ou seja, uma quantidade pequena para não degradar a bainha foliar purificada impossibilitando a produção do acetato de celulose. A síntese de Buhrer se demonstra uma alternativa interessante para a produção de acetato de celulose, visto que é utilizada uma quantidade menor de reagentes e seu processo é mais simples quando comparado à outra síntese estudada. O Mecanismo proposto para acetilação da celulose está presente na Figura 4.

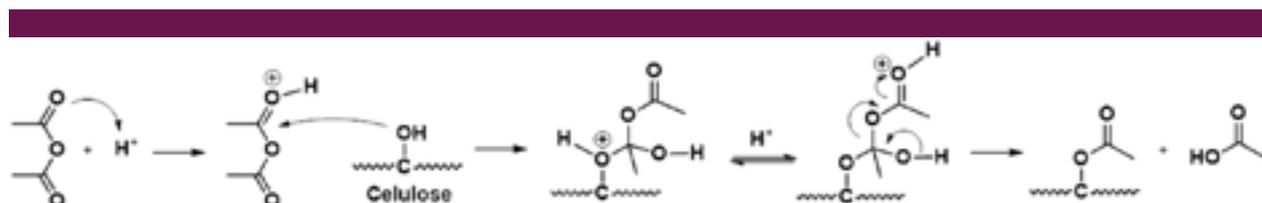


Figura 4: Mecanismo proposto para a acetilação da celulose.

O produto sintetizado foi um sólido amorfo de cor branca. A síntese produziu 2,5003 g de acetato de celulose.

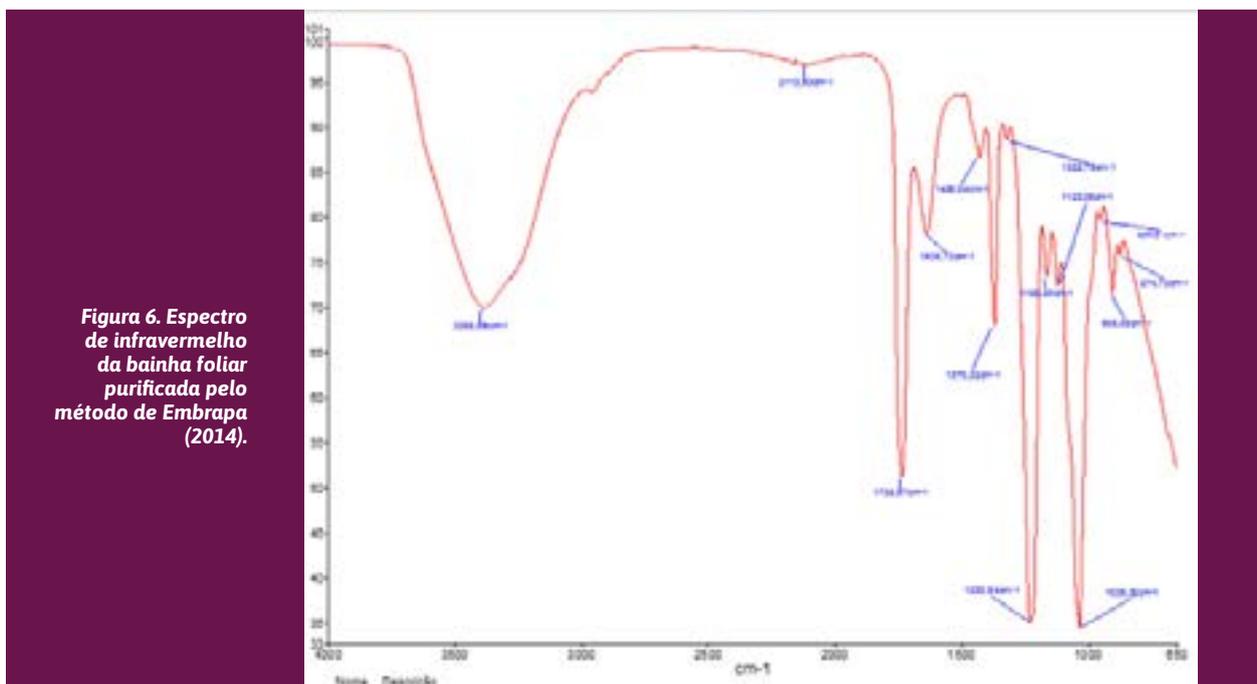
4. Síntese de Meireles

Durante a síntese de Meireles a mistura passou de incolor para branco. Esse método se difere pela adição dos reagentes em tempos alternados, e também pelo menor tempo de agitação comparado ao método de Buhrer. O anidrido acético é adicionado separadamente da bainha foliar purificada, com o objetivo de facilitar a protonação da carbonila, que é a etapa inicial de uma catálise ácida. O produto sintetizado por esse método foi um sólido branco e amorfo. Essa síntese produziu 2,1005 g de acetato de celulose.

5. Espectroscopia na região do Infravermelho (FTIR)

A análise através da técnica de espectroscopia da região do infravermelho foi utilizada para a caracterização da bainha foliar purificada, como também para a verificação da substituição dos grupos hidroxila pelos grupos acetila no acetato de celulose obtido.

A Figura 6 mostra o espectro obtido da bainha foliar purificada segundo o método de Embrapa (2014).



No espectro obtido, são observadas bandas características de estiramento OH na região de 3335 cm⁻¹, indicando a presença dos grupos hidroxilas encontrados na celulose. Em 2917 cm⁻¹ há a presença da banda de estiramento da ligação C-H dos grupos CH₂ e CH₃, como também bandas em 1051 cm⁻¹ (estiramento C-O) e 1369 cm⁻¹ (deformação C-H), em 1630 cm⁻¹ a banda de dobramento da ligação H-O-H de água, em 1159 cm⁻¹ a banda de deformação angular de ligações C-O de alcoóis primários e em 896 cm⁻¹ a banda de ligações β-glicosídicas entre unidades de glicana, que são características da celulose (ANDRADE et al, 2014).

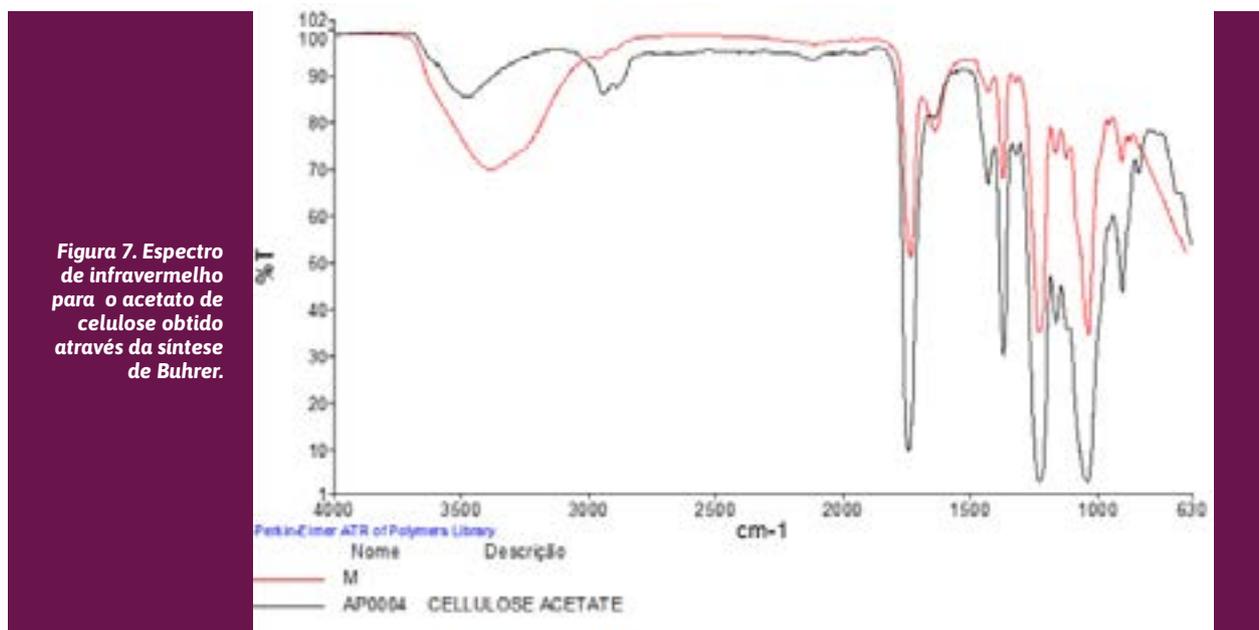
Na etapa de purificação, a deslignificação é um processo importante para que a síntese do acetato ocorra de forma eficiente. Segundo Meireles (2007), a redução das bandas características da lignina indica a deslignificação da celulose, sendo estas pouco expressivas no espectro obtido. Desta forma, têm-se que a etapa de purificação foi eficiente, pois removeu grande parte da lignina encontrada na bainha foliar moída. A Tabela 1 contém as principais bandas e suas atribuições.

Tabela 1: Atribuições das bandas dos espectros de FTIR para celulose obtida através da purificação da bainha foliar

Posição das bandas (cm ⁻¹)	Atribuições
3335	Estiramento de O-H
2917	Estiramento C-H de alcano
1630	Dobramento H-O-H de água
1416	Dobramento CH ₂ ou OH no plano
1369	Deformação C-H
1317	Deformação C-H
1159	Estiramento assimétrico C-O-C
1032	Estiramento C-O
896	ligações β-glicosídicas entre unidades de glicana

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

No processo de síntese de acetato de celulose ocorre a substituição dos grupos hidroxila das unidades de glicose pelos grupos acetila. Na Figura 7 pode-se observar o espectro do produto obtido da síntese de acetato de celulose pelo método de Buhner.



No espectro obtido podem ser observadas bandas características de estiramento de ligação C=O na região 1736 cm⁻¹, indicando a presença do grupo carbonila de éster. As bandas entre 1230 cm⁻¹ a 1035 cm⁻¹ caracterizam ligações C-O presente em ésteres. Na região entre 3388 cm⁻¹ pode ser observada uma banda expressiva caracterizada pelo estiramento de O-H, indicando que existem grupos hidroxila na amostra obtida a partir do método de Buhner.

O espectro do acetato de celulose obtido quando comparado ao espectro da celulose indica a diminuição da banda de estiramento O-H, que é caracterizada pelas substituições dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila que ocorreram durante o processo de síntese. As bandas localizadas em 1430 cm⁻¹ e 1370 cm⁻¹ caracterizam dobramentos de CH₂ e CH₃ respectivamente, e em 1639 cm⁻¹ a banda de dobramento H-O-H de água indica que a amostra é hidrocópica e retém umidade. Um resumo dessas bandas encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Atribuições das principais bandas no FTIR do acetato de celulose obtido da síntese de Buhner.

Posição das bandas (cm ⁻¹)	Atribuições
3388	Estiramento de O-H
1736	Estiramento de carbonila de éster
1639	Dobrimento H-O-H de água
1430	Dobrimento CH ₂
1370	Dobrimento CH ₃
1230 - 1035	C-O de ésteres

A fim de comprovar que a amostra obtida a partir da síntese de Buhner é o acetato de celulose, comparou-se o espectro do acetato de celulose obtido com o espectro da literatura, como pode ser observado na Figura 8.

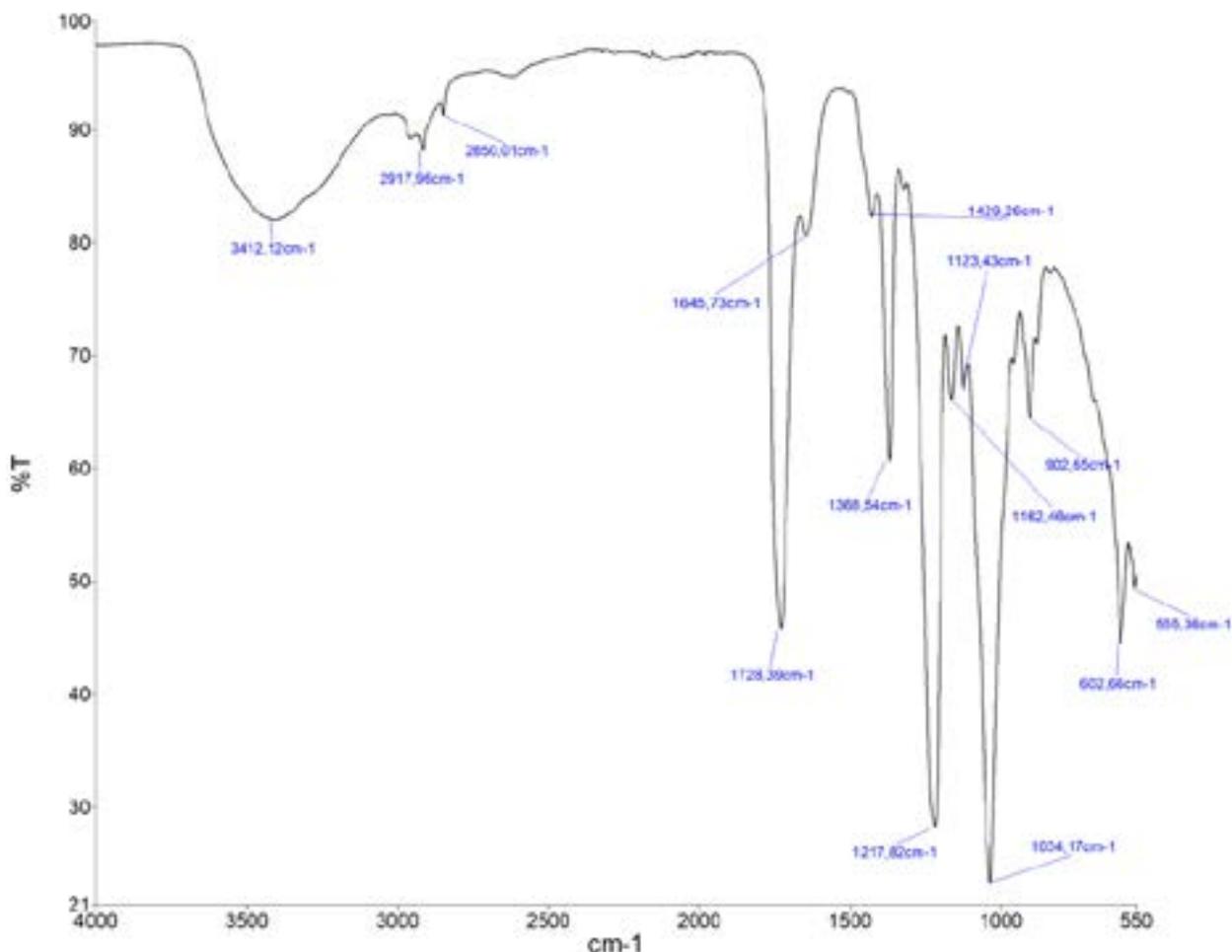


Figura 8. Comparação dos espectros de infravermelho do acetato de celulose obtido da literatura e da amostra obtida a partir da síntese de Buhner.

As bandas apresentadas no espectro do acetato de celulose retirado da literatura se assemelham às bandas do acetato de celulose obtido através da síntese de Buhner. Entretanto, a intensidade com que elas aparecem se diferem devido às concentrações das amostras utilizadas para a espectroscopia do infravermelho serem diferentes e por esta se tratar de uma análise qualitativa. Além disso, a diferença entre a intensidade das bandas pode ter ocorrido também pelo fato da celulose não ter sido totalmente substituída no processo da síntese.

A amostra de acetato de celulose sintetizada possui uma banda de O-H (encontrada na região 3388 cm⁻¹) mais expressiva do que a banda de OH apresentada no espectro retirado da literatura. Já as bandas de C=O (1736 cm⁻¹) e C-O (1230 cm⁻¹ a 1035 cm⁻¹) que caracterizam o éster, podem ser observadas com maior intensidade no espectro da literatura.

Na Figura 9 é possível observar o espectro do produto obtido a partir da síntese do acetato de celulose pelo método de Meireles.

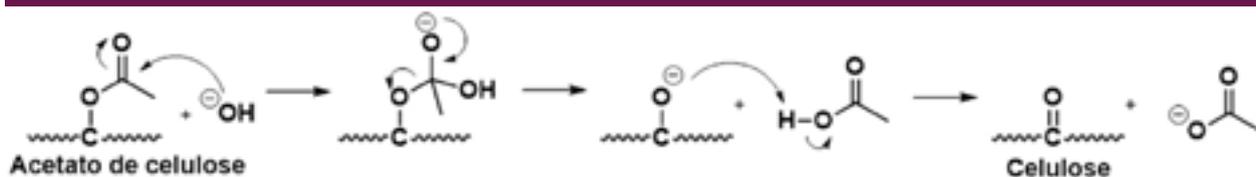


Figura 9. Espectro de infravermelho para o acetato de celulose obtido através da síntese de Meireles.

No espectro há uma banda de pequena intensidade na região 1728 cm^{-1} , sendo esta banda característica de estiramento de $\text{C}=\text{O}$ da carbonila de éster. Essa banda não aparecia no espectro da bainha foliar purificada, apresentado no Anexo A, mostrando que houveram substituições dos grupos hidroxilas por grupos acetila durante a síntese do acetato de celulose. As bandas entre 1217 cm^{-1} a 1034 cm^{-1} caracterizam estiramentos de ligações $\text{C}-\text{O}$, também presentes em ésteres. Na região próxima à 3412 cm^{-1} está presente uma banda de estiramento OH que se comparada com o espectro do material de partida presente no Anexo A demonstra expressiva diminuição. A redução da banda possivelmente ocorreu devido à grande substituição dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila durante o processo de síntese.

A banda de OH observada nesse espectro mostra-se menos intensa que a banda presente no espectro do acetato de celulose produzido pelo método de Buhner. Além disso, no espectro apresentado no Anexo B, a banda de estiramento $\text{C}=\text{O}$ de carbonila de éster é menos expressiva. Sendo assim, nota-se que houve maior quantidade de substituições dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila na síntese de acetato de celulose pelo método de Meireles, quando comparado à síntese de Buhner. A banda na região de 1429,26 cm^{-1} indica dobramento de CH_2 e a banda localizada em 2917,93 cm^{-1} caracteriza dobramentos de CH_2 e CH_3 , que também estão presentes no polímero sintetizado.

Tabela 3. Atribuições das principais bandas no FTIR do acetato de celulose obtido da síntese de Meireles.

Posição das bandas (cm^{-1})	Atribuições
3412	Estiramento de OH
2917	Estiramento de grupos CH_2 e CH_3
1728	Estiramento $\text{C}=\text{O}$ (éster)
1429	Dobramento de CH_2
1217 - 1034	Estiramento de $\text{C}-\text{O}$
1645	Dobramento $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ de água
1368	Dobramento CH_3

(Fonte: MEIRELES, 2007 Adaptado).

Dentre as duas metodologias para a síntese do acetato de celulose é possível apontar, a partir das análises feitas com o auxílio da espectroscopia na região do infravermelho, a maior eficiência na síntese segundo Buhner (1966). Uma divergência é a duração de cada uma delas, sendo a síntese pelo método de Buhner mais longa quando comparada ao método de Meireles, podendo ser este um dos principais fatores que influenciaram no produto final obtido por cada síntese.

6. Grau de Substituição

A determinação do grau de substituição por via química se deu através de uma reação de saponificação (reação de hidrólise promovida por uma base), conforme mecanismo da Figura 10.

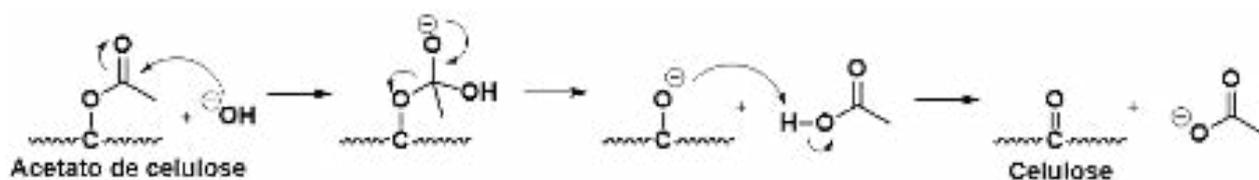


Figura 10: Mecanismo da reação de saponificação do acetato de celulose.

A porcentagem dos grupos acetila para os produtos provenientes das duas sínteses foi determinada através da equação descrita nos materiais e métodos seção 2.4.2.

O produto sintetizado pelo método de Buhrer apresentou uma porcentagem de grupos acetila de 82,23% correspondendo a um grau de substituição de 5,91, caracterizando o produto possivelmente como um triacetato.

Já o produto sintetizado pelo método de Meireles apresentou uma porcentagem de grupos acetila de 64,5% correspondente a um grau de substituição de 4,27, assim é possível caracterizar o produto também como um triacetato.

Os graus de substituição acima de 3 encontrados para os acetatos produzidos para os dois métodos podem ser provenientes de um erro com a solução titulada. Os produtos não se solubilizaram na mistura, possivelmente alterando os resultados esperados da caracterização por via química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade do desenvolvimento de novos produtos, principalmente materiais poliméricos, tornou-se amplamente difundida entre pesquisadores devido à atual demanda do mercado para materiais mais eficientes. O acetato de celulose, um polímero muito utilizado em diversas aplicações, é atualmente produzido em escala industrial no Brasil apenas por pastas de celulose provindas da madeira.

Com o presente estudo, foi constatado que a produção de acetato de celulose a partir de um resíduo agroindustrial, a bainha foliar da Palmeira Real Australiana, é viável e produz quantidade significativa do polímero em questão.

Para a purificação da bainha foliar foi utilizado o método descrito por EMBRAPA (2014), que se mostrou eficiente para a purificação da celulose, como foi comprovado através da técnica de espectroscopia na região do infravermelho.

A síntese do acetato de celulose a partir da bainha foliar purificada, que foi executada segundo os métodos de Buhrer (1966) e Meireles (2007), apresentou melhor eficiência em rendimento bruto Buhrer (1966).

Dentre outras fontes de matéria-prima já estudadas, como a palha do feijão, acredita-se que exista viabilidade técnica para a aplicação desta técnica na indústria, visto que existe a disponibilidade de matéria-prima abundante que atualmente é tomada como resíduo, e os reagentes utilizados no processo

são de baixo custo. A produção de materiais poliméricos utilizando-se de resíduos agroindustriais têm se mostrado uma alternativa viável do ponto de vista socioeconômico e ambiental, e desta forma, espera-se que esta pesquisa sirva como incentivo para a busca de alternativas com caráter mais ecológico para a produção de novos materiais ou mesmo para a modificação de processos industriais já existentes.

REFERÊNCIAS

BÜHRER, N. E. **Química e tecnologia dos plásticos**. 2. ed. Curitiba: UFPR, 1966.

CARVALHO, L. C. **Obtenção de Acetato de Celulose Proveniente do Bagaço de Cana-de-Açúcar e Avaliação de Sua Aplicação em Sistemas de Difusão Controlada**. Faculdade de engenharia química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, junho de 2009.

CARVALHO, Simone Cristina Freitas de; SANTOS, Altamira Taísa Soares. **Síntese e Caracterização de Acetato de Celulose Obtido a Partir do Bagaço da Cana-de-Açúcar**. 2010. 18 F. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

EMBRAPA. **Avaliação de métodos de purificação de celulose a partir do resíduo da hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de nanowhiskers de celulose**. São Carlos, 2014.

FERREIRA, A.; Hanna, R.K.; Lebrão, G.W.; Lebrão, S.M.G.; Nagashi, L.; Su, M.T.; Vicentini, T. (2006) **Avaliação de compósito de poliéster e fibra de cana-de-açúcar**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais. Anais Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu.

MEIRELES, Carla da Silva. **Síntese e caracterização de membranas de acetato de celulose, obtido do bagaço de cana-de-açúcar, e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos plásticos descartados**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

PULEO, A. C. et al. **The effect of degree of acetylation on gas sorption and transport behavior in cellulose acetate**. Journal of Membrane Science 47, 1989.

RAMOS, Adriana; BOVIL, Marilene L. A.; FOLEGATTI, Marcos V.; DIOTTO, Adriano V. **Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira**. *Horticultura Brasileira*, [s.l.], v. 22, n. 4, p.734-739, 2004. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/s0102-05362004000400013

SIQUEIRA, José Luiz Dutra; SILVA, Luiz Leonardo da. **Branqueamento de polpa kraft de eucalipto - o papel do peróxido de hidrogênio**. 2013.

TITA, S.P.S.; Paiva, J.M.F.; Frollini, E. (2002) **Resistência ao impacto e outras propriedades de compósitos lignocelulósicos: matrizes termofixas fenólicas reforçadas com fibras de bagaço**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 228-239.

VIEIRA, Manoela Alano. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real** (*Archontophoenix alexandrae*) E DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO FIBROSO. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

YASUDA, Mary E. **Levantamento de potenciais pragas associadas à cultura da palmeira-real-da-Austrália *Archontophoenix* spp. (Arecaceae) NO MÉDIO VALE DO ITAJAÍ.** 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau - Furb, Blumenau, 2005.

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO

CLODOALDO MACHADO¹

FÁBIO SCHULZ²

KLEUBER REI MARQUES²

SHELLDON RICARDO SANTO SOARES²

RESUMO

*Este estudo investiga a variação do pH da banana-maçã (*musa acuminata*) durante o processo de maturação do fruto, tendo como objetivo identificar uma possível função antiácida quando ingerido ainda em sua fase inicial de maturação. A parte experimental consistiu na medida do pH do extrato da banana em diferentes fases de sua maturação, bem como titulações potenciométricas com o objetivo de investigar a possível formação de uma solução tampão com o suco gástrico estomacal. Registrou-se um pH ácido para os extratos da banana, não importando a fase de maturação. Quando as titulações foram realizadas utilizando-se soluções aquosas de HCl observou-se a formação de uma solução tamponada. O efeito desta solução tampão diminuiu na medida em que o fruto ficava mais maduro, apontando que efetivamente a ingestão de banana ainda em seu estágio inicial de maturação pode efetivamente contribuir no combate a acidez estomacal.*

Palavras-Chave: Antiácido; Solução tampão; Banana; Acidez estomacal.

INTRODUÇÃO

Atualmente é de conhecimento geral que existem diversos tipos de doenças, com causas e proporções distintas, atingindo diferentes áreas do corpo. Uma destas enfermidades é ocasionada pelo excesso de acidez no estômago. Por vezes, essa alteração na acidez estomacal ocorre devido a um exagero na ingestão de alimentos (VARELLA, 2010). Embora não esteja vinculada a situações mais graves, esse tipo de doença gera um desconforto no paciente, podendo levar a cirurgias e ocasionar uma vida regrada. Esse tipo de doença geralmente é um processo gradual, onde a pessoa, sentindo um desconforto no estômago, começa a se automedicar, o que pode acarretar em sérios problemas decorrentes de uma ingestão excessiva de medicamentos. Sabe-se também que problemas referentes ao mau funcionamento do estômago não afetam apenas este órgão, mas sim outras áreas do corpo, elevando a proporção da doença e o desconforto no paciente. As doenças mais comuns provocadas pelo excesso da acidez estomacal são: aftas, refluxo gastroesofágico, gastrite e a úlcera, que seria o estágio final da doença ocasionada pelo excesso de acidez.

Embora algumas destas doenças sejam um tanto quanto graves e necessitem de um cuidado específico, na maioria dos casos o tratamento ocorre pela ingestão de antiácidos. Por definição,

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Docente do Câmpus Jaraguá do Sul.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Discentes do Curso Técnico em Química do Câmpus Jaraguá do Sul.

antiácidos são fármacos utilizados de forma a aumentar as defesas da mucosa. São usados para aliviar a pirose e o desconforto abdominal. Neutralizam o ácido secretado e são rapidamente absorvidos devido à sua alta solubilidade em água. Os antiácidos podem ser utilizados de forma isolada (hidróxido de alumínio, hidróxido de magnésio, magaldrato - hidróxido de alumínio e magnésio), em forma de misturas ou associados a outros fármacos. Por conta da ampla divulgação na mídia, a população, muitas vezes, utiliza os antiácidos para aliviar sintomas de gastrites e refluxos, ainda que não seja previamente recomendado por um especialista (DE LUCA et al., 1999).

Alguns alimentos, como frutas, verduras, leguminosas, possuem em sua constituição compostos que possuem propriedade antiácida, embora não sejam compostos com alcalinidade alta. Os antiácidos extraídos destes são denominados de antiácidos naturais. Uma crença popular sugere que o consumo de banana, quando ainda verde ou em seu estágio inicial de maturação, pode ajudar no combate a acidez estomacal, constituindo-se assim em um antiácido natural. Neste sentido, este estudo investiga o pH do extrato da banana durante suas fases de amadurecimento, a fim de identificar esta possível ação antiácida do fruto quando ainda no estágio inicial de maturação.

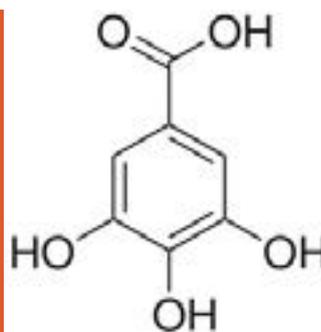
Estudos anteriores utilizavam uma base para neutralizar o pH titulável da farinha da banana, demonstrando assim o seu caráter ácido (BORGES, PEREIRA e LUCENA, 2009). Já Bezerra e Dias (2009) mediram o pH da polpa da banana, encontrando um valor de 4,8. A partir destas constatações passou-se a avaliar a hipótese de que as substâncias presentes no extrato da banana pudessem formar um sistema tamponado com o ácido clorídrico presente no estômago. Se a hipótese estiver correta, a ingestão de banana, ainda verde, resultaria em um sistema tamponado, funcionando então como um antiácido natural.

A banana é cultivada em uma centena de países, principalmente nas regiões tropicais, onde é fonte de alimento e renda para milhões de pessoas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2019), em média, aproximadamente 25% da produção mundial total de bananas e frutas tropicais tem origem na América Latina e no Caribe, com um volume de produção anual de aproximadamente 54 milhões de toneladas entre 2016 e 2018. O país com maior produção mundial de bananas é a Índia, sendo o Brasil o segundo colocado, com ampla disseminação da cultura em seu território. A bananicultura ocorre em todos os estados brasileiros, sendo, pela ordem, São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina os maiores produtores. É cultivada por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60% da produção proveniente da agricultura familiar (IBGE, 2019).

Segundo Adão e Glória (2005), a banana possui variável fonte de minerais, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo. A banana “nanição” (musa acuminata, subgrupo cavendish), amplamente cultivada no estado de Santa Catarina, também teve sua composição mineral estabelecida (PAKUSZEWSKI et al., 2016). O sabor da banana é um dos mais importantes atributos de qualidade, a polpa verde é caracterizada por uma forte adstringência, determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. À medida que a banana amadurece, ocorre polimerização desses compostos, com conseqüente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez (VILAS BOAS et al., 2001 e EMAGA et al., 2007). Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (MACEDO et al., 2004). A Figura 1 mostra a estrutura química de um tanino, o ácido gálico.

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO

Figura 1: Fórmula estrutural plana do ácido gálico.



Portanto, a partir da crença popular e dos dados científicos já disponíveis em relação as características da banana, foi proposto o acompanhamento da variação do pH de seu extrato, com o objetivo de avaliar se efetivamente há uma ação antiácida do fruto quando ingerido em seu estágio inicial de maturação.

METODOLOGIA

Amostras de banana

Dentre as diversas variedades de banana, escolheu-se a banana-maçã para os estudos propostos, tendo em vista a disponibilidade da mesma na região de Corupá, Santa Catarina. Amostras foram coletadas em pencas, grupo de 7 a 12 bananas. Os diferentes estágios de maturação da banana foram coletados em diferentes pés do fruto, numa área compreendida em um raio de 5 metros, a fim de garantir uma maior uniformidade nas características do solo e clima e, conseqüentemente, dos frutos.

Preparação das amostras e titulação potenciométrica

O acompanhamento da maturação da banana aconteceu tomando como referencial a tabela construída pela CEAGESP, apresentada na Figura 2.

Maturação

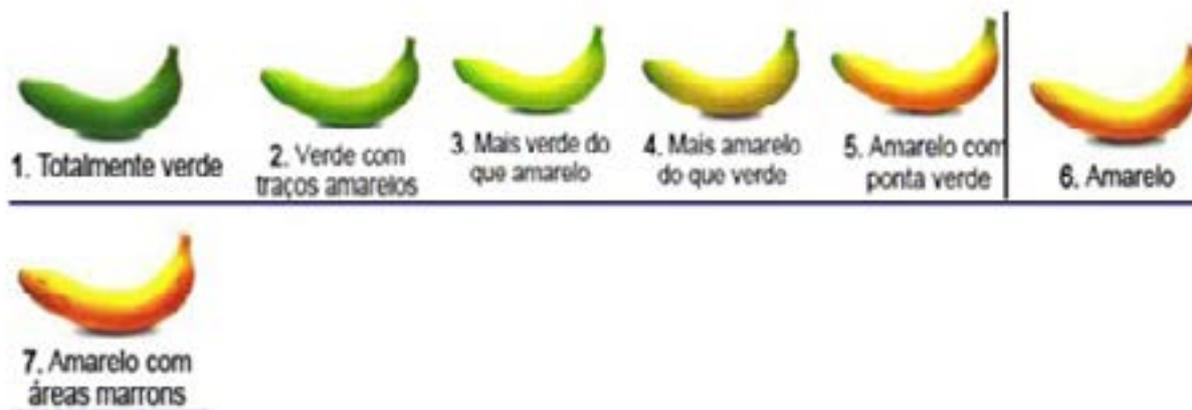
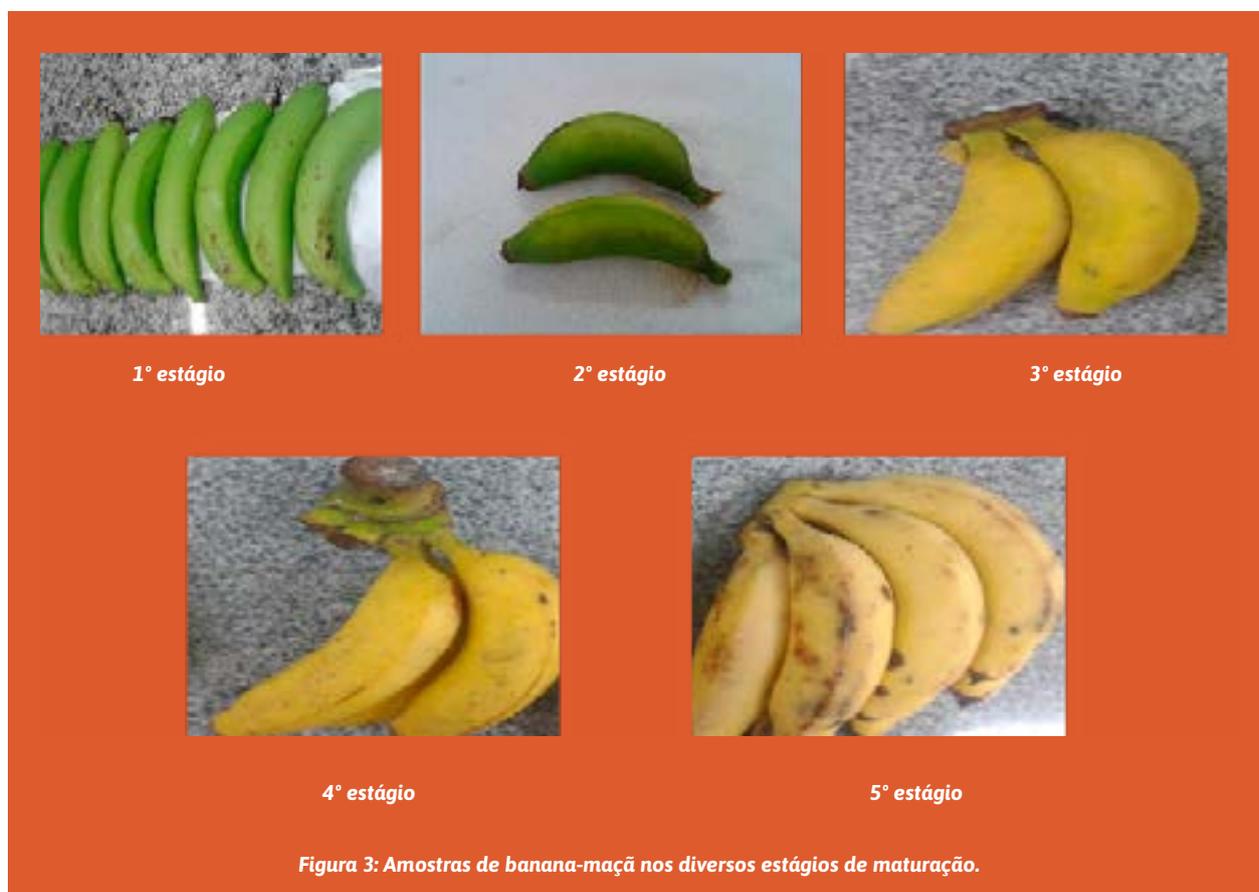


Figura 2: Estágios de maturação da banana-maçã. Fonte: CEAGESP, 2006.

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO

Posteriormente, foram escolhidos 5 (cinco) estágios de maturação da banana-maçã, sendo eles: 1°, 2°, 4°, 5° e 7°, conforme características do fruto apresentadas momentos antes da preparação das amostras (Figura 3). Esta escolha ocorreu devido à dificuldade em separar amostras correspondentes ao 3° e 6° estágios de maturação em relação aos demais.



A preparação das amostras, para acompanhamento do pH, foi realizada a partir da trituração da polpa da banana utilizando um liquidificador da marca Britânia, modelo 370 W silencium III. Para uma massa de 58,00 g do extrato preparado de banana foram adicionados 500 mL de água destilada. A suspensão obtida foi então submetida à filtração a vácuo, utilizando filtros qualitativos. As soluções filtradas dos cinco estágios de maturação do fruto foram então submetidas às titulações potenciométricas, utilizando pHmetro da marca Ms Tecnopon, modelo Mpa-210. Solução 0,1 mol/L de NaOH (hidróxido de sódio) foi utilizada como titulante. Já a solução do titulado era composta por 100 mL de solução 0,1 mol/L de HCl (ácido clorídrico), mimetizando o suco gástrico cuja concentração é de aproximadamente 0,01 mol/L e 25 mL da amostra do extrato da banana.

Para os estágios de maturação 4, 5 e 7, o método de preparação da amostra teve que ser adequado, devido a característica pastosa do extrato obtido após o processo de trituração. Assim, etapas adicionais de filtração foram realizadas, utilizando filtros de diâmetros distintos. Foram utilizados, na sequência: filtro de tecido previamente lavado; filtro comercial reutilizável; filtro comercial comum e, por fim, um filtro qualitativo.

Tratamento Matemático

Os valores registrados de pH em função do volume do titulante foram alimentados em uma planilha Excel (Windows 7®) e assim desenvolvidas as curvas de titulação. A análise destas curvas permitiu

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO

avaliar a propriedade antiácida e a capacidade tamponante das amostras de banana-maçã nos seus respectivos estágios de maturação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo comparativo das curvas de titulação em função da ausência e presença de extrato da banana

A Figura 4 apresenta a curva de titulação obtida quando o valor do pH foi registrado em função do volume de titulante adicionado na (a) ausência do extrato da banana e (b) na presença do extrato da banana do 1º estágio de maturação.

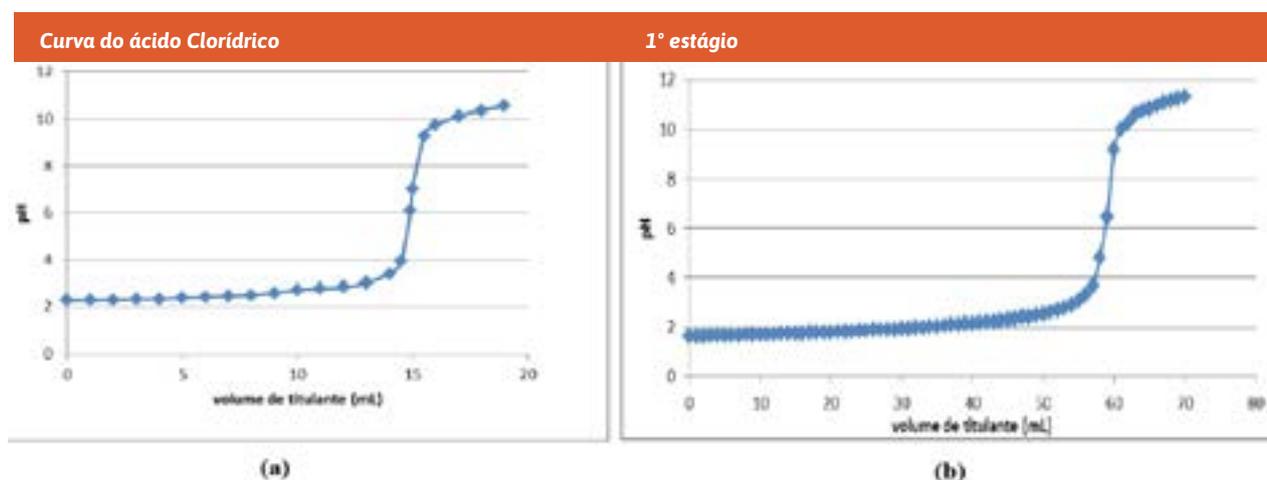


Figura 4: Curvas de titulação da (a) solução contendo 100 mL de solução 0,1 mol/L de HCl (branco) e (b) solução contendo 100 mL de solução 0,1 mol/L de HCl e 25 mL da amostra do extrato da banana.

A análise dos resultados demonstra que há uma diferença de aproximadamente quatro vezes no volume de titulante (NaOH) necessário para causar uma mudança significativa no pH do meio. Assim, no experimento correspondente ao branco, após a adição de aproximadamente 15 mL do titulante é que o pH da solução começa a sofrer uma alteração mais acentuada, enquanto para a titulação do meio contendo ácido clorídrico e extrato da banana são necessários aproximadamente 60 mL para o efeito equivalente. Esta diferença no volume de titulante necessário para causar uma mudança significativa no pH da solução indica que o extrato da banana pode estar efetivamente atuando como um meio tamponado, resistindo a mudança de pH apesar de sucessivas adições de NaOH ao meio. O ponto de inflexão das curvas na Figura 4 representa o ponto de equivalência onde, a partir da adição de pequenas quantidades de base, eleva-se significativamente o pH do meio. No caso da titulação da solução contendo extrato da banana, o ponto de inflexão representa ainda o ponto de quebra do meio tamponado.

Estudo referente aos diferentes estágios de maturação da banana

A fim de estudar se efetivamente o estágio de maturação da banana-maçã acarreta em variações na titulação potenciométrica, de forma a investigar a crença popular que sugere o consumo de banana ainda verde para combater a acidez estomacal, experimentos foram conduzidos com extratos da

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATURAÇÃO DO FRUTO

banana em diferentes estágios de maturação. A Figura 5 apresenta a variação do pH das soluções contendo 100 mL de solução 0,1 mol/L de HCl e 25 mL da amostra do extrato da banana, no 1º, 2º, 4º, 5º e 7º estágio de maturação, quando estas foram tituladas com adição de NaOH.

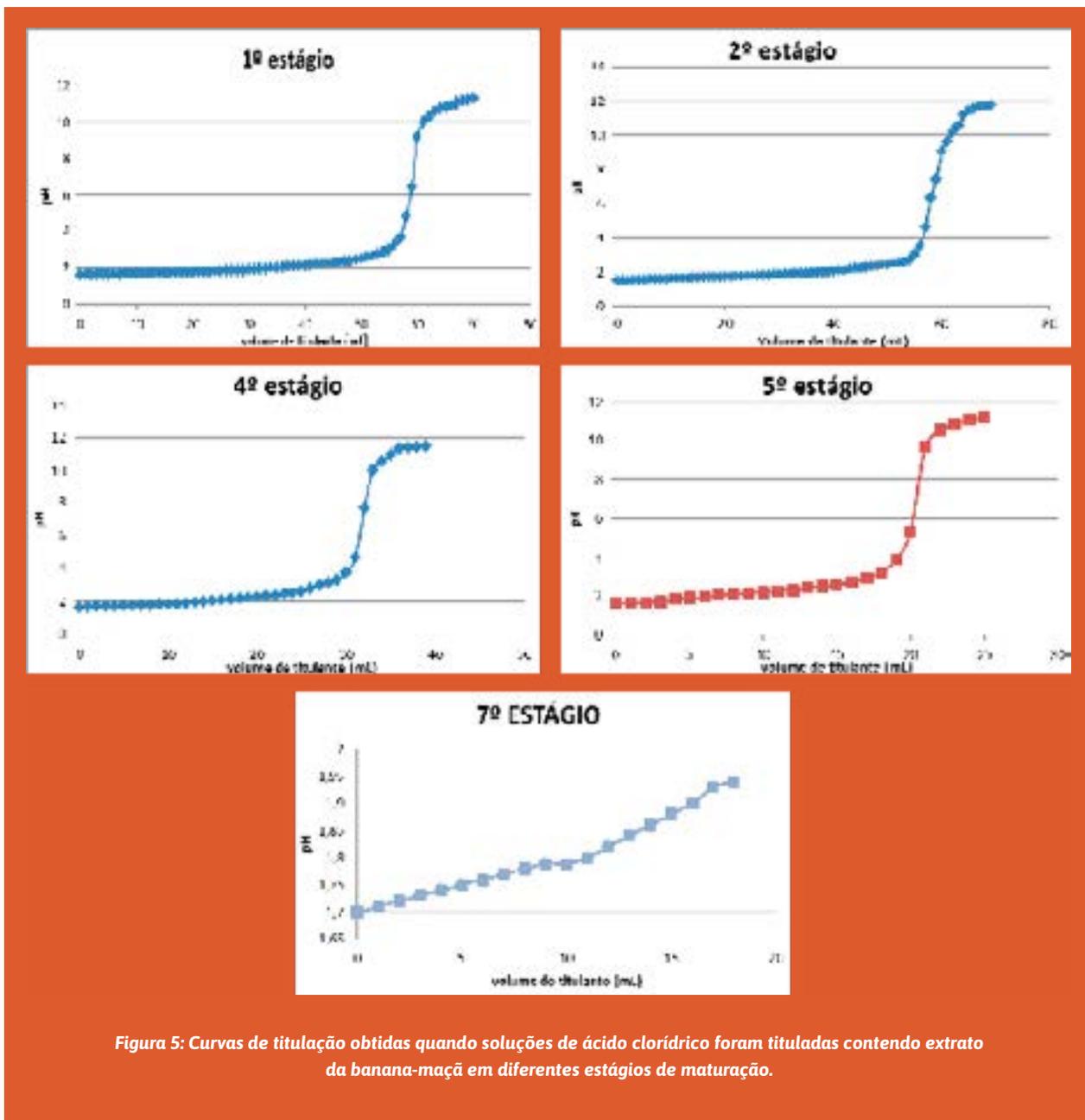


Figura 5: Curvas de titulação obtidas quando soluções de ácido clorídrico foram tituladas contendo extrato da banana-maçã em diferentes estágios de maturação.

As curvas de titulação guardam semelhanças em seus perfis, com exceção daquela correspondente ao 7º estágio de maturação onde o ponto de inflexão da curva é bem menos pronunciado. Desta forma, todas as titulações iniciam com pH ácido, correspondente a presença de HCl na solução titulada, sendo que adições sucessivas de NaOH acarretam em pequenos aumentos no valor do pH. Entretanto, quando a quantidade de base se aproxima do ponto correspondente ao volume necessário para neutralizar o titulado (ponto de equivalência) ocorre um significativo aumento no valor do pH, sendo que este valor retorna a ter pequenos aumentos a partir do ponto onde a base encontra-se em excesso. No experimento envolvendo o 7º estágio de maturação ocorreram dificuldades, pela característica da pasta formada pelo extrato da banana, no registro do pH, sendo que não foi possível coletar dados a partir da adição de 18 mL da solução titulante. Ainda assim, torna-se evidente, pela análise dos dados,

que o volume necessário de solução básica para se atingir o ponto de equivalência é bastante diferente dependendo do estágio de maturação do fruto. Assim, enquanto nas soluções contendo extrato da banana no 1º e 2º estágio de maturação foram necessários aproximadamente 60 mL da solução básica para ocorrer a neutralização, o extrato do 4º estágio de maturação requereu 30 mL, o 5º requereu 20 mL e para o 7º estágio de maturação aparentemente são necessários apenas 10 mL para se atingir o ponto de equivalência. Estas observações encontram respaldo nos estudos de Macedo (2004), que demonstraram que o processo de maturação do fruto resulta em mudanças nas reações de oxidação/redução dos taninos presentes no fruto, acarretando, em consequência, mudanças na curva de titulação dos extratos de bananas em diferentes fases de seu amadurecimento.

Enquanto os estudos iniciais apontaram para um efeito tamponante da solução contendo ácido clorídrico (que mimetiza o suco gástrico) na presença do extrato da banana, esta investigação complementar traz dados que comprovam um aumento na resistência a variação do pH das soluções que contém extrato da banana em estágios iniciais de maturação quando comparadas a estágios de maior maturação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do pH do extrato da banana-maçã se apresentar ácido, os experimentos envolvendo a titulação potenciométrica demonstraram que existe a real possibilidade desse formar um sistema tamponado com o suco gástrico intestinal.

Nos diversos estágios de maturação do fruto registrou-se a presença de um meio cujo pH não é alterado significativamente pelas adições sucessivas de solução básica. Somente após a adição de um volume significativo de NaOH, comparado aquele empregado no branco, o pH da solução sofria uma alteração mais significativa, ponto este que se credita a ruptura do sistema tampão.

Os estudos aqui apresentados também comprovaram que o efeito tampão é tanto mais pronunciado quanto mais verde estiver o fruto e, desta forma, os resultados apontam claramente que a crença popular de que a ingestão de banana em seus estágios iniciais de maturação colabora no combate a acidez estomacal, agindo como um antiácido natural, baseada em fundamentos científicos.

Por fim, cabe ressaltar que o estômago é um órgão rígido, porém delicado, uma vez que pequenas oscilações no pH danificam a mucosa que reveste o mesmo. Os estudos aqui apresentados apontam que a ingestão de banana, quando ainda verde ou em seus estágios iniciais de maturação, colaboram com a manutenção da saúde adequada deste órgão.

REFERÊNCIAS

ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. **Bioactive amines and carbohydrate changes during reopening of Prata banana** (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). *Food Chemistry*, v. 90, n. 4, p. 705-711, 2005.

BEZERRA, V. S.; DIAS, J. S. A. **Avaliação físico-química de frutos de bananeiras**. *Acta Amazônica*, v. 39(2), p. 423-428, 2009.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. **Caracterização da farinha de banana-verde**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29(2), p. 333-339, 2009.

ACOMPANHAMENTO DO PH DA BANANA-MAÇÃ DURANTE O PROCESSO DE MATUREZAÇÃO DO FRUTO

CEAGESP. PBMH & PIF - **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. Normas de Classificação de Banana.** São Paulo, Documentos, 29, CEAGESP, 2006.

DE LUCA, S. A. et al. **Caracterización de la automedicación de antiácidos en dos farmacias del área metropolitana de Caracas.** O.F.I.L., v. 9, p. 40-49,1999b.

EMAGA, T. H. et al. **Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels.** Food Chemistry, v. 130, p. 590-600, 2007.

FAO - **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.** <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1193684/>, capturado em 25/06/2019.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>, capturado em 30/07/2019.

MACEDO, G. A.; BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K. **Fonte de aplicação de taninos e tanases em alimentos.** Alim. Nutr., Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.

PAKUSZEWSKI, G. et al. **Composição mineral da banana “Nanicão” de Corupá/SC.** Banana da Região de Corupá: Dossiê Técnico-Científico, Florianópolis, Sebrae, p. 76-92, 2016.

VARELLA, Dráuzio. **Úlceras gástricas e peptídicas.** Clínica geral. Estação Saúde - Educação e Cultura Ltda, Bela Vista, São Paulo, SP, 2010.

POSSIBILIDADE DE INCORPORAÇÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO BÁSICO

SAMUEL COSTA¹

LARISSA DO NASCIMENTO PIRES²

TAYNARA MARTINS DA SILVA³

RESUMO

Essa pesquisa tem por objetivo discutir a potencialidade de incorporar questões ambientais no ensino de Física. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática utilizando aula de campo e a produção de vídeos. Foi objetivado este artigo, analisar atitudes e posicionamentos de alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública brasileira frente ao tema da produção de energia elétrica em larga escala. As análises indicam que a abordagem de questões ambientais possui um potencial considerável para a tomada de decisão e no desenvolvimento de pensamento crítico dos alunos. Além disso, foi percebida a capacidade dos alunos de reconhecer e refletir acerca de algumas controvérsias relacionadas com essa temática.

Palavras-chave: Ensino de física. Questões ambientais. Produção de energia elétrica em larga escala.

INTRODUÇÃO

A educação ambiental é um tipo de educação que trata da participação do cidadão nas discussões e decisões sobre meio ambiente, além de visar a utilização racional dos recursos ambientais. Assim, a educação ambiental é uma das mais importantes exigências educacionais contemporâneas, sendo esta imbuída da busca constante da consolidação da democracia, a solução de problemas ambientais e uma melhor qualidade de vida para todos (REIGOTA, 2009).

A escola tem papel importante no tocante a abordagem de temáticas ambientais, sendo que esta deve ser realizada em todas as disciplinas e nos diferentes níveis de ensino. Nesse contexto, as escolas devem promover a análise da realidade socioambiental na qual o aluno está inserido, propiciando mudanças de paradigma na forma de perceber o meio ambiente (DIAS, 2004). Para tanto, a educação ambiental deve ter um caráter crítico, além de se apresentar como emancipatória e transformadora, permitindo mudanças de paradigmas (GUIMARÃES, 2004). A partir disso, os alunos podem assumir atitudes críticas em relação aos conflitos ambientais, entendendo que é preciso a busca por novos caminhos, que passam pela participação social que objetive a emancipação socioambiental. Conforme Carvalho e Scotto (1995) tais conflitos são caracterizados por situações em que existam risos socioambientais sobre os quais não há reações tanto dos atingidos como da sociedade como um todo.

Para tanto, a aproximação entre os conteúdos abordados na escola com o cotidiano dos alunos é de extrema importância, inclusive sendo esses os temas mais importantes a serem selecionados para as aulas (DIAS, 2004). Por isso, no decorrer das atividades de educação ambiental os conteúdos devem ser apresentados levando em consideração os conhecimentos prévios, relacionando-os, sempre que possível, ao conhecimento científico. Nessa direção, Sato (2005) destaca que o professor deve buscar a inserção da dimensão ambiental no contexto local, permitindo a reflexão a partir da realidade e experiências vivenciadas pelos próprios alunos.

1 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professor de Biologia, Campus Araranguá, autor1@ifsc.edu.br

2 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Acadêmica do curso de Licenciatura em Física, Campus Araranguá, larissanpires@hotmail.com

3 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Acadêmica do curso de Licenciatura em Física, Campus Araranguá,

No contexto escolar, a Educação Ambiental Crítica contribui por permitir o entendimento amplo da participação social e da cidadania, que por sua vez é a premissa básica para a emancipação socioambiental. Nas palavras de Guimarães (2004, p.27) a partir disso é possível “uma leitura de mundo mais complexa e instrumentalizada para uma intervenção que contribua no processo de transformação da realidade socioambiental que é complexa”. Assim, a busca por práticas sociais que primem pelo bem-estar e igualdade social é de suma importância.

Em busca de uma educação ambiental que seja crítica a escola deve proporcionar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam no cotidiano. Com isso, é possível propiciar que os indivíduos se entendam como cidadãos no processo de modificação do contexto ambiental planetário, não se preocupando apenas como aspectos físicos e biológicos, mas também com os econômicos, sociais e políticos (SATO, 2005), ou seja, o socioambiental.

Além disso, conforme preconiza a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) educação ambiental deve estar presente em todos os níveis de ensino, inclusive no ensino médio, incorporada em todas as disciplinas de forma transversal conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Dentre as várias formas de trabalhar a educação ambiental, os PCNs destacam que a interdisciplinaridade como caminho promissor, sendo necessário, para tanto, desfragmentar os conteúdos e reunir as informações dentro de um mesmo contexto.

Entretanto, os debates sobre temáticas ambientais buscando a educação ambiental são bastante escassos nas aulas de Física (SILVA; CARVALHO, 2002), apesar de muitos temas dessa disciplina propiciarem tal prática. Assim, faz-se necessário uma maior mobilização no sentido de formação inicial e continuada para professores, a partir de um diagnóstico que busque elucidar o local da educação ambiental no ensino de Física, para que assim, seja possível a realização de ações que possibilitem a inserção de temáticas ambientais na referida disciplina, em busca de uma sensibilização ambiental dos alunos envolvidos.

Diante desse contexto, a presente pesquisa visa responder o seguinte questionamento: como a educação ambiental está e pode ser inserida no ensino de Física desenvolvido nas escolas de educação básica? Assim sendo, objetiva-se analisar a inserção da educação ambiental na disciplina de Física nas escolas do extremo sul catarinense.

METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta caráter qualitativo, na qual os dados foram analisados de forma descritiva, expondo as características da população (GIL, 2008). Para tanto, ela foi dividida em dois momentos: aplicação de um questionário com alunos que cursavam o terceiro ano do ensino médio e os três professores de física deles e realização de uma atividade de educação ambiental junto ao último ano do mesmo nível de ensino. Cabe ressaltar que todos compunham duas escolas de educação básica da rede pública estadual do extremo sul de Santa Catarina.

Para o primeiro momento foram elaborados dois questionários com perguntas diferentes, um direcionado à 40 alunos escolhidos aleatoriamente com seis questões e outro à três de seus professores de física com sete perguntas. Já o segundo momento constituiu de uma prática de educação ambiental realizada junto à 36 alunos matriculados na disciplina de física do 3º ano do ensino médio de uma escola básica estadual localizada no extremo sul de Santa Catarina. As ações foram desenvolvidas em conjunto com o professor regente da disciplina e os licenciandos do curso de Licenciatura em Física de uma instituição federal de ensino participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), doravante chamados de “pibidianos”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática de Educação Ambiental na disciplina de Física

Inicialmente foi perguntado aos alunos se na escola deles a Educação Ambiental estava presente em sala de aula. A maioria (65%) salientou que independentemente da disciplina ela é trabalhada pelos professores, porém de forma pouco significativa, sendo mais comum em Biologia e Ciências. Apesar disso, todos salientaram que a temática ambiental deveria permear todas as disciplinas.

Para a grande maioria dos alunos (77%) seria importante a inserção de temáticas ambientais na disciplina de Física de forma mais contundente, sendo que apenas 47% salientaram que elas são tratadas na disciplina apenas quando primordialmente faz parte do conteúdo.

Por último, foi questionado aos alunos se fora da escola procuram ler, informar-se ou até mesmo fazer algo pelo Meio Ambiente. A maioria (90%) afirmou que não procura se informar nem fazer nada pelo Meio Ambiente. Assim, foi percebida a necessidade urgente de práticas efetivas que levem a considerar e reavaliar atitudes perante ao Meio Ambiente.

Entre os professores dois salientaram que há certa dificuldade em realizar práticas de Educação Ambiental na disciplina de Física, pois o tempo é bem limitado para a elaboração das aulas e até mesmo de projetos que venham a contemplar o tema. No entanto, todos reconhecem a importância das temáticas ambientais dentro e fora da sala de aula.

Na opinião dos três professores a educação ambiental se caracteriza como um tema interdisciplinar que deve ser abordado em todas as disciplinas de forma integrada e consistente. Os professores parecem ter consciência da importância das temáticas ambientais, apesar das dificuldades para a execução de projetos que ponham em prática os desejos e anseios da comunidade escolar.

Quando realizam práticas de Educação Ambiental os professores afirmaram que buscam recursos metodológicos diferenciados, como os filmes, os sites e os livros para desenvolver e planejar a aula. No entanto, salientam que restringem isso na abordagem de conceitos físicos do conteúdo, como a transmissão de calor, as fontes alternativas de calor e ainda saúde, alimentação, tecnologia, entre outros.

Com relação aos temas abordados na prática de educação ambiental, Reigota (2009) afirma que ela não deve se basear apenas em transmissão de conteúdos e disciplinas específicas, como Biologia, por exemplo. Logo, não há um único conteúdo, uma vez que ele varia dependendo da faixa etária discente e do contexto educativo de inserção.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) o Meio Ambiente é um tema transversal, ou seja, ele deve permear todas as disciplinas e metodologias pedagógicas que contribuem para que o processo de ensino e aprendizagem. Assim sendo, é importante que toda a comunidade escolar avalie de acordo com progresso ou retrocesso dos trabalhos para saber até onde estão chegando com as atividades pedagógicas propostas em sala de aula e possam verificar os reflexos fora da escola.

O último questionamento realizado aos professores buscou saber a opinião deles sobre o ensino da Educação Ambiental com o auxílio de saídas de campo. Todos eles acreditam que é uma forma diferente, mais atrativa e dinâmica de realizar as atividades de Educação Ambiental, pois os alunos podem observar na prática o que aprendem em sala de aula, tornando mais significativo e próximo da realidade.

Um dos professores relatou de forma espontânea que a escola trabalha com projetos ambientais fora do período regular de aula, principalmente com os alunos que estudam em tempo integral que participam do projeto no turno em que não estudam. Segundo ele, esses são projetos interessantes para o desenvolvimento de sensibilização ambiental da comunidade escolar, pois têm como objetivo a plantação de árvores na localidade, mutirões da limpeza, projetos para instalação de coletores solares no pátio da escola como forma de demonstração de fontes alternativas de energia.

Nesse viés, Reigota (2009) salienta que ações de educação ambiental podem ser desenvolvidas considerando os próprios problemas ambientais da escola. A partir disso, segundo autor é possível fomentar debates e estudos que possibilitem o surgimento de meios que amenizem problemas ambientais específicos, além de envolver os alunos e as alunas e a comunidade na sua manutenção.

No entanto, Dias (2004) salienta que em práticas de educação ambiental se deve incorporar as dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais, ecológicas e éticas. Nessa direção, as escolas se caracterizam com um espaço propício para a promoção de um novo olhar sobre o Meio Ambiente e para o fomento de atitudes sustentáveis.

Educação Ambiental, ensino de Física e formação inicial docente: relato de uma experiência

Inicialmente o professor solicitou que os “pibidianos” selecionassem experimentos relacionados ao conteúdo de “Eletricidade”, que seria posteriormente abordado junto aos alunos da turma investigada. Após a seleção eles foram apresentados ao docente, que fez as adaptações necessárias para a utilização em aula.

Na etapa seguinte o professor iniciou a abordagem do conteúdo junto a turma por meio da seguinte questão: “O que faz o chuveiro, o forno de micro-ondas e a o secador de cabelo funcionar?”. A partir dessa primeira abordagem foi realizado um debate no qual os alunos foram estimulados a manifestarem as concepções em relação ao tema. Nesse momento, ficou claro, que a maioria compreendia que os mais diversos eletrodomésticos só funcionavam à base de energia elétrica.

Corroborando Andrade Junior, Dantas e Nobre (2010) o tema “energia elétrica” faz parte do cotidiano dos alunos, sendo comum a existência de concepções alternativas acerca dele. Assim, isso deve ser considerado no momento da abordagem do conteúdo de eletricidade no ensino médio, a partir da mobilização do contexto social, econômico e cultural discente.

Em seguida foram demonstrados os experimentos selecionados (por exemplo, eletrização por atrito e corrente elétrica), objetivaram introduzir o conteúdo de eletricidade. Durante a demonstração os alunos foram questionados sobre os princípios de funcionamento dos experimentos, com intuito de fazê-los pensar a respeito de algumas ações diárias nas quais a energia elétrica está presente.

Demonstrados e discutidos os experimentos, nas quatro aulas seguintes o professor explicou os conceitos físicos sobre eletricidade. Para tanto, utilizou como recursos didáticos slides, vídeos e a resolução de exercícios sobre o tema.

Nas duas aulas seguintes os “pibidianos” organizaram sequências didáticas a respeito de geração de energia elétrica em larga escala. Nesse momento foram abordados temas como, energias renováveis e não renováveis, e a importância e versatilidade da energia elétrica produzida de diferentes maneiras.

Como forma de discutir a temática “geração de energia elétrica em larga escala” foram selecionados alguns textos de divulgação científica publicados em revistas do gênero que salientavam sobre as formas de produção de energia elétrica, assim como os pontos positivos e negativos de cada uma delas. Para tanto, a turma foi dividida em oito grupos, sendo que para cada qual foi disponibilizado textos diferentes sobre cada forma de produção de energia elétrica em larga escala. Após, cada grupo leu, discutiu e refletiu sobre aquela forma de produzir energia e posteriormente socializou e discutiu com o grande grupo.

Nesse momento foi objetivado discutir as questões sociais, ambientais, econômicas e políticas envolvidas na produção de energia elétrica em larga escala. Com isso, pretendeu-se o posicionamento dos alunos a partir dos argumentos construídos para defender a forma de produção energética em relação à questão sociocientífica em voga.

Na etapa seguinte foi planejada e realizada uma saída de campo que consistiu na visitação a uma usina termelétrica que trabalha com a geração e comercialização de energia elétrica a partir da queima de carvão mineral, localizada no sul de Santa Catarina. Antes da saída de campo foi realizada

na sala de aula a apresentação do roteiro, incluindo todas as atividades que seriam realizadas pelos alunos. Assim, nesse momento, foram apresentados os objetos e as ações da visita de estudo a partir de um roteiro pré-estabelecido. Conforme Marandino, Selles e Ferreira (2009) antes de qualquer saída de campo os discentes têm que ter clareza sobre os objetivos e das atividades que devem realizar durante a atividade, para que assim, todo o potencial da atividade seja explorado.

Nesse momento foi explicado que a saída de campo serviria para a compreensão dos processos de produção de energia elétrica em uma usina termelétrica movida a carvão mineral, para posterior debate em sala de aula a partir da produção de um vídeo. Dentre as ações que deveriam ser realizadas durante a aula foi solicitado que fotografassem e anotassem em um diário de campo as informações obtidas a partir das explicações do guia ou dos questionamentos realizados pelos colegas. Para a saída de campo os alunos foram organizados em oito grupos de três componentes em média e orientados a seguirem o roteiro previamente discutido na escola.

No caminho da Usina Termelétrica, enquanto o ônibus se deslocava para a cidade destino, o professor regente de física retomou o tema “Geração de energia elétrica em larga escala”. Nesse momento os alunos interagiram entre si e com o professor, de forma que cada um expôs o que conhecia sobre usina termelétrica. À medida que cada colega argumentava surgiram dúvidas que instigaram os alunos a conhecer a usina.

Ao chegar à usina todos foram encaminhados para uma sala de recepção da empresa na qual receberam um lanche. Em seguida, foi realizada uma apresentação por meio de slides sobre a usina que versou desde a construção da usina, até a produção da energia elétrica a partir da queima de carvão mineral. Durante essa etapa, assim como as demais, ficou clara a intenção de mostrar a preocupação com as questões ambientais, destacando, por exemplo, a presença de filtros nas chaminés da usina, a preocupação com a acidificação da chuva, os laudos que os órgãos ambientais realizam periodicamente, entre outros.

Depois dessa conversa inicial foi iniciada a visita em alguns pontos que compunham a estrutura da usina. Inicialmente os alunos foram direcionados para uma grande maquete que reproduzia as estruturas da usina, na qual o guia enfatizou a existência das torres de resfriamento, a localização dos filtros de ar nas chaminés e a forma como a energia elétrica era produzida.

A seguir, os discentes foram direcionados para o parque ambiental construído pela empresa que administra a usina. Nesse local foi enfatizada a construção sobre um antigo local de deposição de resíduos carbonífero recuperado e a estrutura da área (espaço cultural, local para confraternização e espaço para a comunidade fazer atividades físicas).

Após, ocorreu à visita a dois projetos que estão sendo implementados pela empresa em parceria com uma universidade federal, constituídos por uma usina solar e uma torre eólica que funcionam em fase experimental.

Segundo o guia a usina solar é a maior em potência e tamanho em funcionamento no país. Foi explicado também que a luz solar, que é renovável, pode servir como fonte alternativa de geração de energia elétrica e que o Brasil possui grande potencial para esse tipo de geração de energia. Além disso, as células fotovoltaicas foram apresentadas aos alunos.

Como último ponto de parada foi visitado o horto florestal que a empresa mantém como meio de realizar a arborização de suas instalações. Nesse local foi apresentado o sistema de compostagem e a produção de mudas de árvores frutíferas e nativas, que são utilizadas no reflorestamento do parque ambiental.

É importante salientar que no decorrer da atividade os alunos fotografaram e filmaram cada local e espaço visitado. Além disso, à medida que a usina foi apresentada os alunos foram levantando novas informações, por meio de questionamentos relevantes que contribuíram significativamente. A saída de campo serviu para que os alunos percebessem in loco a produção de energia elétrica pela termelétrica, por meio de questionamentos, registros de imagens e observações. Isso contribuiu para que o aluno construísse o próprio conhecimento, a partir da interação ativa durante a atividade de forma crítica e reflexiva.

Após a saída de campo cada grupo recebeu a tarefa de produzir um vídeo, apresentando além da explicação a respeito de geração de energia a partir da usina visitada, imagens e filmagens das observações e ações realizadas durante toda a saída de campo. Além disso, foi solicitado que se posicionassem em relação a esse tipo de produção de energia elétrica.

A confecção de um vídeo para apresentação do observado na saída a campo e as considerações dos alunos foi escolhida por esse ser um dos recursos tecnológicos de grande aproveitamento por parte dos alunos. Além disso, no contexto escolar os vídeos contribuem de várias formas com o processo de ensino e aprendizagem como, por exemplo, para a motivação, para a ilustração de conceitos e experiências, para simular fenômenos que não são facilmente observáveis e como meio de informação (CORRÊA; CHAMBEL, 2004).

Em seguida, foram apresentados os parâmetros para a produção do vídeo e entregue um roteiro de como produzir material. Como parâmetros para a produção foram apresentados os seguintes: o vídeo deveria que ter no máximo quatro minutos de duração, poderia ser realizado no espaço da escola, como na sala de informática, e seriam disponibilizados os recursos tecnológicos, como câmeras e notebooks, para realização das filmagens e edições dos vídeos.

No decorrer da confecção dos vídeos os alunos foram auxiliados pelos “pibidianos” e orientados pelo professor de física. Após o término, os vídeos foram encaminhados ao o último, que realizou a avaliação final e liberou para a apresentação e discussão na turma.

Os alunos produziram oito vídeos com duração média de dois minutos, sendo adequados para ser exibido em sala de aula, permitindo o debate e o estímulo às discussões frutíferas. Todos utilizaram imagens da saída a campo e retiradas na internet, em conjunto com as explicações, sendo que nenhum aluno apareceu explicando o material apresentado. A inserção de áudio apareceu em apenas um vídeo, na forma de uma música de fundo. Com exceção de um vídeo, os demais foram bem elaborados, apresentando boas sequências de cenas e criatividade em relação às ideias para a produção.

Os vídeos apresentaram as informações obtidas durante a visita à usina em conjunto com conceitos adicionais pesquisados em outras fontes. A gama de conceitos apresentados sugere que houve pesquisa em outras fontes para a compreensão daquela forma de produção de energia elétrica. Isso indica a disponibilidade dos alunos em buscar informações quando orientados e estimulados, contribuindo para a autonomia na direção de uma formação crítica.

A produção dos vídeos permitiu o estabelecimento de relações entre os conhecimentos abordados no momento da saída de campo, de forma a complementar de forma crítica o abordado. Assim, o planejamento e a elaboração dos vídeos, assim como a pesquisa na internet, proporcionaram um maior entendimento acerca do tema.

Mais especificamente em relação à confecção dos vídeos, dois grupos apresentaram dificuldades pelo pouco conhecimento da utilização do computador. Assim, essa atividade permitiu a familiarização com os recursos computacionais, contribuindo com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências digitais, desde a busca e seleção de informação na internet, até o processo de confecções de vídeos.

As atividades foram realizadas de forma colaborativa, uma vez que permitiram o compartilhamento de saberes, pois nem todos sabiam, por exemplo, como utilizar as ferramentas de mídia, favorecendo a interação. A interação entre os discentes durante a produção do vídeo foi muito perceptível, o que contribuiu para maior sucesso da atividade proposta e para o aumento do interesse em desenvolver os vídeos.

A partir da produção dos vídeos os alunos puderam pensar em cada etapa desse processo de produção de energia, até chegar à utilização dela no cotidiano. A partir dessa atividade os alunos tiveram a oportunidade de repensar os hábitos, bem como, as atitudes, uma vez que vivenciaram cada estágio da produção energética na construção do recurso audiovisual.

Após o término da etapa de confecção dos vídeos, esses foram apresentados para a turma seguindo os seguintes passos: a turma foi organizada em círculo, para qual cada grupo apresentou o material

produzido e posteriormente realizado a discussão e os principais pontos apresentados na produção. Assim, a apresentação dos vídeos, seguida das discussões foram bastante produtivas, corroborando Silva e Carvalho (2006), que salientam que a temática em questão propicia um ambiente para discussões que tendem a conduzir para a reflexão.

Apesar das dificuldades encontradas por alguns alunos em se expor inicialmente, a maioria deles pareceu entusiasmado e envolvido com as discussões. Isso foi verificado por meio da participação ativa nas colocações e pelas respostas aos questionamentos que surgiram, fomentando assim, episódios de discussão. Com essa postura, a cada vídeo as discussões entre os alunos e desses com o professor se tornaram mais profícuas, viabilizando a integração entre o conhecimento científico e as experiências cotidianas.

No decorrer das apresentações dos vídeos os alunos tiveram que enfrentar críticas e questionamentos realizados pelos outros grupos. Esse fator desencadeou os processos de discussões sobre os benefícios e prejuízos causados pela formação de energia elétrica a partir do tipo de usina em questão. Dos oito grupos, três levantaram argumentos que qualificava a produção de energia elétrica por meio das termelétricas, alegando que esse meio é importante para a energia elétrica chegar até as residências, e que sem ela poderia haver um “apagão”.

Os demais grupos, como forma alternativa de produzir energia elétrica, consideram as duas outras formas vistas na saída a campo, ou seja, a eólica e a fotovoltaica, por serem menos poluentes. É importante salientar que mesmo recomendando as duas formas de produção de energia elétrica, quatro grupos ponderaram que mesmo sendo renováveis, essas ainda assim, podem causar danos ambientais, econômicos e sociais.

É importante salientar, que a partir dos vídeos e das discussões ficou evidente que os alunos perceberam que as termelétricas produzem energia com alto preço, devido ao combustível e que podem produzir alguns poluentes atmosféricos. Além disso, mesmo os que são contra a esse meio de produzir energia elétrica, e sugeriram as energias eólicas e fotovoltaicas como alternativas, compreendem que essas possuem algum nível de efeito negativo sobre o meio ambiente, mesmo que em níveis mais baixos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho, apesar de a prática de Educação Ambiental ser esporádica e pontuais nas aulas de Física, houve indícios do potencial dela nas aulas de Física. Isso foi verificado a partir da mudança no comportamento dos alunos em relação à tomada de decisões e capacidade de negociação durante as discussões da prática de Educação Ambiental realizada. No decorrer da atividade foi percebida maior criticidade em relação ao tema, observada a partir da defesa dos pontos de vistas com a utilização de argumentos consistentes. Tal fato foi percebido a partir do não contentamento com qualquer resposta para os questionamentos e a reflexão sobre as questões ambientais envolvidas na produção de energia termelétrica.

E finalmente, a realização de atividades que privilegiam a participação ativa dos alunos e a pluralidade metodológica parece ser um meio promissor para a superação da falta de interesse e de motivação em aprender física. No entanto, cabe ressaltar que a utilização de metodologias de ensino diferenciadas requer a superação de barreiras estabelecidas pelos próprios docentes, como o conteudismo, a ausência de relação entre conhecimento científico e o cotidiano, a visão neutra e redentora da C&T, entre outros.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JUNIOR, J.A.; DANTAS, C.R.S.; NOBRE, F.A.S. **O estudo de energia:** uma experiência de ensino na perspectiva CTS e o uso de mídias. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.5, n.1, p. 21-29, 2010.

BRASIL. **Lei no6.938 de 31 de agosto de 1981** – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 09 ago. 2019.

CARVALHO, I. C. M.; SCOTTO, M. G. **Conflitos sócio-ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: IBASE, 1995.

CORREIA, N.; CHAMBEL, T. **Integração multimídia em meios e ambientes aumentados nos contextos**. *Educativos e Culturais: Arte e Ciências*, n. 2, 2004.

DIAS, G.F. **Educação Ambiental:** princípios e práticas. 9.ed. São Paulo: Gaia, 2004.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P.P. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.25-34.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia:** histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 2009.

SATO, M. **Educação Ambiental**. São Carlos: Rima, 2005.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. **A temática ambiental e o ensino de física na escola média**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, no. 3, 2002.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. **O ensino de física a partir de temas controversos:** a produção de energia elétrica em larga escala. *Interacções*, n.4, p.42-63, 2006.

A TRANSFORMAÇÃO DOS ESPAÇOS DO CÂMPUS EM AMBIENTES NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO E SEU IMPACTO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM: O SISTEMA SOLAR EM ESCALA NO CÂMPUS CRICIÚMA¹

ORLANDO GONNELLI NETTO²

JOÃO VITOR ALVES ROCHA³

GUSTAVO GARCIA BERNARDEZ⁴

Resumo - Neste artigo propomos uma abordagem para o ensino de Astronomia fora da sala de aula convencional a partir da transformação dos espaços do IFSC Criciúma em ambientes não formais de educação, nos quais o educando interage com maquetes espalhadas pelo câmpus. Construímos uma representação do sistema solar respeitando ao mesmo tempo a escala de distância e diâmetro dos principais astros visíveis a olho nu, utilizando o campus como referência. Tal construção foi guiada pelas respostas a um questionário exploratório aplicado aos estudantes do câmpus. Detectamos percentual de acertos maior que 50% nas questões que envolvem saberes comuns ao público. Questões que envolvem conhecimentos mais específicos e representação da posição e tamanho dos astros apresentaram percentual baixo de acertos. A análise da aprendizagem mediada por ambientes não formais, em estudos futuros, possibilitará refletirmos acerca do por que a Astronomia continua sendo um saber repleto de concepções espontâneas, erros conceituais, mitos e dificuldades no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-Chave: Astronomia, ambientes não formais, sistema solar.

INTRODUÇÃO

Um espaço formal de educação é entendido da literatura como aquele que propicia o ensino em ambiente escolar, estruturado e planejado para que o conhecimento seja didaticamente trabalhado (LANGHINI; NARDI, 2009, p. 2). Tal ambiente estabelece práticas educativas fortemente institucionalizadas, garantidas por lei e organizadas de acordo com uma padronização nacional (LANGHINI; NARDI, 2009, p. 2) (CIBELLE; AROCA, 2011, p. 2) (MARANDINO et. al., 2008). No entanto, não podemos garantir que todos os conteúdos programáticos sejam trabalhados na educação formal e explorados nos vários aspectos da aprendizagem. Por exemplo, as noções ou percepções físicas de distância entre os astros celestes e suas posições e a dimensão do Universo precisam de outras estratégias didáticas alheias às salas de aulas convencionais. Como agravante, para muitos professores que não tiveram contato com tópicos em Astronomia na sua formação inicial e continuada, há a concepção do Universo e seus elementos de maneira distante dos modelos científicos atuais (CIBELLE; AROCA, 2011, p. 2). Nos livros textos, que ainda são a principal referência destes professores nos espaços formais de educação, muitas vezes os tópicos em Astronomia são tratados de maneira restrita e incompleta, limitando-os a notas curtas ou textos complementares, contrapondo-se à BNCC. A saber:

1 Projeto aprovado no Edital Universal de Pesquisa n°2/2017/PROPPI.

2 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professor de Física, Campus Criciúma, orlando.netto@ifsc.edu.

3 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Técnico em Química, Campus Criciúma, joa@ika321@outlook.com.

4 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Técnico em Química, Campus Criciúma, gustavogb09@hotmail.com

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes - suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários. (BRASIL, 2017, p. 328).

Diferentemente da educação formal, a educação não formal caracteriza-se por qualquer atividade organizada fora do sistema formal de educação (MARANDINO et. al., 2008). Podemos citar observatórios astronômicos, museus, planetários, clubes de astrônomos amadores, instituições não convencionais que organizam feiras e encontros. Em tais ambientes observamos práticas educativas com caráter sempre coletivo nas quais o indivíduo experimenta a liberdade de escolher métodos e conteúdos de aprendizagem sem a obrigatoriedade legislativa (LANGHINI; NARDI, 2009), motivando-se, portanto, a estudar ciências por ter contato com instrumentos e práticas científicas.

Como hipótese, neste panorama, o ensino das dimensões do sistema solar ganha nova abordagem, pois podemos utilizar distâncias cotidianas como referência de escala para as distâncias astronômicas, distribuindo o sistema pelo campus de tal maneira que se respeite ao mesmo tempo a escala de diâmetro dos astros e o raio de suas órbitas. Dessa forma, tal construção pode auxiliar na superação de concepções erradas acerca das dimensões dos astros e do próprio Universo, divulgando a ciência de forma correta. Portanto, os objetivos do projeto foram: aplicar um questionário exploratório para avaliar minimamente o conhecimento dos alunos do campus sobre o sistema solar antes da construção das maquetes e, a partir dele, elaborar minimamente um guia para os textos que trazem informação sobre os astros. Na sequência, projetamos e construímos um sistema solar no campus que respeita a escala de distância e diâmetro dos astros utilizando o próprio campus como referência. Por fim, divulgamos o projeto para toda a comunidade inserindo-o no roteiro de visitas orientadas dos projetos institucionais de extensão.

METODOLOGIA

Buscamos estruturar maquetes educativas que contém informações diretas e de fácil entendimento para a comunidade do campus. O tipo de informação, como apresentá-la e didatizá-la foi baseado num questionário exploratório aplicado aos estudantes de ensino médio e superior do campus de forma aleatório ao longo de 02 dias de entrevistas. Os estudantes que participaram foram isolados para não consultarem qualquer material de apoio nem outro estudante. Os questionários levaram em média 3 minutos para serem respondidos. Ao todo, foram entrevistados 49 alunos do ensino médio técnico e 38 do ensino superior (licenciatura e engenharias). Propusemos três estilos de questões: múltipla escolha, verdadeiro ou falso e desenhe a resposta. Este instrumento metodológico foi criado por nós e não seguiu referência definida. Analisando as respostas, conseguimos um guia mínimo para a execução do projeto.

Na sequência, estudamos o projeto de sistema solar em escala, localizado no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). Nesse projeto, o sistema solar está representado com todos os astros e sua principal característica é a escala de distância e diâmetro dos planetas também baseada na escala de tamanho campus⁵. Aqui, encontramos inspiração para o layout de nossas maquetes e a representação do astro através de esferas de metal em resina transparente. Outro projeto que nos inspirou está na cidade de Florianópolis-SC, onde encontramos, ao longo de 10 km da avenida Beira

5 Mais informações sobre o projeto podem ser encontradas em: < <http://www.cdcc.usp.br/cda/jct/sistema-solar/index.html> >.

Mar, marcos de posicionamento dos planetas do sistema solar através de placas de concreto com breve descrição dos astros respeitando a escala de distância entre eles. Este projeto nos auxiliou no layout. Não conseguimos encontrar informações oficiais referentes à concepção, planejamento e montagem das estruturas na Beira Mar.

Com relação ao nosso projeto, todo seu desenho, escrita e montagem se deu nas dependências do IFSC Campus Criciúma. As maquetes projetadas possuem uma estrutura de metal em estilo púlpito, onde a descrição do astro e o texto explicativo está colocado. O planeta é representado por uma esfera de metal dentro de uma resina transparente circular. A esfera e a resina ficam encaixadas no centro de uma placa quadrada de acrílico transparente anexo à estrutura de metal. Após a montagem e implantação, o sistema solar fica disponível para visitação e faz parte das visitas orientadas às escolas e ao público em geral que participam de projetos de extensão institucionalizados. A manutenção das maquetes é realizada periodicamente pelos servidores do campus e por projetos de extensão complementares.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Fig. 1, temos as questões de múltipla escolha que compõe o questionário exploratório e as respectivas alternativas corretas destacadas com asterisco.

1. Quantos planetas tem o Sistema Solar? a) 5 b) 6 c) 7 d) 8* e) 9	4. Quantas luas de Júpiter podem ser vistas com telescópios amadores de Terra? a) 0 b) 1 c) 2 d) 3 e) 4*	7. Do que é feito o sol? a) Apenas hidrogênio b) Fogo c) Magma d) Apenas Hélio e) Todos os elementos químicos*	10. Qual é o planeta mais quente do Sistema Solar? a) Mercúrio b) Vênus* c) Terra d) Marte e) Júpiter
2. Qual é o maior planeta do sistema solar? a) Terra b) Urano c) Saturno d) Netuno e) Júpiter*	5. Do que são os anéis de Saturno? a) Poeira e gelo* b) Nitrogênio líquido c) Gases d) Metais e) Disco sólido	8. Qual é o estado físico da matéria que constitui o Sol? a) Sólido b) Líquido c) Gasoso d) Plasma* e) Condensado de Bose-Einstein	11. Porque a Lua tem mais crateras que a Terra? a) Coem mais asteroides na lua b) A lua não possui atmosfera* c) A gravidade da lua é menor d) Pedregos da lua são atraídos para a Terra e) A Terra possui Oceanos
3. Qual é o planeta mais próximo do Sol? a) Júpiter b) Terra c) Vênus d) Mercúrio* e) Marte	6. Em quais planetas do sistema solar há vida? a) Todos b) Nenhum c) Apenas em Marte d) Apenas na Terra* e) Terra e Marte	9. Qual é a porcentagem em massa do Sol em relação ao Sistema Solar? a) 1,1% b) 10,5% c) 50,9% d) 79,5% e) 99,9%*	

Figura 1: questões de múltipla escolha. FONTE: Dados da pesquisa.

Na Fig. 2 temos a segunda parte do questionário que continha 06 afirmações no estilo Verdadeiro ou Falso.

	12. Assinale Verdadeiro ou Falso
(V)	Em Vênus, um dia dura mais que um ano
(F)	Em Marte se localiza o Monte Olimpo, o maior vulcão do sistema solar
(F)	Saturno é o único planeta do Sistema Solar que possui anéis
(V)	Urano e Netuno não são visíveis a olho nu
(F)	Urano é azul porque sua atmosfera é igual ao da Terra, ou seja, nitrogênio, oxigênio, água e gás carbônico
(F)	O planeta mais próximo da Terra é Marte

Figura 2: questões de Verdadeiro ou Falso. FONTE: Dados da pesquisa.

Na Fig. 3, temos o estilo de questão onde os entrevistados devem representar o que se pede através de desenhos ou marcações.

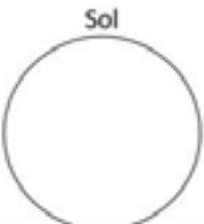
13. Na figura abaixo temos a distância Sol - Netuno. Marque um ponto sobre a reta onde melhor se localiza a Terra.



14. Na figura abaixo temos a distância Sol - Terra. Marque um ponto sobre a reta onde se localiza a Lua.



15. Na figura abaixo está representado o sol. Desenhe os planetas Terra, Vênus e Júpiter ao lado do sol respeitando a escala de diâmetro.



*Figura 3: questões para desenhar.
FONTE: Dados da pesquisa.*

Como dito anteriormente, foram entrevistados 49 alunos do ensino médio técnico e 38 do ensino superior (licenciatura e engenharias). Acreditamos que essa amostragem represente significativamente a totalidade dos alunos. A Tab. 1 e a Tab. 2 a seguir representam uma contagem percentual de acertos nas questões de múltipla escolha e verdadeiro ou falso do questionário.

Da Tab. 1 notamos que há correlação entre acertos acima e abaixo de 50% em todas as questões em ambos os grupos de alunos, exceto a questão 9. Ela trata da relação de massa dos astros do sistema solar, o que não é intuitivo a princípio: 30 alunos do ensino médio assinalaram a alternativa (b) como verdadeira. A questão 4 trata das luas galileanas, geralmente apresentadas no tópico História da Astronomia, dada a importância da sua descoberta no desenvolvimento do método científico. Nesta questão, não houve preferência de resposta pelos entrevistados de ambos os grupos. Na questão 7, que trata do estado físico do sol, a maioria dos alunos de ambos os grupos assinalou a alternativa “c) magma”. Na questão 10, que trata do planeta mais quente, a maioria dos alunos de ambos os grupos assinalou Mercúrio: o mais próximo do sol. Em ambas as questões 7 e 10, acreditamos que o senso comum construído a partir de textos jornalísticos pouco criteriosos e explicações superficiais guiaram a escolha dos estudantes.

Tabela 1 – porcentagem de acertos nas questões de múltipla escolha

Número da questão	% acertos Ensino Médio	% acertos Ensino Superior
1	55,1	85,7
2	63,8	71,4
3	70	100
4	12,5	16,7
5	51,0	57,1
6	79,2	83,3
7	23,4	16,7
8	72,9	71,4
9	14,6	60
10	27,1	14,3
11	31,2	33,3

FONTE: dados da pesquisa.

Da Tab. 2, que trata das questões de Verdadeiro e Falso, notamos que os itens (a) e (b) tiveram discrepância entre os grupos. Além disso, notamos baixo percentual de acertos em geral, o que acreditamos dever-se à especificidade das questões que exigiam conhecimento mais profundo. Vale destacar que na afirmação (f), também prevaleceu o senso comum, uma vez que o planeta Marte é constantemente citado na mídia como o foco de pesquisas, o que pode ter induzido o entrevistado ao erro.

Tabela 2 – porcentagem de acertos nas questões de verdadeiro ou falso.

Item da questão	% acerto Ensino Médio	% acerto Ensino Superior
a	58,3	71,4
b	54,1	37,5
c	52,1	14,3
d	48	28,6
e	68,8	100
f	2,2	28,6

FONTE: dados da pesquisa.

Com relação ao último estilo de questão, onde o entrevistado deve marcar sobre uma reta posições dos astros e representar/desenhar o tamanho aproximado deles sempre em relação a um referencial estabelecido na questão, identificamos que nenhum aluno representou de maneira fidedigna os astros e as posições respeitando as escalas fornecidas. Apesar de representações variadas, notamos um certo padrão que se repete nas respostas. Na questão 13, um total de 85,4% dos alunos (dois grupos somados) marcaram a posição da Terra sempre mais próxima do Sol que Netuno. Porém, sem respeitar a escala de distância Sol-Netuno. A Fig. 4 contém a resposta de um aluno que exemplifica este padrão encontrado.

Figura 4: resposta de um aluno à questão 13.
FONTE: dados da pesquisa.



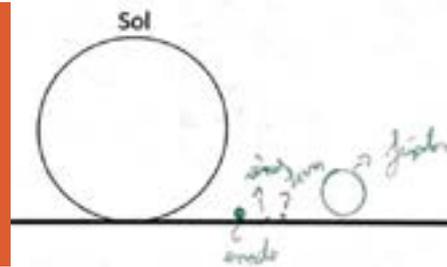
Quanto à posição da Lua na questão 14, um total de 81,8% dos alunos (dois grupos somados) representaram a Lua próxima à Terra. Porém, eles não respeitaram a escala de distância Sol-Terra proposto. A Fig. 5 traz a resposta de um estudante que exemplifica este padrão.

Figura 5: resposta de um aluno à questão 14.
FONTE: dados da pesquisa.



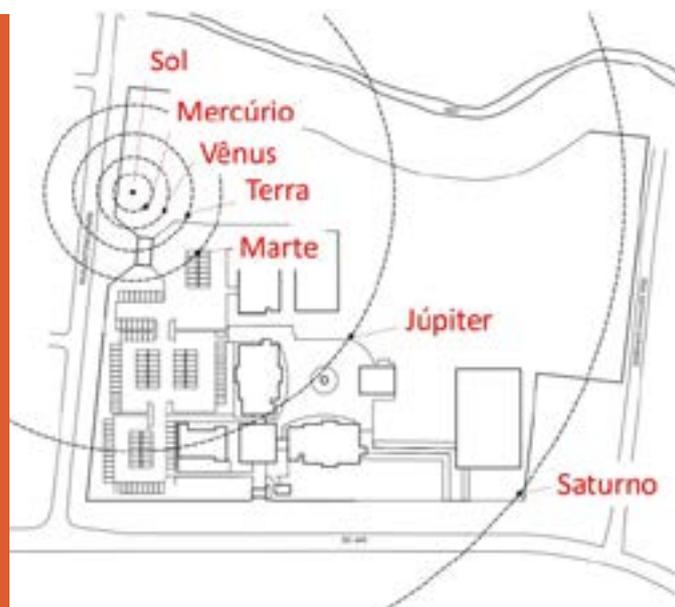
Quanto à representação da Terra, Vênus e Júpiter, 37,2% do total de alunos representaram Vênus e Terra de mesmo tamanho e Júpiter maior que eles. Destes, 23% chegaram próximos a uma representação adequada para a escala proposta. Exemplo de uma representação próxima à adequada está na Fig. 6 a seguir.

Figura 6: resposta de um aluno à questão 15.
FONTE: dados da pesquisa.



As respostas ao questionário sugerem que devemos enfatizar os aspectos físicos dos planetas, principalmente sua distribuição espacial e seus diâmetros. Tal análise corrobora nossa hipótese de que é necessária uma referência comum, conhecida e que seja experimentada fisicamente pelos visitantes para basearmos nossas maquetes. Dessa forma, o sistema solar no campus foi projetado com base nas dimensões do campus, posicionando o Sol e Saturno nos extremos e os demais planetas Mercúrio, Vênus, Terra, Marte e Júpiter entre eles. A opção por representar os astros visíveis a olho nu se deu devido às dimensões envolvidas e ao limite operacional, uma vez que, para representar Urano e Netuno dentro do campus, as principais luas do sistema solar, além de Mercúrio e Marte, teriam um diâmetro inferior a 0,3 milímetro, o que se mostrou impraticável operacionalmente pois não conseguimos esferas com tais medidas. A distribuição pelo campus e a órbita dos astros está mostrada na Fig. 7.

Figura 7: posição dos astros no campus e suas órbitas.
FONTE: dados da pesquisa.



MATEMÁTICA APLICADA NA BUSCA DO ÓTIMO: RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS CACHEIRO VIAJANTE E CIRCUITO MAGNÉTICO

A Fig. 8 exemplifica três maquetes que trazem texto explicativo do planeta, o nome, o símbolo e esferas que respeitam a escala utilizada. No texto, procuramos sanar as dificuldades e senso comum reveladas no questionário.

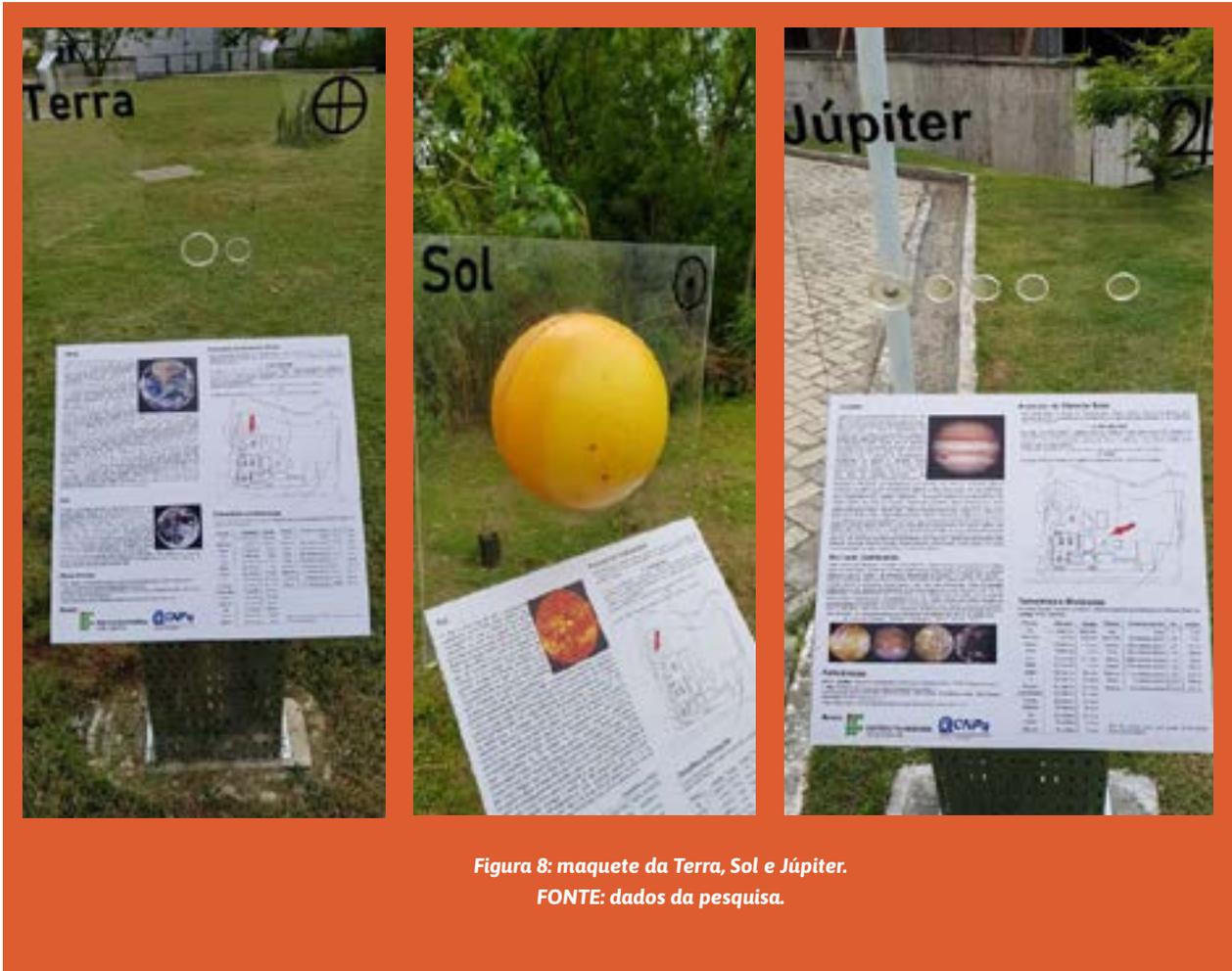


Figura 8: maquete da Terra, Sol e Júpiter.
FONTE: dados da pesquisa.

Na Fig. 9, vemos uma ampliação que mostra as esferas de metal encrustadas na resina transparente no centro do acrílico quadrado que representam os astros na escala do campus.



Figura 9: uma ampliação das maquetes da Terra e Júpiter destacando as esferas que representam os astros.
FONTE: dados da pesquisa.

A Tab. 3 mostra as dimensões do Sistema solar adaptadas para o campus, onde a distância Sol-Saturno, 227 metros, é a escala de referência utilizada no Sistema.

Tabela 3 - as dimensões do adaptadas para o câmpus.

Astro	Diâmetro real (m)	Escala (mm)*	Distância real do Sol (m)	Escala (m)
Sol	$1,4 \cdot 10^9$	220	0	0
Mercúrio	$5 \cdot 10^6$	0,8	$5,8 \cdot 10^{10}$	9
Vênus	$1,21 \cdot 10^7$	2	$1,08 \cdot 10^{11}$	17
Terra	$1,20 \cdot 10^7$	2	$1,5 \cdot 10^{11}$	24
Lua	$3,5 \cdot 10^6$	0,7	-	-
Marte	$6,8 \cdot 10^6$	1	$2,28 \cdot 10^{11}$	36
Júpiter	$1,4 \cdot 10^5$	22	$7,78 \cdot 10^{11}$	123
Io	$3,6 \cdot 10^6$	0,6	-	-
Europa	$3,1 \cdot 10^6$	0,5	-	-
Ganímedes	$5,3 \cdot 10^6$	0,7	-	-
Calisto	$4,8 \cdot 10^6$	0,8	-	-
Saturno	$1,17 \cdot 10^8$	18	$1,4 \cdot 10^{12}$	227
Titã	$5,1 \cdot 10^6$	0,8	-	-
Urano	$5,1 \cdot 10^7$	8	$3 \cdot 10^{12}$	454
Netuno	$5 \cdot 10^7$	8	$4,5 \cdot 10^{12}$	711

* Optamos aqui por manter a unidade de medida em milímetros.

FONTE: www.nasa.gov.

Em analogia com o projeto do sistema solar no campus da USP São Carlos, onde a distância referência utilizada para distribuir os planetas foi de 750 metros (SOUZA; HONEL, 2019) e, dessa forma, todos os astros e suas luas puderam ser representados com diâmetros da ordem de milímetros e centímetros, no IFSC campus Criciúma, a distância referência de 227 metros tornou impraticável representar o sistema todo, uma vez que o diâmetro de todas as luas não chegaria a 0,1 milímetro, o que tornaria nosso sistema difícil de ser representado fisicamente. Dessa forma, escalonamos o sistema solar até Saturno e escolhemos não representar Urano e Netuno que, para próximos projetos, já existem projeções do posicionamento de suas maquetes fora do campus, situados em via pública e via particular, o que demandará parcerias com a prefeitura e empresas privadas da região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como os espaços não formais de ensino visam a aprendizagem fora do ambiente escolar formal, a transformação dos espaços do campus em ambientes não formais tem potencial de atrair parcerias em projetos de extensão com escolas da microrregião de Criciúma que estejam interessadas em visitas orientadas. Não obstante, esses ambientes são artifícios cada vez mais solicitados em contraste aos tradicionais métodos de ensino e são foco crescente de estudos na literatura. As futuras pesquisas do grupo buscarão delinear respostas para outras questões, tais como: Quais são as características da aprendizagem mediada por esses ambientes com relação ao sistema solar e a noção de escala dos astros e Universo? Os espaços do campus podem ser usados para tal fim? De que forma?

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Campus Criciúma pelo financiamento do projeto, aos técnicos de laboratório, em especial ao Márcio Adams, aos professores colaboradores e parceiros externos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 19 de ago. de 2019.

CIBELLE, C. S.; AROCA, S. **Ensino de astronomia em um espaço não formal**: observação do Sol e de manchas solares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 1, 1402, 2011.

LANGHINI, R.; NARDI, R. **Ensino da astronomia no Brasil**: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 4, 4402, 2009.

MARANDINO, M.; SILVEIRA, R.V.M.; CHELINI, M.J.; FERNANDES, A.B., in: **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, ENPEC, Bauru, 2004.

ENSINO DE FÍSICA EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: O MUSEU WEG DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

IANKIE GABRIEL MILANI¹

RODRIGO DIONISSA²

VIVIANE GRIMM³

RESUMO

Este artigo busca refletir sobre os museus como espaços de educação não formal e de promoção da alfabetização científica. O objeto de estudo foi o Museu WEG de Ciência e Tecnologia, cujo objetivo foi identificar quais as potencialidades desse museu para o ensino de Física. A coleta de dados se deu por meio de observações de atividades desenvolvidas no espaço, entrevistas com a monitora e coordenadora museológica, além de pesquisa documental no site e demais mídias sociais do museu. A partir da pesquisa realizada considera-se que o museu WEG apresenta elevado potencial para o ensino de Física, principalmente sobre eletromagnetismo, visto que o museu tem como tema central os motores elétricos, formas de geração e a transformação de energia. Além disso, o museu desenvolve ações diretas na área educativa em parceria com escolas de educação básica, sendo uma importante referência na área de educação científica para Jaraguá do Sul e região.

Palavras-Chave: Espaços de educação não formal, Museu de educação científica, Ensino de Física.

INTRODUÇÃO

Compreender a ciência não se faz necessário somente para atender objetivos escolares ou acadêmicos. Tal compreensão é necessária também para o exercício da cidadania e democracia (LORENZETTI, 2000; DELIZOICOV et al., 2001). O processo de alfabetização científica, que visa proporcionar a compreensão da ciência, ocorre em vários espaços além da escola, como por exemplo em museus.

Dentre inúmeros tipos de museus, destacam-se os de divulgação científica como o Museu Catavento na cidade de São Paulo e o Museu de Ciências e Tecnologia em Porto Alegre. Na cidade de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, localiza-se o Museu WEG de Ciência e Tecnologia, objeto de estudo deste trabalho.

A primeira parte do presente estudo caracteriza os museus como espaços não formais de ensino, e com grande potencial para promoção da alfabetização científica. Também, aborda aproximações entre museus de educação científica e instituições escolares. Em seguida, apresentam-se resultados de atividades desenvolvidas em uma unidade curricular de estágio de um curso de Licenciatura em Física. Atividades de observação e entrevistas foram realizadas no Museu WEG de Ciência e Tecnologia objetivando evidenciar potencialidades do museu para o ensino de Física.

1 Universidade Federal do Paraná, mestrando em Educação. iankie.milani@gmail.com

2 Instituto Federal de Santa Catarina, licenciando em Física, Campus Jaraguá do Sul-Centro. dionissarodrigo@gmail.com

3 Instituto Federal de Santa Catarina, Professora, Campus Jaraguá do Sul-Centro. viviane.grimm@ifsc.edu.br

O museu como espaço de alfabetização científica

Atualmente, as descobertas científicas são quase ininterruptas e os produtos da ciência e tecnologia fazem parte do cotidiano da sociedade em geral. Computadores, celulares, eletrônico-digitais parecem ser reinventados a cada dia. Avanços na área da saúde, novos tratamentos e medicamentos permeiam os meios de comunicação regularmente. Novas formas de produção de energia são testadas e motores, máquinas e a robótica continuam em aprimoramentos e potencialização.

Nesse contexto, a compreensão da ciência e da tecnologia torna-se uma necessidade social. Todavia, como se pode fazer tanto uso dos produtos da ciência, estar rodeado por desenvolvimentos da tecnologia e pouco compreender sobre ciência e tecnologia? Estudos apontam que a compreensão da ciência resulta como necessárias para o exercício da democracia e da cidadania (LORENZETTI, 2000; DELIZOICOV et al., 2001).

Uma forma de atender tal necessidade seria por meio da promoção da alfabetização científica. A ciência é uma linguagem que se preocupa com a compreensão da natureza (CHASSOT, 2003). Logo, o objetivo da alfabetização científica seria o de proporcionar o entendimento dessa linguagem. Não se faz necessário, neste trabalho, discutir se a ciência seria, ou não, uma linguagem como propõe o autor. Acorda-se, aqui, com a necessidade social de se possuir conhecimentos sobre ciência e tecnologia.

Delizoicov concebe a ideia de alfabetização científico-tecnológica. Essa buscaria compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Independente da adição do termo tecnológica, o conceito ainda está muito próximo do exposto anteriormente (DELIZOICOV et al., 2001):

Poderíamos pensar que a alfabetização científica signifique possibilidades de que a grande maioria da população disponha de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para se desenvolver na vida diária, ajudar a resolver problemas e a necessidade de saúde e sobrevivência básica, tomar consciência das complexas relações ciência e sociedade (FURIÓ et al., apud CHASSOT, 2003, p. 97).

Assim, alfabetizar cientificamente o indivíduo significa ampliar sua compreensão da natureza, da sociedade, dos impactos da ciência e da tecnologia no mundo.

O processo de alfabetização científica utiliza-se de diversos recursos como livros, revistas, documentários, além das relações ensino-aprendizagem. Tais recursos não são aproveitados somente nas escolas, outros espaços podem ser utilizados para promover a educação científica, como zoológicos, museus e jardins botânicos (QUEIROZ et al., 2011).

Dentre esses espaços, interessa de modo particular nessa pesquisa, o museu. Os museus são classificados como um espaço institucionalizado não formal de ensino. Compreende espaço não formal de ensino qualquer espaço onde possa ocorrer a prática educativa. A classificação de institucionalizado se dá pela disposição de planejamento, estrutura física, monitores qualificados para práticas educativas (QUEIROZ et al., 2011).

A função principal do museu é a de expor materiais históricos antigos e raros. No dicionário, museu é definido como uma “instituição onde se reúnem e conservam obras de arte, objetos científicos, peças antigas para estudo e exposição pública, coleções ou exposições de objetos variados” (idem, 2011, p. 3). Nesse sentido, os museus podem apresentar os mais variados objetivos, existindo museus com foco em divulgação artísticas, acontecimentos históricos, divulgação científica, etc.

Os museus de ciência possuem finalidades pouco diferentes dos museus comuns. Podem apresentar características semelhantes a museus históricos, expondo peças antigas ou raras. A maior diferença está na abordagem e apresentação da exposição. Além disso, é comum aos museus de ciências o uso de tecnologias que proporcione interação entre o visitante e a exposição (VALENTE, 2005).

Nesse contexto, os museus de educação científica despontam como um espaço de grande potencial no auxílio da promoção de alfabetização científica, ampliando a educação em ciências promovida nas escolas (MARANDINO, 2001; GRUZMAN e SIQUEIRA, 2007; OVIGLI, 2011, MASSARANI et al, 2019).

Um dos primeiros grupos a propor um museu de ciência interativo no Brasil, foi o Espaço Ciência Viva que é uma instituição de divulgação científica, que organizou o primeiro museu participativo de ciências no Brasil. Fundado em 1983 por cientistas, pesquisadores e educadores, na cidade do Rio de Janeiro, o espaço se destaca pela interação com o público e como local onde as pessoas podem aprender conceitos científicos. Em 1999 o Espaço Ciência Viva e o Instituto de Ciências Biomédicas, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, passaram a desenvolver atividades conjuntas visando promover educação científica e formação pessoal em um programa destinado a alunos e professores do ensino fundamental e médio. Em síntese, a proposta parte da universidade que realiza projetos e ações para viabilizar e maximizar o potencial educativo dos museus para uso das escolas (COUTINHO-SILVA et al., 2005). Como aponta Stolckmayer, “parcerias entre centros de ciência e universidades têm um papel único na promoção da compreensão e popularização da ciência” (STOLCKMAYER, 2002, p. 68).

De certa maneira, o presente estudo reflete sobre a interação entre a educação em espaço formal e a educação em espaço não formal. A investigação de Tempesta & Gomes (2017) discute tal aproximação, enquanto Pivelli (2006) alerta para alguns cuidados que devem ser tomados ao utilizar os museus como espaços de ensino relacionados a conteúdos escolares. Para o pesquisador, não se deve tornar o museu como parte da escola:

[...] é preciso ter cuidado para não se escolarizar as instituições. Acredita-se que o objetivo maior destes locais que expõem biodiversidade é o de despertar curiosidades, paixões, possibilitar situações investigadoras, gerar perguntas que proporcionem a sua evolução e não somente dar respostas às questões que são colocadas pelo ensino formal (PIVELLI, 2006, p. 92).

Assim, essa pesquisa busca estudar os potenciais do Museu WEG de Ciência e Tecnologia, localizado na cidade de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. O espaço surgiu da iniciativa da empresa WEG, com sede na mesma cidade. Atualmente, a empresa é uma multinacional que desenvolve atividades de fabricação de motores, automação, transmissão e distribuição de energia, além de tintas⁴.

O Museu WEG tem como foco os processos de geração de energia e suas aplicações no cotidiano, abordando principalmente aspectos relativos a motores elétricos. Assim, considerando que temas como transmissão e distribuição de energia, além de motores, estão diretamente relacionados a conceitos de Física e que o museu se propõe a tratar de ciência e tecnologia de maneira geral, este estudo objetiva responder a seguinte questão: quais as potencialidades do Museu WEG de Ciência e Tecnologia para o ensino de Física?

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do componente curricular de estágio supervisionado obrigatório de um curso de Licenciatura em Física. O objetivo desse estágio é, dentre outros, observar os processos de ensino-aprendizagem em espaços de educação não formal.

Diante disso, o estudo apresentado nesse artigo, busca compreender quais as potencialidades do Museu WEG de Ciência e Tecnologia para o ensino de Física. De forma mais específica, buscou-se: (i) contextualizar historicamente a trajetória do Museu WEG de Ciência e Tecnologia; (ii) mapear as ações educativas realizadas pelo museu e sua relação com a comunidade local; (iii) Identificar as potencialidades pedagógicas do museu para o ensino de conteúdos de Física.

De início, realizou-se a análise documental do site do museu, bem como de outros canais de comunicação, como páginas em mídias sociais. Em seguida, realizou-se entrevista com a monitora

4 Para mais informações sobre a empresa WEG S.A. acessar < <http://old.weg.net/br>>.

e a coordenadora museológica do espaço. A entrevista se deu com as duas funcionárias do museu simultaneamente. A atividade estava estruturada em tópicos de assuntos e cada tópico podia ser respondido pela monitora ou coordenadora, de acordo com as atividades que cada uma realiza ou, ainda, o tópico podia ser explanado pelas duas, como ocorreu na maioria das vezes.

Também, no âmbito da disciplina de estágio supervisionado, foram realizadas observações de atividades desenvolvidas no museu durante a visita de duas escolas. As atividades observadas foram guiadas pela monitora, sendo a primeira com uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental e outra com uma turma de 3º ano de Ensino Médio, ambas no segundo semestre de 2017. Além disso, realizaram-se outras observações do espaço, visando compreender a distribuição do acervo, os objetivos do museu e possíveis relações com os conteúdos de Física. Apesar de as observações contribuírem para o presente estudo, as discussões apresentadas, a seguir, estão focadas nos dados construídos pelas entrevistas e análises documentais.

O Museu WEG

Em 1975 os fundadores da empresa WEG iniciaram a organização de uma coleção de motores elétricos, tanto da própria WEG quanto de outras empresas. A ideia era a de se criar um museu que retratasse a história do motor elétrico. A coleção foi exposta na própria empresa e, com o passar dos anos, os aparatos foram remanejados para outras áreas da empresa, como recepção e sala de diretores (COORDENADORA).

O objetivo de se construir um museu permaneceu com o passar dos anos e o Museu WEG foi inaugurado em 2003, no prédio que foi a primeira sede da empresa WEG S. A., na cidade de Jaraguá do Sul. Segundo a coordenadora museológica, aproximadamente 10% da população da cidade são colaboradores da empresa, sendo a WEG, economicamente, bastante importante para Jaraguá do Sul e Região. No ano de inauguração o museu recebeu aproximadamente 7 mil visitantes. Em 2013 o museu passou por um processo de reforma, sendo reinaugurado com o nome Museu WEG de Ciência e Tecnologia, em 2014. Atualmente o museu é gerido pela Associação Recreativa e Cultural WEG⁵ (ARWEG) e recebe incentivos da Lei Federal de Incentivo à Cultura, nº 8.313, a Lei Rouanet, e conta com atividades desenvolvidas por 4 funcionários (COORDENADORA). A fachada atual do museu WEG está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – O museu WEG de Ciência e Tecnologia
Fonte: site do museu WEG*

*Disponível em: < <http://museuweg.net/galeria/museu-novo>>.



5 Para mais informações sobre a ARWEG acesse < <http://www.arweg.com.br/>>.

A distribuição do museu se dá por diversas salas, após passar pela recepção a primeira sala é denominada sala de imersão, um espaço escuro onde se é projetado em todas as paredes palavras independentes que se remetem a nomes importantes da história da ciência e da empresa WEG. Nesta sala já é possível observar os principais aspectos que o museu pretende apresentar: história da ciência, história da empresa WEG e dos motores elétricos, utilizando-se da tecnologia.

O próximo ambiente é a sala de nome descobertas e invenções. Tal espaço conta com aparatos distribuídos de modos a retratar a história do eletromagnetismo. Aparatos interativos que tratam de eletrostática, eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo estão dispostos por toda a sala. Ao fundo de vários aparatos, têm-se explicações de como interagir com os equipamentos, em forma de texto ou vídeo e, também, informações sobre os cientistas que descobriram determinados fenômenos⁶.

A sala conta com um Gerador de Van de Graaff, aparato clássico de ensino de Física, interativo. Ao lado do gerador encontra-se uma tela que explica o funcionamento do gerador e, também, textos que retratam a história da eletrostática, como mostra a Figura 2. Além do Gerador de Van de Graaff, os demais aparatos da sala também são interativos.

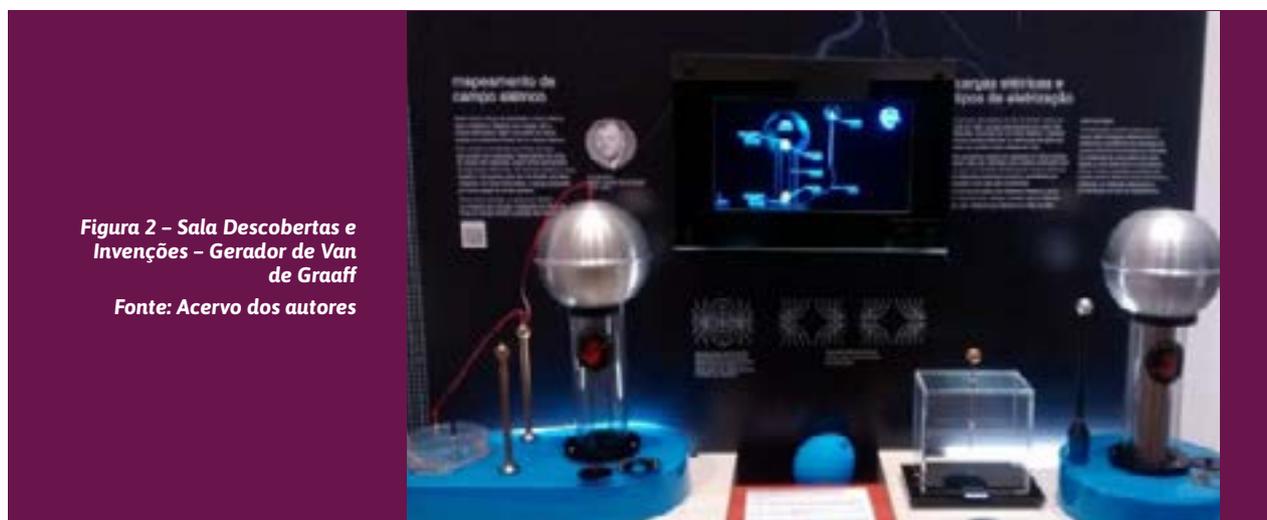


Figura 2 – Sala Descobertas e Invenções – Gerador de Van de Graaff
Fonte: Acervo dos autores

A terceira sala, geradores, transformadores e motores elétricos, aborda conceitos fundamentais para a elaboração de motores elétricos. Destaca-se, nessa sala, uma bicicleta interativa onde o visitante, ao pedalar, faz acender lâmpadas e um alto-falante funcionar. O aparato está evidenciado na Figura 3.



Figura 3 – Sala Geradores, Transformadores e Motores Elétricos – Bicicleta Interativa
Fonte: Site do Museu WEG*

* Disponível em:
< <http://museuweg.net/galeria/museu-novo>>.

⁶ É possível conhecer o museu através de um tour virtual disponível em: <<http://museuweg.net/tour-virtual/>>.

A quarta sala expõe aparatos que retratam a fabricação e a montagem de motores. Nesta sala se perde um pouco a interatividade, porém, o espaço segue autoexplicativo com textos e vídeos que abordam de maneira clara os processos expostos. O caráter autoexplicativo do museu foi indicado pela coordenadora, quando entrevistada. De fato, o museu WEG dispensa monitoria, no sentido de que as explicações por textos e vídeos são abundantes.

Por fim, a última sala do primeiro piso, onde se aplica, expõe sobre aplicações dos motores. Destaque para um quadro digital, interativo, onde o visitante pode participar de um jogo cujo objetivo é o de construir uma cidade sustentável. Impactos do desenvolvimento tecnológico, especialmente dos motores elétricos e formas de geração de energia são abordados pelo museu.

No piso superior, o visitante depara-se com uma exposição sobre a história da WEG e a relação direta da empresa com a cidade de Jaraguá do Sul. Uma maquete interativa apresenta os principais pontos turísticos, culturais e educacionais da cidade.

Projetos e ações do Museu WEG

O museu WEG busca manter um contato direto com as escolas de Jaraguá do Sul e região. No site do museu, é possível que a escola realize o agendamento de visitas e o museu custeia, via Lei Rouanet, um ônibus para realizar o transporte dos estudantes de escolas da microrregião. Quando agendadas, as visitas das escolas são monitoradas.

Em 2015 o museu procurou as secretarias de educação da região para realizar capacitação com os coordenadores pedagógicos. A capacitação visava divulgar o espaço e incentivar o uso do museu pelas escolas. Em 2016 e 2017 as capacitações foram realizadas diretamente com os professores. Segundo a coordenadora, Além de apresentar o museu, eram divulgadas as atividades que o museu oferta exclusivamente para escolas, denominadas ações educativas.

Ao todo o museu oferta 7 ações educativas: evolução das máquinas e revolução industrial; minha cidade sustentável; fenômenos eletromagnéticos; montando um motor elétrico didático; histórias e culturas de Jaraguá do Sul; também sou cientista; gerando e transformando energia. Algumas ações são planejadas no caráter de oficina, onde os estudantes devem construir algo. Outras ações utilizam os próprios aparatos interativos da exposição.

Como exemplo de uma dessas ações, observou-se a realização da ação educativa “também sou cientista” com uma turma de 6º ano. A turma foi dividida em grupos, onde cada grupo deveria construir um aparato que demonstrava algum fenômeno físico, com por exemplo leis de Newton ou indução eletromagnética. Todo o material para o desenvolvimento da atividade é oferecido pelo museu, juntamente com um roteiro. Após a construção do aparato, os grupos, além da demonstração, deveriam apresentar parte da biografia e estudos do cientista por de trás do fenômeno. A atividade ocorreu na sala descobertas e invenções, onde se têm informações sobre vários cientistas que contribuíram principalmente para o desenvolvimento do eletromagnetismo. As informações sobre os cientistas os estudantes dispunham na própria sala do museu.

O site do museu apresenta uma descrição breve das ações educativas e “dialoga” com os professores, orientando para que a atividade de visita ao museu conte com a participação do professor. O museu orienta os professores:

É muito importante que o professor conheça a exposição do museu WEG de Ciência e Tecnologia numa visita prévia para poder usar plenamente o espaço e montar as atividades ou roteiros para os alunos [...] Sua participação nas atividades é fundamental para o sucesso delas! Desta forma o aluno se sentirá mais engajado ao participar. Auxilie os monitores do museu, uma vez que você já conhece os espaços e também por ter preparado os alunos com os objetivos e metas da visita [...] Assim que retornar para a sala de aula, desenvolva uma atividade ou uma discussão para estimular os alunos a demonstrarem o que aprenderam na visita. Avalie com eles o que mais e o que menos gostaram. Relacione o conteúdo aprendido com a temática escolar [...] (Site do Museu WEG).

Nota-se a preocupação do museu em não tornar a visita da escola ao museu um mero passeio. Segundo a monitora, nem sempre os professores seguem tais orientações. Em algumas situações, professores já levaram turmas ao museu sem ao menos agendar a visita e deixando os estudantes sob orientação única da monitora. Nesses casos, a monitora afirma perceber um aproveitamento menor do espaço e das atividades por parte dos estudantes, em relação com aquelas previamente agendadas.

A monitora aponta a necessidade de conversar com o professor antes da visita, para que ela compreenda os objetivos propostos pelo professor e, também, adequar as ações educativas e/ou visita a idade dos estudantes. A monitora possui formação técnica em eletrotécnica. Assim, possui conhecimentos relacionados a exposição do museu, principalmente em eletrônica. Os temas explorados pelo museu abrangem, além da eletrônica, conteúdos como eletromagnetismo, formas de geração e transformação de energia, sustentabilidade, história da ciência e tecnologia, história e cultura de Jaraguá do Sul.

Além disso, o Museu WEG de Ciência e Tecnologia dispõe de acessibilidade, informações em braile e libras ao longo de toda a exposição. Está aberto ao público de terça-feira a domingo e não se preocupa apenas em atender escolas, mas também servir como espaço de divulgação científica e lazer a toda comunidade de Jaraguá do Sul e região (COORDENADORA).

A Física no Museu WEG

Conforme já apresentado, os principais objetivos do Museu WEG de Ciência e Tecnologia são os de abordar a história do eletromagnetismo, processos de geração e transformação de energia, além da história da própria empresa e de Jaraguá do Sul. Assim, relações com física podem acontecer praticamente em todo o espaço do museu, com destaque para as salas descobertas e invenções e geradores, transformadores e motores elétricos.

A sala descobertas e invenções expõem os aparatos de modo a retratar a história do eletromagnetismo. Instrumentos interativos abordam conceitos de eletrostática, eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. Destaque para o Gerador de Van de Graaff, um eletroímã e outro equipamento interativo que demonstra a indução eletromagnética.

Por exemplo, eletroímã é acionado quando o visitante aperta um botão de comando. Uma tela, ao lado, preocupa-se em explicar como ocorre o processo de criação do eletroímã, enquanto textos próximos possuem caráter histórico, abordando os cientistas envolvidos na descoberta do fenômeno. Outro aparato opera fazendo um imã passar por dentro de uma bobina com o objetivo de demonstrar a variação de fluxo magnético gerar corrente elétrica na bobina, fato observado pela medição em um multímetro.

Todos os aparatos expostos nessa sala são interativos e possuem potencial para suprir ausência de equipamentos de laboratório nas escolas. Grande parte dos temas associados ao eletromagnetismo pode ser visualizado na sala descoberta e invenções, promovendo discussões e despertando a curiosidade nos estudantes, como propôs Pivelli (2006) ao explorar o uso dos museus pelas escolas.

A sala seguinte, geradores, transformadores e motores elétricos, segue o mesmo modelo de disposição, equipamentos interativos abordam conceitos de geração e transformação de energia, bem como os princípios básicos de funcionamento dos motores. Além disso, a exposição já começa a relacionar os impactos da tecnologia na sociedade e no meio ambiente, atingindo pontos importantes da alfabetização científica destacados por Chassot (2003), dentre eles a complexidade da relação entre tecnologia e sociedade.

Ou seja, o museu WEG de Ciência e Tecnologia oportuniza não somente que o professor utilize o espaço para tratar de conceitos e fenômenos físicos isolados. O museu oferece a oportunidade de se compreender física de maneira a considerar a história da ciência, a importância da tecnologia para o desenvolvimento social e seus impactos no meio ambiente.

Além disso, 5 das 7 ações educativas propostas pelo museu abordam diretamente ou indiretamente conceitos de física: fenômenos eletromagnéticos; montando um motor elétrico didático; também

sou cientista; gerando e transformando energia; minha cidade sustentável. Geralmente, nas visitas agendadas pelas escolas são realizadas uma ação educativa e, também, a visita a todo o espaço do museu, fato que acrescenta diversidade nas atividades realizadas tornando o museu um espaço que oferece atividades práticas. Lembrando que todos os materiais utilizados nas ações educativas são custeados pelo museu.

Vale destacar a importância do papel do professor durante a visita ao museu. Como o site do museu e a monitora apontaram, são necessários o planejamento prévio e o auxílio durante a realização das atividades. Cabe ao professor o conhecimento de conceitos de física que pretende abordar ou que se evidencie na visita ao museu. Como destacado, a monitora possui conhecimento técnico e a mesma destaca limitações sobre conhecimentos relacionados à Física, reforçando a importância da participação ativa do professor durante a utilização do espaço.

A tentativa de aproximação com as escolas, por parte do museu, também foi evidenciada nesse estudo. Grande parte das atividades que o museu realiza são voltadas as escolas de Jaraguá do Sul e região, ofertando desde o custeio do transporte, até o custeio das ações educativas e das capacitações dos professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Museu WEG de Ciência e Tecnologia busca abertamente uma aproximação com as escolas, tanto de ensino fundamental quanto de ensino médio. Oportuniza um espaço de educação científica, interativo, que aborda além de conceitos científicos a relação entre tecnologia, sociedade e ambiente.

Dessa forma, o museu se apresenta como um espaço que oportuniza o auxílio da promoção da alfabetização científica, visto que possui potencial para ampliar a educação em ciências promovidas nas escolas, com já haviam destacado alguns estudos com museus de educação científica (MARANDINO, 2001; GRUZMAN e SIQUEIRA, 2007; OVIGLI, 2011)

Outro aspecto evidenciado no museu WEG foi o de abordar ciência e tecnologia de forma interativa, característica comum aos museus de divulgação científica como já discutido (VALENTE, 2005). A interação é constante em praticamente todos os espaços do museu e durante a realização das ações educativas, ao menos das observadas. Tal interação pode contribuir para despertar curiosidade e situações investigadoras como indicado por Pivelli (2006).

Quanto ao potencial do Museu WEG de Ciência e Tecnologia para o ensino de Física, este estudo aponta inúmeras situações onde o espaço pode ser utilizado, principalmente para o ensino de temas como eletrostática, eletrônica, magnetismo, eletromagnetismo, aplicações do eletromagnetismo, energia, geração e transformação de energia. História da ciência e relações entre tecnológica, sociedade e ambiente podem ser facilmente evidenciadas e trabalhadas no museu WEG.

O espaço oferece demonstrações interativas de fenômenos do eletromagnetismo como: variação na orientação de bússolas devido a corrente elétrica em fio condutor; indução eletromagnética por variação do fluxo magnético, no interior de uma bobina, gerado por um ímã; eletroímã; visualização de linhas de campos elétricos devido a um gerador de Van de Graaff; entre outros. Nesse sentido, o museu WEG de Ciência e Tecnologia supre a possível falta de equipamentos didáticos de laboratório para o ensino de Física das escolas.

Ainda, deve-se atentar para a não escolarização do museu (PIVELLI, 2006). De fato, o que se observa é que as atividades ofertadas pelo museu WEG sejam pela exposição interativa, sejam pelas ações educativas que promovem, não se assemelham as atividades diárias escolares. O museu oportuniza discussão de conceitos científicos, aplicações, relações com sociedade e ambiente, de maneira interativa. Relações com os conteúdos escolares, de física, podem ser facilmente realizadas. Vale destacar o importante papel do professor durante o planejamento, a visita e/ou atividades desenvolvidas no espaço. Como já discutido o próprio museu busca a aproximação com as escolas

da região e destaca a importância do professor no planejamento, desenvolvimento e reflexão das atividades realizadas.

REFERÊNCIAS

CHASSOT, Áttico. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. Rev. Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, fev. 2003.

COUTINHO-SILVA, Robson; PERSECHINI, Pedro M.; MASUDA, Masako; KUTENBACH, Eleonora. **Interação Museu de Ciência Universidade**: contribuições para o ensino não-formal de ciências. Ciência e Cultura, vol. 57, n. 4, p. 24-25, out/dez. 2005.

DELIZOICOV, Demétrio. DÉCIO, Auler. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, jul. 2001.

GRUZMAN, Carla; SIQUEIRA, Vera Helena F. de. **O papel educacional do museu de ciências**: desafios e transformações conceituais. Rev. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 6, n. 2, p. 402-423, 2007.

LORENZETTI, Leonir. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MARANDINO, Martha. **Interfaces na relação museu-escola**. Cad.Cat.Ens.Fís., Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 85-100, abr. 2001.

MASSARANI, Luisa. et al. **A experiência de adolescentes ao visitar um museu de ciências**. Ensaio, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-25, 2019.

OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. **Prática de ensino de ciências**: o museu como espaço formativo. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 133-149, set. 2011.

PIVELLI, Sandra Regina Pardini; **Análise do potencial pedagógico de espaços não formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação**. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TEMPESTA, Azizi Manuel; GOMES, Luciano Carvalhais. **Contribuições em ensino de ciências para a formação docente em física**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 78-102, 2017.

QUEIROZ, Ricardo Moreira; TEIXEIRA, H. Balieiro; VELOSO, A. dos Santos; TERÁN, A. Fachín; QUEIROZ, Andrea Garcia. **A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino**

de ciências, 8, 2011, Campinas. Anais Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, Campinas, dez. 2011.

VALENTE, Maria Esther; CAZELLI, Sibelj; ALVES, Fátima. **Museus, ciência e educação**: novos desafios. História, Ciências, Saúde - Manguinhos, vol. 12, p. 183-203, 2005.

O GATILHO MAIS RÁPIDO DO SUL: ESTEREÓTIPOS NO FILME DJANGO LIVRE – 2012

BEATRIZ LIMA DOS SANTOS¹

CAMILA DA MOTA HEERDT²

FERNANDA DE LARA ROMUALDO DA SILVA³

IZABELA CABRAL GOULART⁴

LUIZA FERREIRA BORGES⁵

MARIA FERNANANDA EING TOREZIN⁶

JEAN RAPHAEL ZIMMERMANN HOULLOU⁷

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o comportamento do personagem principal no filme “Django Livre” (2012) considerando sua proximidade ou afastamento dos estereótipos hollywoodianos. As minorias são afetadas pelos estereótipos de Hollywood, que influenciam na forma como eles se portam e na forma com que a sociedade os enxerga. Ademais, os filmes podem influenciar o inconsciente das pessoas e realizar seus desejos velados, o que pode ser observado em “Django Livre”, onde o protagonista negro busca a vingança por acontecimentos ligados à escravidão, podendo gerar nos espectadores uma sensação de justiça e satisfação, apaziguando o inconsciente destas. Ao analisar o filme pôde-se perceber alguns dos estereótipos negros, porém estes se desconstruem durante a obra.

Palavras-Chave: Estereótipos. Negros. Django Livre. Filmes.

INTRODUÇÃO

O filme “Django Livre” foi criado e dirigido por Quentin Tarantino. De acordo com Dias (2014), Tarantino trabalhava em uma videolocadora enquanto tentava a carreira de ator em Los Angeles. Ele iniciou fazendo pequenas participações em filmes. Ele era fascinado por cinema, foi influenciado pelos mais diversos gêneros, como os de faroestes realizados por diretores italianos na Europa, obras criadas para o público negro e até mesmo filmes de kung fu e samurais. Ao longo de sua carreira atuou em séries americanas e foi responsável pela produção de roteiros que fizeram grande sucesso em Hollywood como “Queima roupa” (1993) e também “Assassinos por Natureza” (1994).

Após o sucesso da sua obra “Cães de Aluguel” (1992), Tarantino foi surpreendendo cada vez mais aos fãs e críticos a cada lançamento, com enredos mais complexos e diálogos inteligentes, contendo violência e linguagem de baixo calão (DIAS, 2014). Entre seus filmes mais populares estão “Pulp Fiction: Tempo 37 de Violência” (1994), que lhe rendeu o Oscar de Melhor Roteiro Original em 1995 e “Django

1 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, purplexbl3@gmail.com

2 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, milaheerdt@gmail.com

3 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, fernandalara456@gmail.com

4 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, izabelacabralgoulart14@gmail.com

5 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, luizaf07@gmail.com

6 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Estudante do Curso Técnico Integrado em Química, Campus Jaraguá do Sul, mfetorezin@gmail.com

7 Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professor de História, Campus Jaraguá do Sul, jean.rafael@ifsc.edu.br

Livre” (2012), pelo qual voltou a vencer o Oscar de Melhor Roteiro Original em 2013. As críticas às obras de Quentin Tarantino atingem dois extremos: ao mesmo tempo que muitas pessoas admiram assiduamente seu trabalho, suas obras são avaliadas de forma muito negativa por outras pessoas, inclusive acusando abertamente as obras de conterem racismo, como em uma passagem do seriado Cara Gente Branca (2017) em que um dos personagens diz “Só porque deixou Jamie Foxx matar racistas em Django, ele [Quentin Tarantino] acha que pode usar todos os estereótipos de negros existentes”.

Ao dar uma entrevista para Lucas Salgado (2012) antes do lançamento de “Django Livre”, Tarantino afirmou: “Eu sempre quis fazer um faroeste (...) gosto da ideia de me arriscar em gêneros diferentes; um filme de guerra, de gângsteres, um filme de artes marciais e agora, um faroeste”.

Já em entrevista concedida a Pablo Miyazawa da revista “Rolling Stone” em 2013, Tarantino explicou a presença de uma das características consideradas importantes em suas narrativas, a vingança: “(...) é uma das experiências mais cinematográficas e catárticas que podem ser criadas na tela (...) ela provoca uma resposta do público, que é uma maravilhosa compensação de emoções para quem está assistindo. Criar o cenário de uma vingança e daí fazê-la acontecer, de modo que a plateia tenha o choque catártico, é um dos grandes prazeres que você pode dar aos espectadores”. Essas falas apresentam uma inovação do diretor ao apresentar um herói negro para o “mito da fronteira”, além remeterem-se à concepção do aspecto psicanalítico de oniricidade dos filmes.

Em outra ocasião ele comenta em entrevista para André Miranda (2013) do site “O Globo” sobre como iniciou-se a ideia de criar o filme: “Quando eu pensei em fazer um filme sobre escravidão nos EUA, busquei como referência uma situação equivalente. E qual seria a paisagem mais sangrenta que alguém poderia imaginar? Um filme de Sergio Corbucci, claro. Mas não acho que meu “Django” seja simplesmente um filme de vingança como algumas pessoas falam. A vingança é um motor para vários gêneros de dramaturgia, sejam peças de Shakespeare, tragédias, exploitation, artes marciais ou westerns. A vingança serve para muitas finalidades, e há, sim, vingança em “Django Livre”. Mas, sendo bem franco, acho que o filme é menos direcionado para uma história de vingança, e mais para uma história de resgate”. Tal fala dá indícios de que o resgate apontado pelo diretor se refere a uma proposta de valorização da questão dos negros no cinema.

Resumidamente “Django Livre” é ambientado pouco antes da Guerra Civil nos EUA. Django (Jamie Foxx) é um escravo com um passado desumano que se vê diante do alemão Dr. King Schultz (Christoph Waltz), um caçador de recompensas que está atrás de um grupo de criminosos. Django, por conhecê-los, é o único que pode ajudar Schultz em sua missão. Schultz compra Django e promete conceder sua liberdade quando sua caça terminar. Após o sucesso da missão eles decidem não se separar e seguem na procura dos criminosos mais perigosos dos EUA. Django vê tudo isso como um aprendizado que o ajuda a desenvolver suas habilidades físicas e mentais. Dr. King Schultz resolve auxiliar Django no resgate de sua esposa Broomhilda (Kerry Washington), que fora separada dele por causa da venda de escravos. A dupla chega finalmente a Candyland, a fazenda onde vive Broomhilda. Esse encontro desperta desconfianças e desencadeia uma série de situações que necessitam de estratégias divergentes para que consigam resgatar a esposa de Django. O Filme marca uma saga na qual o personagem Django passa por uma transformação na sua relação com a escravidão, sendo que em diferentes momentos passa por diferentes estereótipos do cinema hollywoodiano.

Assim como em todas as obras produzidas no meio cinematográfico, “Django Livre” possui influência de outras obras, são algumas delas: Django (1966); Django Vem Para Matar (1967) e Viva Django (1968). Diversos elementos da obra de 2012 são similares as obras anteriores, todos os filmes possuem em sua composição como elemento fundamental a vingança, porém tal sentimento é apresentado para o telespectador de formas diferentes, como veremos a seguir.

“Django Livre” faz claras referências ao filme “Django” de 1966 e escrito por Sergio Corbucci. Em sua cena de abertura, por exemplo, percebe-se que o letreiro e a música utilizados são iguais para ambas as produções, além do uso constante do close, a fim de dar enfoque ao que o telespectador deve prestar atenção. Os dois filmes possuem conflitos raciais como tema geral, porém em Django

Livre este se dá entre brancos e negros e em Django se dá entre americanos e mexicanos. Isso, num contexto onde Major Jackson (um ex-confederado) faz parte de uma seita religiosa contra mexicanos, os considerando uma raça inferior aos norte-americanos. Este fato é o motivo para a guerra que está sendo travada no vilarejo onde o filme se passa. Django, o personagem principal, cultiva um sentimento de vingança contra Jackson, pois o Major, no passado, havia matado sua amante. Este aspecto está presente também em “Django Livre” e nas demais produções, onde o personagem principal tem o desejo de se vingar contra os vilões do filme (por diferentes motivos), e é aí que se dá a narrativa.

Apesar de tudo, o que mais diferencia “Django” de “Django Livre” é que o personagem Django é representado por um homem branco na produção de 1966, assim como os demais protagonistas. Percebe-se então que Quentin Tarantino quebra diversos padrões ao colocar um homem negro no papel de cowboy, o herói representado pelo mito da fronteira.

A estrela do Norte é aquela ali

A cena de abertura apresenta uma fileira de escravos negros com cicatrizes de chicotadas nas costas. Eles estão acorrentados uns aos outros e sendo puxados por dois homens brancos a cavalo, comerciantes de escravos. Em uma paisagem desértica, eles realizam uma longa caminhada que se estende do dia até a noite num grande silêncio. Em um certo momento os cavalos param sua cavalgada, o que é exibido com um close nas patas dos animais. Esse mesmo close se dirige aos pés de um dos escravos, em seguida aos rostos de dois deles e então aos seus pés novamente, quando um dos escravos quase tropeça ao perder o ritmo da marcha. Tal cena nos remete ao desgaste que os escravos sofriam e que, somado ao silêncio da caminhada, interrompido apenas pelo ruído das correntes que prendem os escravos, se estabelece um diálogo com o estereótipo do negro selvagem e brutal, equiparado a um animal. Segundo Souza (2017), o homem negro é retratado como um perigo permanente, causando medo aos brancos devido ao “seu hipotético instinto animalesco, de sua suposta potência sexual e superioridade em força bruta”; a imagem dos negros brutais é apresentada como algo entre um humano e um monstro, “caracterizados como indivíduos exóticos, irracionais, fetichistas, bárbaros, incivilizados (...)” (SANTOS, 2014, p. 8 apud SOUZA, 2017, p. 11).



Imagem 01: Letreiro de “Django Livre”. Fonte: DJANGO (2012)

Logo após a pausa na caminhada somos apresentados ao motivo desta: a chegada do personagem Dr. Schultz em sua carroça (que contém um compartimento em forma de dente sustentado por uma

mola em sua parte superior - isto porque ele se apresenta como um dentista) que pergunta pelos comerciantes de escravos, de forma polida e confiante, dizendo seu nome e de seu cavalo (Fritz), que faz uma reverência, mostrando-se mais humanizado que os próprios escravos. Schultz então se dirige aos escravos perguntando se algum deles estivera na fazenda “Carrucan”, pois ele precisava de ajuda para reconhecer os antigos feitores de lá, chamados de irmãos Birttle, dando assim a voz que fora negada pelos comerciantes aos negros, ao que Django se manifesta e Schultz vai ao seu encontro. Os demais escravos demonstram receio, porém Django não se intimida e Schultz se dirige a ele como um igual, o que é reprovado pelos comerciantes. O doutor expressa seu desejo de comprar Django, proposta recusada pelos comerciantes, o que leva Schultz a matar um deles agilmente com tiros e conseguir que o outro lhe venda Django, tudo isso mantendo sua postura de certa forma superior ao comportamento dos demais personagens em cena.

Em seguida ele desacorrenta Django, o orienta a pegar as roupas do comerciante morto e sugere aos demais escravos que matem o outro comerciante entregando-lhes uma arma, apesar da suposta ameaça dos negros, e dizendo-lhes para seguirem para o norte, “um lugar mais esclarecido do país”. Ao decorrer de toda a cena fica clara a discrepância entre a Europa, associada ao refinamento da mente e representada por Schultz, e a América, representada pelos escravistas e escravos. Enquanto Schultz apresenta uma postura intelectual e articulada, os escravistas se mostram primitivos. Esse trecho faz referência ao Mito da Fronteira, evidenciando a dualidade entre o mundo civilizado (Europa) e o mundo natural (Sul dos Estados Unidos), “a fronteira era o lugar de encontro entre a barbárie e a civilização” (STADNIKY, 2007, p. 3)

Um negro a cavalo

Django e Schultz chegam na cidade de Daughtrey, sendo que o primeiro está guiando sua carroça e o segundo está montado num cavalo. Tal ato chama a atenção de todos os moradores, já que não estão acostumados em ver um negro em tal posição. Diante disso, lançam olhares de reprovação aos dois, o que deixa Django incomodado, demonstrando que o mesmo ainda não está totalmente acostumado com toda a situação.



Imagem 02: Schultz em sua carroça a esquerda e Django a cavalo na direita. Fonte: DJANGO (2012)

Neste momento somos apresentados ao herói da fronteira: alguém que está dividido entre dois mundos e que é representado pela figura do cowboy. Neste caso, Django está no papel do herói e acaba de sair do “mundo selvagem” para entrar no “mundo civilizado”, deixando de ser um escravo para ajudar Schultz em sua caçada como um homem livre.

A fronteira é um lugar de encontro e colisão de culturas, de mundos distintos e, em geral, incompatíveis. A fronteira é um espaço cultural, é o lugar de encontro entre o eu e o outro. Na realidade, somos a fronteira. É, no fundo, um conflito de identidades que se apresentam irreconciliáveis e sem dúvida, o contágio, a mescla, a mestiçagem, a fusão, são inevitáveis. É uma identidade indefinida e conflitiva que perdeu suas características e, portanto, seu lugar no mundo (STADNIKI, 2007, p. 1).

Da mesma forma em que todos parecem perturbados com a situação, o alemão age despreziosamente, o que leva a acreditar que a forma de pensar do mesmo é muito mais avançada que a da sociedade americana da época já que em sua terra natal não ocorria a escravidão. Então, ambos param em frente a uma taverna. Eles entram e Schultz pede duas cervejas e instrui Django a retirar seu chapéu quando entra em um local fechado. O taberneiro, que até o momento não havia percebido a presença de Django, lhes diz que o estabelecimento só abrirá depois de uma hora. Assim que o homem se vira e vê o ex-escravo, toma um susto e quase cai do banco que usava para limpar um lustre. Ele exige que Schultz “tire o negro dali”⁸ ao passo em que sai correndo em busca do xerife.

Schultz, que previra a reação, age naturalmente, enquanto Django parece um pouco assustado ao mesmo tempo em que observa sem abrir a boca uma só vez, esperando por alguma ordem. Na sequência, o caçador de recompensas pede que Django se sente, e é atendido quase que imediatamente (demonstrando que Django ainda não se desprende da obediência servil). O alemão começa a preparar as cervejas enquanto fala sobre sua atual profissão para depois sentar-se também e ambos começam a beber.

Schultz começa a explicar a função do colega em seu plano, e Django parece um pouco desinteressado. Mas assim que ouve o nome dos irmãos Brittle, se inclina sobre a mesa e passa a escutar Schultz com atenção. Tal reação demonstra o rancor e a sede de vingança que Django guarda dentro de si. Em alguns momentos, o mesmo demonstra dúvida em relação a algumas palavras que Schultz usa. O Doutor, por sua vez, se dispõe a explicar o significado de todas elas tratando Django de igual para igual. Neste momento, o taberneiro volta junto do xerife. Django se coloca de pé e Schultz se acomoda ainda mais na cadeira quando o delegado passa pela porta do estabelecimento, ordenando que ambos fossem para o lado de fora. Friamente, Schultz atira no xerife o fazendo cair morto no chão, ao passo em que Django observa a situação e se mostra bastante desconfortável em presenciar a cena, mas ainda assim, não diz uma palavra.

Em seguida, os dois viajantes voltam para dentro da taverna enquanto os cidadãos de Daughtrey saem em busca do capitão, um homem que ocupa um cargo representativo ainda maior que o do xerife. De volta ao lado de dentro da taverna, Schultz explica como Django deve se portar dali para frente, a fim de proporcionar o sucesso de sua missão. Este, apesar de não estar familiarizado, age como se estivesse lidando com aquilo há muito tempo. Após a chegada do capitão, Schultz começa a negociar com ele ainda dentro da taverna e depois de alguns minutos, os dois viajantes voltam para o lado de fora com as mãos para o alto, em sinal de respeito.

Schultz explica que o xerife na verdade era um criminoso e que, como representante do judiciário, tinha o direito de matá-lo e que agora buscava a sua recompensa. Sua revelação deixa todos os presentes assustados, mas tanto Django quanto Schultz parecem não se abalar com o fato, e dali saem com sua recompensa em mãos (ainda sob os olhares dos moradores).

Na cidade de Daughtrey, Django é introduzido no modos operandi de Schultz e de agora em diante passa a agir como um cowboy, mesmo demonstrando algumas inseguranças em relação a transição

⁸ Neste trecho, o bartender pronuncia a palavra “nigger”, tal palavra não possui tradução para a língua portuguesa e se trata de um termo agressivo e pejorativo (principalmente quando dito por alguém de pele branca). No filme, quando este termo e o termo “nigga” são citados, as legendas do filme traduziam tais palavras como “crioulo” ou “negro”, porém por escolha dos autores, quando tal expressão for citada nas falas das cenas ou aparecerem como citações no texto, usaremos “negro” para traduzi-las.

rápida entre sua antiga e sua nova vida. Em alguns momentos se mostra subordinado aos homens brancos ali presentes, por ainda não estar totalmente desligado ao estereótipo do negro servil. Apesar disso, o personagem faz um grande esforço para não demonstrar suas inseguranças e age de forma bastante ousada.

Façam suas próprias máscaras

Sr. Bennett, o dono da fazenda onde os irmãos Brittle foram mortos, aparece junto com dois outros homens observando de longe a carroça do Dr. Schultz. Logo em seguida aparecem outros homens montados a cavalo carregando tochas e usando capuzes brancos, cavalgando em direção a carroça, e depois de eles a cercarem ocorre um flashback explicando a cena. Ele começa com o Sr. Bennett dando ordens para não atirarem no Dr. Schultz e em Django, pois ele queria “açoitar o baba ovo de negro até morrer”, e outro diz que vai castrar pessoalmente o “macaco”. Após essa fala os líderes do motim colocam seus capuzes e se inicia uma cena cômica, na qual os presentes começam a reclamar da qualidade das máscaras, feitas pela esposa do Willa, pois não conseguiam enxergar nada. Discutiram também sobre o trabalho que ela teve para fazê-las e se era realmente necessário usá-las para cavalgar, ouvindo isso Sr. Bennett diz que se não usarem “perde todo o sentido”. Após toda essa discussão Willard fica irritado e se retira. Sr. Bennett os lembra então do real motivo de estarem ali, o de fazer o “negro assassino de exemplo”. Alguém se pronuncia dizendo que deveriam ir sem o saco dessa vez e na próxima fazer sacos melhores e assim irem todos paramentados, mas o Sr. Bennett decide que todos vão usá-los.



Imagem 03: Cena remetendo à Klu Klux Klan. Fonte: DJANGO (2012)

Nota se que o filme, busca introduzir elementos associados a Ku Klux Klan, sem citar a organização em si, porque apesar de os produtores e o público terem consciência da existência da KKK, o filme se passa em 1858, dois anos antes do início da guerra civil e seis anos antes do início dela, em 24 de dezembro de 1865, na cidade de Pulaski, no norte do Tennessee (SIGNIER; THOMAZO, 2011, p. 200). Os produtores buscaram fazer essa referência de forma cômica, ao criar uma discussão sobre o formato e viabilidade das máscaras. Os personagens, em si fizeram várias referências implícitas, já que não deveriam saber da organização, como quando o Sr. Bennett é perguntado se é realmente necessário a utilização delas e ele responde que se não usassem perderia “todo o sentido”, e mais para o final da discussão um dos presentes apresenta uma solução dizendo que, na próxima vez eles fariam máscaras

melhores, fazendo uma alusão a qualidade das máscaras da KKK em comparação com os sacos que eles estavam usando.

Após decidirem pela utilização dos sacos a cena é cortada e retorna para o momento antes do flashback, quando eles estavam cercando a carroça, Dr. Schultz então atira no dente em cima da carroça que estava cheio de dinamite dizendo “Auf wiedersehen” (adeus em alemão) matando alguns e fazendo com que os que restaram fugissem. Ao ver que o Sr. Bennett havia sobrevivido Schultz se prepara para atirar nele, mas pensa melhor e entrega a arma a Django perguntando se ele gostaria de ter a honra. Ao ver a demora de Django em atirar, Schultz começa a ficar preocupado, mas Django o tranquiliza. Quando Bennett estava quase saindo do campo de visão dos dois Django atira. Na cena é possível ouvir o barulho do tiro mas não ele atingindo o Sr. Bennett, pois o foco estava nas pernas do cavalo, sendo possível assim ver ele caindo ao ser atingido e seu cavalo galopando coberto de sangue, tudo em câmera lenta.

Ao associar os homens buscando vingança contra Schultz e Django, à Ku Klux Klan e explodi-los logo em seguida, Tarantino busca “saciar”, de certa forma, o desejo de vingança do público contra uma organização que foi responsável pela morte de negros, imigrantes e pessoas que buscavam defender os direitos desses.

Matar brancos e ainda ser pago? Como não gostar?

No decorrer da cena, somos introduzidos ao mundo alemão de Schultz, assim como apresentados à lenda de Brunhilde.

Brunhilde era uma princesa, ela era filha de Wotan, deus de todos os deuses, o pai dela estava furioso com ela, desobedeceu-o de alguma forma. Então, ele a pôs no topo da montanha e pôs um dragão que cospe fogo guardando a montanha. E ele a cercou com um círculo de fogo e lá Brunhilde permanecerá...Até que apareça um herói corajoso para salvá-la. [...] O herói se chama Siegfried, ele salvou Brunhilde de uma forma espetacular. Ele escala a montanha por que não tem medo dela, ele mata o dragão por que não tem medo dele e atravessa o anel de fogo por que Brunhilde vale a pena (DJANGO, 2012).

Observando a lenda de Brunhilde de acordo com Schultz, podemos montar um paralelo com a história do próprio Django, onde Brunhilde assim como em sua história alemã, precisa da ajuda de um “herói corajoso”. O personagem Wotan, deus de todos os deuses, mencionado na estória pode ser percebido na história da noiva de Django como sendo seus donos, e assim como na história, se esta desobedecer às ordens de seu superior sofrerá punições. A Brunhilde fictícia é presa no alto de uma montanha, já a real, presente no mundo de Django, é punida por seus mestres de diversas formas e assim como na estória Brunhilde possuirá um herói para salvá-la, neste caso, Django. Esse paralelo entre os heróis é apresentado no filme através da seguinte fala de Schultz: “(...) Além disso quando um alemão conhece um Siegfried da vida real, é significativo (...)” (Schultz).



*Imagem 04: Django (esquerda) e Schultz (direita) conversando sobre a lenda de Brunhilde.
Fonte: DJANGO (2012)*

Após a apresentação da lenda de Brunhilde, Schultz propõe a Django que eles trabalhem juntos como caçadores de recompensas para conseguirem dinheiro para a liberdade de Brunhilde (Django se interessa pois poderia matar brancos e ainda ser pago por isso, e além disso, conseguiria resgatar sua esposa. Django questiona Schultz a respeito do interesse do mesmo em encontrar Brunhilde e ajudá-lo a resgatá-la, neste ponto do filme em específico, podemos relacionar a fala de Schultz com a questão do eurocentrismo o qual, coloca Europa como centro do mundo, onde Schultz diz: “[...] Como alemão, me sinto obrigado a ajudá-lo a resgatar sua Brunhilde”.

A partir daí ambos vão juntos realizar os trabalhos de caçador de recompensas. Num trabalho específico, no qual Django não quer atirar no alvo, Schultz o pressiona. Esse momento pode ser notado como uma transformação do personagem ou mesmo uma simples mudança da visão de Django acerca da sua concepção sobre Schultz e sobre si mesmo, assim como o quão ruim pode ser demonstrar os sentimentos em momentos de necessidade, isso servirá para Django, futuramente, quando o mesmo deixa de transparecer seus sentimentos na fazenda Candyland.



*Imagem 05: Schultz e Django executando o trabalho de caçadores de recompensa.
Fonte:<http://2.bp.blogspot.com/-kCY4dNxQb4w/UiyMQlOxIRI/AAAAAAAAASIQ/BxqgdYR9rJw/s1600/django10.jpg>*

Depois dessa transformação, Django inicia seu treinamento de tiro com Schultz durante o inverno. A cena mostra Django montando um boneco de neve para praticar a precisão e mira de seus tiros, acertando todos os alvos que havia colocado no boneco. A cena seguinte mostra Django e Schultz

matando todo o bando de Wilson-Lowe e levando-os para uma espécie de delegacia, para receber suas últimas recompensas de caçadores. Através desse treinamento, pode-se observar uma forma de superioridade do Schultz pelo fato do mesmo ser um mentor, representando assim, a Europa civilizada e o Django caracterizando os Estados Unidos escravocrata, um mundo selvagem que precisa ser domado. Depois de receberem a recompensa pelo bando de Wilson-Lowe, Django e Schultz se dirigem para o Mississippi.

Imagem 06: Django em seu treinamento de tiro caracterizado como um cowboy.
Fonte: <https://static.independent.co.uk/s3fs-public/thumbnails/image/2012/12/25/19/pg-30-tarantino-weinstein.jpg>



O “D” é mudo

No Mississippi, eles descobrem o paradeiro de Brunhilde, uma fazenda chamada Candyland. Para resgatá-la, eles resolvem se passar por compradores de escravos, mais especificamente de “mandingos”, já que Calvin Candie, dono de Candyland, é um grande entusiasta da prática. No caso, Django seria uma espécie de especialista em mandingos, que aconselharia Schultz na compra. Mandingos são os negros coagidos a lutar até a morte para o divertimento e lucro de seus senhores, sendo essa prática comparável às “brigas de galo”, ocorrendo novamente a animalização dos negros. “Mais uma vez o homem negro é retratado como um animal para assegurar ideias de que ele tem habilidades sobre humanas” (WEAVER JR., 2016, p.60).

Sendo assim, eles vão ao encontro de Candie e são recebidos pelo seu advogado, que os instrui a chamá-lo de monsieur Candie, porque Candie seria um “francófilo” e Schultz diz que todas as pessoas cultas admiram os franceses, outra vez destacando a superioridade europeia em relação aos americanos. Entretanto, quando Schultz começa a falar em francês é dissuadido da ideia, porque segundo o advogado, Candie não dominava a linguagem. A francofilia seria, então, apenas um questão de status.

Finalmente são introduzidos em um cômodo, onde Candie e outros senhores estão assistindo a uma luta. Schultz é convidado a se juntar a eles, enquanto Django é convidado a ir ao bar, enquanto um dos convidados, de chapéu, o encara com desprezo, e Django resmunga que até ele mesmo sabe que não se usa chapéu em recintos fechados, regra de etiqueta que teria aprendido com Schultz.

A luta entre os mandingos é extremamente brutal. Todos os movimentos são retratados com ênfase, sem poupar sangue, suor e sons de ossos quebrando, gritos e gemidos de dor, enquanto os brancos torcem assiduamente. Um dos negros tem seus olhos arrancados e os outros escravos do recinto demonstram algum abalo, enquanto Django mantém seu papel imperturbável. O escravo de Candie, que está vencendo a luta, recebe um martelo para finalizar o oponente, e assim o faz.



Imagem 07: Luta de Mandingos. Fonte: <<http://blogcinemaemprosa.blogspot.com.br/2015/08/>>

O dono do mandingo morto se dirige ao bar e senta ao lado de Django, com desconfiança, perguntando seu nome. Django lhe responde e o escravista solicita que ele soletra. Django soletra e acrescenta que o “D” de seu nome é mudo. O outro se vira e com um ar quase misterioso diz “Eu sei”, terminando sua bebida e indo embora logo em seguida.

O mandingo vencedor, por sua vez, é recompensado por Candie com “um quarto com uma cama macia e uma negrinha para chupar ele” e uma cerveja para manter sua obediência. No final da cena, há uma conversa entre Candie, Schultz e Django sobre o negócio que envolve os mandingos, na qual Django se mostra destemido e petulante e é reconhecido como cowboy por Candie em resposta a esse comportamento.

Os mandingos são retratados como brutais, mas ao mesmo tempo têm uma relação servil com Sr. Candie, o que nos leva associá-los aos estereótipos tanto de “negro brutal” (de forma um pouco mais acentuada) quanto de “empregado servil”. “Mandingo” já é por si só um estereótipo relacionado à faceta hipersexualizada do negro brutal. Nos filmes hollywoodianos, o termo é geralmente usado como uma classificação de escravos fortes e brutais sem relação com o estereótipo servil ou com lutas de apostas. Esse uso diferenciado por Tarantino demonstra seu propósito de subverter estereótipos pré-estabelecidos.

O estereótipo do mandingo é baseado na retórica usada durante a escravidão afirmando que homens negros eram primitivos e hipersexuais. A retórica que caracterizou homens negros como brutos foi usada até mesmo depois da emancipação dos escravos para separar ainda mais os negros dos brancos, e desencorajar relacionamentos inter-raciais. (WEAVER JR., 2016, p.59).

Normalmente, segundo Bogle (2016) apud Kocić (2017), este estereótipo está relacionado a negros que desrespeitam a autoridade dos brancos, o que não acontece com os mandingos de “Django Livre”, justamente por causa da submissão que apresentam aos seus senhores.

Auf wiedersehen

Nesta cena, observa-se Django negociando com os mercadores de escravos para que o soltem, depois de o plano em Candyland ter desandado. Ele utiliza os mesmos truques que Schultz usou na cidade de Daughtrey para convencê-los a soltá-lo, mostrando o panfleto da recompensa do bando de Bacall. Os mercadores não ficam muito convencidos de que Django está falando a verdade e para certificar-se disso, pedem aos outros negros, que estavam presos, se Django realmente era um homem

livre que chegou a Candyland montado em um cavalo e acompanhado de um branco. Depois destes terem confirmado o que Django dissera, os mercadores veem ali uma oportunidade de ganhar dinheiro e concordam com o “trato” que o ex-escravo propôs: de soltá-lo, dar a ele um cavalo e \$500,00 do valor que seria recebido da recompensa. Eles oferecem a Django um cavalo, mas o mesmo recusa, dizendo: “eu não vou montar num cavalo com dinamites”; Prontamente, os mesmos se põem a retirar as dinamites e dar-lhe uma arma.

Assim que Django recebe a arma, ele mata todos os mercadores e explode o homem que estava transportando as dinamites, interpretado pelo próprio Quentin Tarantino. Esse momento do filme pode ser interpretado como o instante em que Django perde suas “correntes”, se tornando de fato unchained e se desprendendo totalmente de seu lado submisso, explodindo inclusive, figurativamente, o diretor do filme. O momento se torna ainda mais relevante quando Django surge em meio a fumaça da explosão, remetendo ao cowboy no mito da fronteira, o qual é relacionado à uma figura heróica, e deixando os escravos que estavam presos boquiabertos. Após esse acontecimento, Django cavalga rumo a sua vingança deixando para trás os presos. Na cena seguinte, dá-se um foco no rosto de um dos cativos, que está sorrindo, esse ato pode ser interpretado como um sentimento coletivo de vingança perante aos brancos da época.



Até chegar ao encontro de Brunhilde, Django passa por alguns lugares. Um deles é uma pequena casa onde encontram-se alguns capangas da fazenda Candyland, onde o caçador de recompensas assassina todos os presentes. O último lugar pelo qual Django passa antes de se encontrar com sua amada é onde está o corpo falecido de Schultz. Assim que adentra, Django pega seu fiel chapéu. Durante todo este tempo, o caçador de recompensas mantém seu olhar fixo no corpo de seu amigo. Assim que coloca seu chapéu, Django vai até o mesmo, toca seus cabelos e dita as palavras: “Auf wiedersehen”, o que denota, além de seu significado, que o negro livre, mesmo que pouco, aprendeu certas palavras na língua nativa de Schultz (alemão).

A cena que se segue mostra Brunhilde com receio do que iria acontecer consigo mesma ali onde se encontrava, e assim que escuta o ranger da porta se abrindo, se encolhe ainda mais na cama pensando que era algum dos homens que a mantinham presa. Antes de ter a identidade revelada para Brunhilde, Django a observa da porta e é possível enxergar a sua sombra: este se encontra como um completo cowboy, destacando a forma do chapéu. Nesta cena pode ser realizado um paralelo entre este acontecimento e a lenda de Brunhilde, que conta a estória de uma princesa que está presa em um castelo e é salva por um herói, e neste caso Django incorpora completamente o papel do herói presente na lenda ao realizar o ato de salvar sua amada.

Imagem 09: Sombra de Django como um cowboy na parede e Brunhilde deitada na cama. Fonte: DJANGO (2012).



Após o encontro de Django com Brunhilde, pode-se ver alguns capangas de Candie, sua irmã, Stephen e mais duas criadas voltando para a sua casa. Stephen começa a cantar uma música e, assim que entram na mesma, escutam a voz de Django, que está no andar de cima e completa a canção. No momento em que os capangas o veem, sacam suas armas prontos para matar Django, porém o gatilho mais rápido do Sul não possui este título a toa, e antes mesmo dos capangas da fazenda pensarem em apertar o gatilho de suas armas, estes já estão no chão. Um dos capangas leva um tiro certo de Django e falece na mesma hora, enquanto o outro, começa a agonizar, ao passo em que o homem livre observa seu sofrimento. Após algumas trocas de palavras com o sujeito, o mesmo grita o nome de Django, enfatizando a letra “D” (a pronúncia soou como “Dejango”), e alguns instantes antes do caçador de recompensas assassinar o indivíduo em questão, Django fala: “O “D” é mudo, caipira”.

Depois de matar os dois capangas, Django fala: “todos os negros, podem sair”. Neste trecho, observa-se Stephen tentando escapar do local, porém Django o impede de ir embora dizendo que ele pertence aquele lugar, ao mesmo tempo em que atira em um de seus joelhos. O ex-escravo completa lembrando que Stephen já havia visto negros morrendo de todas as formas e nunca fez nada e que Candie estava certo, Django era mesmo 1 entre 10.000 negros. Enquanto Stephen pragueja todos os tipos de palavras contra Django, o mesmo simplesmente atira em seu outro joelho e o deixa ali, acendendo o pavio que acionaria as dinamites, a fim de explodir a mansão. Neste trecho, é possível observar o quanto Stephen permanece submisso à Candie, até mesmo em seus últimos segundos de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim que se retira da casa grande, Django coloca um óculos, Brunhilde observa toda aquela cena contente, e assim que as dinamites estão prestes a explodir e destruir a casa, Brunhilde coloca seus dedos em seus ouvidos e então tudo vai abaixo, e a mesma começa a aplaudir o “espetáculo” provocado por seu marido.

Imagem 10: Django observando a destruição da casa de Candie. Fonte: <Fonte:<https://cdn3.whatculture.com/images/2014/10/django-unchained-jamie-foxx.jpg>>



Imagem 11: Django na frente dos destroços da casa de Candie.
Fonte: DJANGO (2012)



Django então monta em seu cavalo, e este dá um pequeno show, remetendo ao cavalo de Schultz, Fritz, que sempre abaixava sua cabeça em forma de cumprimento. Após isso, Brunhilde e Django vão em direção a seu futuro incerto. A última cena do filme mostra um flashback de seu “treinamento” com Schultz, onde o alemão diz: “sabe como vai ser chamado? O gatilho mais rápido do Sul”. E então o filme termina, com os leiteiros aparecendo na tela enquanto ao fundo a casa grande queima, simbolizando que a vingança de Django havia se concretizado e havia se tornado, com certeza, Django Unchained. Django acaba como cowboy, um herói de dois mundos. Um deles é seu lado americano, acostumado com a escravidão e a barbárie. O outro, vindo de Schultz, se refere ao fim da escravidão, o que já ocorreu em partes mais “civilizadas” do mundo.

REFERÊNCIAS

BOGLE, Donald. **Toms, Coons, Mulattoes, Mammies & Bucks: an interpretive history of blacks in American films**. 4 ed. Local: Bloomsbury Academic, 2001.

BOMENY, Helena [et al.] (coordenação). *Tempos modernos, tempos de sociologia: ensino médio: volume único*. 2 ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2013.

CARA gente branca. **Criação**: Justin Simien. Estados Unidos da América: seriado da Netflix, 2017.

DIAS, Arethusa Silvestri. **Django livre**: a dissonância temporal na construção do personagem-título. 2014. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Comunicação Social - Habilitação Jornalismo) - Departamento de Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

DJANGO. Direção: Sergio Corbucci. Produção: Manolo Bolognini e Sergio Corbucci. Itália: 1966. YouTube. (1h 27min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TdVf-gyN_6Y> Acesso em: 14 nov. 2017.

DJANGO livre. Direção: Quentin Tarantino. Estados Unidos da América: SONY PICTURES, 2012 (2h 44min).

DJANGO vem para matar. Direção: Giulio Questi. Itália: Gia Società Cinematografica, 1967. DVD. (1h 57min).

KOCIĆ, Ana. From the violent “Black Buck” stereotype to the “Black Hero”: representations of African Americans and black masculinity in american cinema. **Linguistics and Literature**, Sérvia, v. 15, n. 1, p. 85-96, 2017.

MIRANDA, André. O Globo. **Tarantino fala sobre humor, polêmica e violência em ‘Django Livre’**. Concedida em: 16 jan. 2013. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/cultura/tarantino-fala-de-humor-polemica-violencia-em-django-livre-7313321>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

MIYAZAWA, Pablo. **Rolling Stone. Adorável transgressor**. Concedida em: jan. 2013. Disponível em: <<http://rollingstone.uol.com.br/edicao/edicao-76/adoravel-transgressor?page=3#imagem0>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

SALGADO, Lucas. **Adorocinema**. Quentin Tarantino fala sobre Django Livre em entrevista exclusiva. Concedida em: 21 dez. 2012. Disponível em: <<http://www.adorocinema.com/noticias/filmes/noticia-102031/>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

SIGNIER, Jean-François; THOMAZO, Renaud. **Sociedades Secretas**. Tradução de Ciro Mioranza. São Paulo: Larousse, 2011.

SOUZA, H. R. C. **King Kong(o rei do congo): representações e estereótipos sobre os homens negros**. In: VI Colóquio Internacional sobre Homens e Masculinidades., 2017, Recife/PE. Anais do VI Colóquio Internacional sobre Homens e Masculinidades., 2017

STADNIKY, Hilda Pívaro. **Fronteira e mito: Turner e o agrarismo americano**. Geografia Econômica, 2007, n. 7. Disponível em: <www.cyta.com.ar/suplementos/gecon.htm>. Acesso em: 07 nov. 2017.

VIVA Django. Direção: Ferdinando Baldi. Itália: B.R.C. Produzione S.r.l., 1968. DVD. (1h 29min)

RTC
REVISTA
TÉCNICO
CIENTÍFICA
DO IFSC



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina