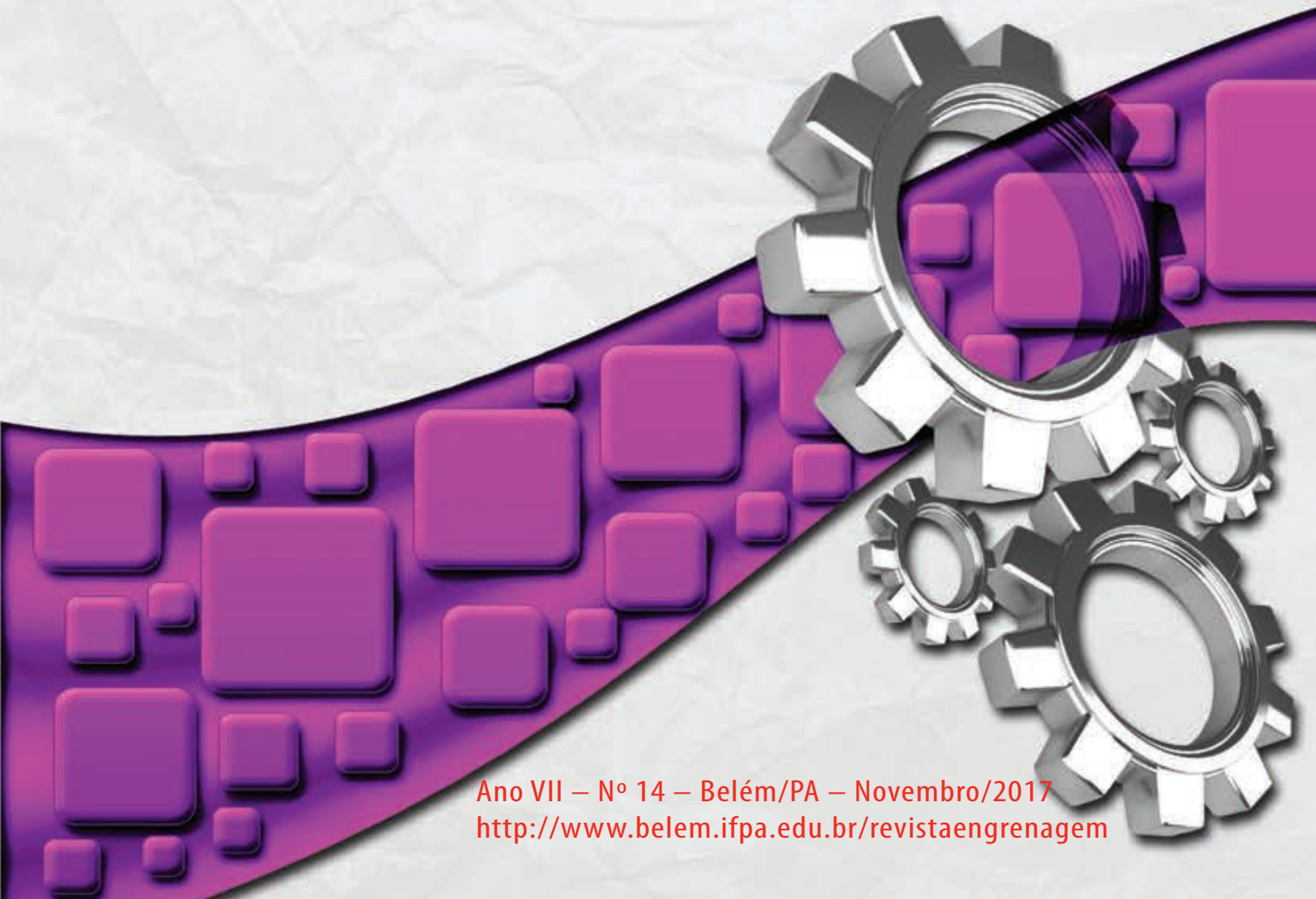


Engrenagem





Engrenagem

Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará – *Campus Belém*

Ano VII | Nº 14 | Belém/PA | Novembro/2017

ISSN 2236-4757

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Campus Belém

REITOR

Claudio Alexandre Jorge da Rocha

DIRETOR GERAL

Manoel Antônio Quaresma Rodrigues

CONSELHO EDITORIAL

Benedito Coutinho Neto (Editor Chefe)

COORDENAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Claudio Cezar Cunha de Vasconcelos Chaves

COORDENAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cezarina Maria Nobre Souza

COORDENAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Roberto Vilhena do Espírito Santo

COORDENAÇÃO DE BIOLOGIA

EXPEDIENTE

SUPERVISÃO: Cezarina Maria Nobre Souza

NORMALIZAÇÃO: Maria Suely da Silva Corrêa

PROJETO GRÁFICO: Carlos Alberto Alexandre Dantas

DIAGRAMAÇÃO: Maria Cristina Pacheco dos Santos Lima

PROJETO DA CAPA: Benedito Coutinho Neto

ILUSTRAÇÃO DA CAPA: Walder Lobo/Eduardo Rodrigues

REVISÃO DE TEXTO: Lara Mucci Poenaru

IMPRESSÃO: Cromos Editora e Indústria Gráfica Ltda

ENDEREÇO:

Av. Almirante Barroso, 1155
Bloco "N" – Pavimento Superior
Marco – CEP.: 66093-020
Belém/Pará/Brasil

Engrenagem: Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus Belém*

Ano VII - Nº 14 Belém/PA

Novembro/2017

96 p.

ISSN 2236-4757

1.Multidisciplinar. 2.Educação. 3.Pesquisa. 4.Periódico. 5.IFPA.

CDD:050

COMITÊ CIENTÍFICO EXTERNO

Adalberto Leandro Faxina - USP
Alberto Carlos de Melo Lima – UNAMA
Altem Nascimento Pontes - UFPA
Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro - UFPA
André Augusto Azevedo M. Duarte - UFPA
Cellina Rodrigues Muniz - UFRN
Emanoel Luis Roque Soares - UFRB
Francisco Ari de Andrade - UFC
José Augusto Martins Correa - UFPA
José Gerardo Vasconcelos - UFC
José Fernando Gomes Mendes – Uminho/Portugal
José Málio Ferreira Lima - UFPA
José Rogério Santana – UFC
Kátia Regina Rodrigues Lima - UVA
Maise Sales Gama Tobias - UFPA
Marcos Vinicius Seráfico de A. Carvalho - UFPA
Regina Augusta Campos Sampaio - UFPA
Shara Anne Holanda Costa Adad – UFPI
Simone de Fátima Pinheiro Pereira - UFPA
Vânia Marilande Ceccatto - UECE
Wilson Honorato Aragão - UFPB

COMITÊ CIENTÍFICO INTERNO

André Maurício Damasceno Ferreira
Benedito Tadeu Ferreira de Moraes
Bruno Ferraz de Oliveira
Carlos Alberto Machado da Rocha
Cátia Oliveira Macedo
Cezarina Maria Nobre Souza
Cláudio Alexandre da Rocha
Daniel Palheta Pereira
Elaine Monteiro Leão Filha
Fabrício Quadros Borges
Giselle da Cruz Moreira
Gláucia Henrique Barbosa da Costa
João Lobo Peralta
Júlia Antônia Maués Corrêa
Oscar Augusto Choque Fernandez
Raimundo Nonato das Mercês Machado
Simonne da Costa Amaral
Taylor Araújo Collyer

SUMÁRIO

Editorial

8

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos

Domestic Solid Waste Residues

Francisco de Assis Pinto Bezerra

Leandro Kazuyuki Hosogoshi

Mylene Cristina Sena Manso

Nayana do Socorro Farias de Sousa

10

O Método Científico aplicado ao estudo dos ecossistemas costeiros como metodologia de ensino na Educação Básica

The Scientific Method applied to the study of coastal ecosystems as teaching methodology in Basic Education

Helane Súzia Silva dos Santos

25

Explicando o Formalismo de Dirac pela polarização da luz

How to explain the Dirac's Formalism by using light polarization

Raimundo Nonato Nogueira Reis

Márcia Cristina Palheta Albuquerque

34

Estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e a segurança do trabalho na construção civil: Estudo de caso

Study of the level of recognition of solid wastes and work safety on civil construction: Case Study

Bruno Pantoja Figueiredo

Ana Karla Costa de Pinho

Valdeíza de Souza Abreu

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

41

Estudo sobre um dispositivo (bengala inteligente) para auxiliar deficientes visuais em seus deslocamentos

Study on a device (electronic cane) to assist the visually impaired in their displacements

Antonio Dionathan de Paiva da Costa

Arthur Coelho Pereira

Alan Rafael Nonato Neves

Benedito Coutinho Neto

49

Propriedade mecânica e absorção de água de compósito de matriz de resina poliéster e resíduo particulado utilizando MDF

Mechanical properties and water absorption of a residue matrix composite polyester and particulate waste using MDF

Tamires Isabela Mesquita Botelho

Erick Vinícius Cardoso da Costa

Felipe Fernandes de Azevedo

Laércio Gouvêa Gomes

62

Aumento horizontal de atrofia de rebordo ósseo pela técnica do split crest com instalação imediata de implante osseointegrável: relato de dois casos

Horizontal ridge increase by split crest technique with immediate installation of osseointegrable implant: two case report

Carolina Lopes Lima

George Alex Pereira Rodrigues

Rogério Bentes Kato

Darlan Rocha de Souza

72

**Estudo do nível de conhecimento e
prevenção dos distúrbios auditivos na
construção civil no Município de Belém:
Estudo de caso**

*Study of the level of knowledge and prevention
of auditory disorders in civil construction in
the Municipality of Belém: Case study*

Marcelo D. Bezerra Vieira

ãilton Santana Sousa

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

Mikael Pereira da Silva

85

94

Instruções aos autores

Editorial

Caro Leitor.

A décima quarta edição da revista Engrenagem, como as demais edições, constitui uma coletânea de produção acadêmica de uma diversidade de professores, dos mais variados cursos e instituições do Brasil, em particular da região amazônica, que escrevem sobre suas pesquisas não somente para divulgá-las, mas, sobretudo, para que sua absorção contribua para o desenvolvimento de novas pesquisas, aplicações ou para que de alguma forma sirva de alimento daqueles que têm fome pelo conhecimento.

Ela também contempla alguns temas completamente distintos; outros razoavelmente independentes entre si e outros confluentes. Portanto a leitura pode ser explorada em qualquer ordem, ou direcionada para efetivos assuntos de interesse que estão abertos para discussões e questionamentos, pois nunca se teve, não se tem e nunca se terá a pretensão de esgotarmos qualquer um deles, uma vez que não se constrói a diversidade na ciência apresentando uma única narrativa. Queremos, sim, que a revista seja sempre mais um canal de intercâmbio entre pesquisadores, educadores e estudantes. Uma contribuição adicional à literatura científica.

Nesta edição, são apresentados oito interessantes assuntos claramente abordados pelos autores, onde as ideias centrais podem ser perfeitamente alcançadas.

“Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos” traz a questão da seletividade e práticas alternativas para tratamento dos resíduos domésticos. Um tema atual que faz parte do cotidiano de todos os brasileiros.

“O Método Científico aplicado ao estudo dos ecossistemas costeiros como metodologia de ensino na Educação Básica” revela como a metodologia científica pode ser uma ferramenta eficiente para o processo de ensino-aprendizagem.

“Explicando o Formalismo de Dirac pela polarização da luz” é uma proposta subsidiada pelo processo de aprendizagem significativa de David Ausubel que tenta desmistificar a crença da inacessibilidade do ensino de tópicos da teoria quântica para alunos de ensino médio.

“Estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e a segurança do trabalho na construção civil: Estudo de caso” traz também um contexto de preocupação ambiental que se reflete na necessidade de aprimoramento e legislação apropriada para o tratamento de resíduos decorrentes de construções prediais (ou similares).

“Estudo sobre um dispositivo (bengala inteligente) para auxiliar deficientes visuais em seus deslocamentos” apresenta uma importante contribuição para a sociedade quando direciona um estudo para assistência de portadores de deficiência visual com propostas para minimizar suas dificuldades e limitações.

“Propriedade mecânica e absorção de água de compósito de matriz de resina poliéster e resíduo particulado utilizando MDF” é uma interessante abordagem sobre MDF relativamente a sua composição, quando suas propriedades de resistência, compressão e absorção de água são analisadas.

“Aumento horizontal de atrofia de rebordo ósseo pela técnica do split crest com instalação imediata de implante osseointegrável: relato de dois casos” apresenta a interessante técnica do Split crest usada na cirurgia de implantes dentários para ganhar um aumento de espessura óssea.

“Estudo do nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos na construção civil no Município de Belém: Estudo de caso” trata de análise de dados sobre nível sonoro das construções e da relativa ausência de informação adequada e intermitente que garantam a segura prevenção dos distúrbios auditivos.

Diante de todos os problemas que o Brasil passa, ainda resta a esperança de nos entusiasmos e isso é o mais importante. Devemos criticar aquilo que nos incomoda, devemos lutar pelo que acreditamos, devemos acreditar em nós mesmos, que somos capazes de ajudar a transformar. Devemos ler para nos libertar.

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes
Prof. Dr. Titular de Física
IFPA/Campus Belém

Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos

Domestic Solid Waste Residues

Francisco de Assis Pinto Bezerra

Mestre em Planejamento do Desenvolvimento pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) da UFPA. **Endereço:** Pass. São Sebastião, nº 628, Rua da Marinha, Marambaia, Belém, Pará, Brasil. **E-mail:** profissionaldaufpa@hotmail.com.

Leandro Kazuyuki Hosogoshi

Aluno do último ano do Curso de Engenharia Ambiental do IESAM/ESTÁCIO.

Mylene Cristina Sena Manso

Aluna do último ano do Curso de Engenharia Ambiental do IESAM/ESTÁCIO.

Nayana do Socorro Farias de Sousa

Aluna do último ano do Curso de Engenharia Ambiental do IESAM/ESTÁCIO.

RESUMO

Os resíduos sólidos urbanos têm que ser tratados de maneira adequada, pois, quando despejados sem qualquer planejamento e em qualquer local, agrava-se o problema do lixão, com prejuízo socioambiental. A proposta deste artigo foi identificar os fatores condicionantes para as famílias descartarem seus resíduos em ambiente urbano aberto. Aplicamos questionários a 25 famílias do Bairro do Guamá, Belém, tendo como suporte metodológico a abordagem qualitativa. As evidências revelam que as famílias manipulam seus resíduos em circunstância de precariedade, pois o saneamento deste serviço é inócuo, visto que parte considerável dos resíduos não é recolhida, agravando-se em função da incipiente reciclagem, que pouco contribui para gerar ocupação, renda e poupar recursos para as gerações futuras. Os dados compilados permitiram identificar as seguintes motivações para as famílias descartarem resíduos em locais baldios: a pouca capacidade de suporte do carro coletor, que não consegue recolher todo o lixo; a falta de coincidência entre os dias de produção do lixo e os dias de coleta; e o desestímulo das famílias para fazer a seletiva ou outras práticas alternativas para os resíduos. Os resultados sugerem que o problema do lixão reflete o “lixo residual”, derivado da parte não coletada, levando as famílias a descartarem lixo nas vias públicas.

Palavras-chave: Lixo. Coleta. Descarte. Contaminação. Tratamento. Exposição.

ABSTRACT

Urban solid waste has to be treated properly, because when dumped without any planning and in any place, it generates the problem of the dump, with socioenvironmental loss. The purpose of this article was to identify the conditioning factors for families to discard their waste in an open urban environment. We applied questionnaires to 25 families from the Guamá neighborhood, Belém, having as methodological support the qualitative approach. Evidence shows that households handle their waste in a precarious situation, since the sanitation of this service is innocuous, since a considerable part of the waste is not collected, aggravated by the incipient recycling and that little contribution to generate occupation, income and Resources for future generations. The data compiled allowed us to identify the following motivations for families to discard waste in vacant places: the poor capacity of the collector car to collect all the garbage; there is no coincidence between the days of garbage production and the days of collection; and families are not encouraged to make the selective and have no alternative practices for waste. The results suggest that the landfill problem reflects the “residual garbage” derived from the uncollected part, leading households to dispose of garbage on public roads.

Keywords: Garbage. Collect. Discard. Contamination. Treatment. Exhibition.

INTRODUÇÃO

No atual momento contemporâneo e global, o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica vêm sendo acompanhados por alterações no modo de produção capitalista e que reflete no estilo de vida e no consumo das populações. Esta imposição aumenta a produção de resíduos sólidos nas grandes metrópoles de várias partes do mundo, denominada pela literatura especializada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Os RSU são associados ao lixo produzido no dia a dia pelas famílias, empresas, indústrias, hospitais, construtoras, entre outras instituições, ou seja, o lixo significa “tudo o que se joga fora após a limpeza e/ou a varredura de uma casa, etc. [...] Coisas inúteis, entulho e rejeitos. Sujeira e imundice” (XIMENES, 2000, p. 802). Podem ainda ser considerados como “restos das atividades humanas descartáveis, apresentando-se na forma sólida, semi-sólida” (CERETTA; SILVA; ROCHA, 2013, p. 18).

Na Itália, Alemanha e Suécia, o processo de reciclagem representa, respectivamente, 35%, 60% e 40% (VIEIRA; GARCIA, 2012). O Brasil, em comparação, apresenta baixo desempenho no gerenciamento dos RSU, cuja parte significativa tem como destino final os aterros sanitários ou lixões, pois apenas 10% do lixo produzido é destinado à compostagem. Tanto que menos de 3% dos municípios brasileiros manejam adequadamente seus RSU, pois de todo o lixo coletado, 24% são destinados para aterros sanitários e tratados; 56% são depositados em aterros controlados; e o restante, 20% se formam em lixões (ABRIL COBI, 2012).

Estas estatísticas revelam que os RSU, em sua maioria, **não contam com destinação sanitária e ambiental correta, pois são** descartados sem qualquer planejamento em qualquer local público, em ambiente aberto e em terrenos baldios, à beira de estradas ou de rios ou em espaços

ermos das cidades, cujos desagradáveis pontos de lixões passaram a compor a paisagem urbana das grandes metrópoles contemporâneas, como na Cidade de Belém, Pará.

Esta situação é acentuada quando se leva em conta o acelerado processo de urbanização das grandes metrópoles e com ocupações desordenadas nas periferias, o que impacta a capacidade de suporte do sistema coletor de resíduos. O mais grave desse problema, derivado do estoque de lixo, é que, além dos prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública, os RSU causam impactos na infraestrutura das Cidades, acentuados nos períodos de chuva, com implicações para a mobilidade urbana.

Embora os RSU apresentem vários componentes na sua formação, interessantes para discussão neste estudo os dejetos das atividades humanas produzidas nas residências das famílias, como resultados das atividades domésticas rotineiras na forma orgânica (restos de alimentos) e na forma inorgânica (restos de produtos de limpeza), que chamamos de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD). Esta delimitação nos levou a enveredar pela seguinte linha de investigação: Quais fatores motivam as famílias a despejarem seus RSD em ambiente ermo e aberto?

O objetivo deste artigo foi identificar os fatores condicionantes para as famílias descartarem seus RSD em ambiente urbano aberto, cujo despejo em coletivo leva à formação dos lixões. O esforço desta pesquisa é explicar as causas e circunstância em que as famílias decidem descartar seu lixo no espaço público.

Partimos da premissa de que as famílias manipulam seu lixo de maneira consciente e educada, visto que fazem a coleta dos seus dejetos produzidos, embalam-nos e os ‘organizam’ em pontos de fácil acesso para a coleta. Porém, a questão é que não há coincidência entre o lixo disponibilizado pelas famílias e a frequência do seu recolhimento pelo sistema coletor. Por isto, nem todo o resíduo que

é produzido é de fato recolhido. Esta não coincidência entre o agente produtor e o agente recolhedor gera o “lixo residual”, cuja diferença leva as famílias a depositarem seus RSD em ambiente urbano aberto, contribuindo para formar os lixões.

Esta nossa posição contraria o discurso generalizado de que a unidade familiar não seja informada e/ou careça de educação/consciência sobre os graves riscos de contaminação da terra, água e ar, com sérios prejuízos à saúde ambiental e humana, derivados do descarte de resíduos em ambiente aberto, cujo discurso transfere a responsabilidade deste problema às famílias. Por isso, defendemos que a formação do lixão tem relação direta com a (in)capacidade de suporte do sistema público coletor.

O conteúdo do artigo foi estruturado no sentido de discutir a definição de resíduos sólidos; a metodologia, que descreve os procedimentos para se alcançar a proposta do estudo; os Resultados, que analisam os dados apurados, visando a uma síntese conclusiva para as Considerações finais.

RESÍDUOS SÓLIDOS

No geral, os RSU, considerando sua definição de entulhos, coisas inúteis, rejeitos e sujeira, podem aparecer na forma de material orgânico (restos de vegetais, alimentos, etc.) e material inorgânico (restos de produtos de limpeza, vidros, lâmpadas fluorescentes, baterias, papel, entulhos, etc.). Estes materiais passaram a ter impactos quantitativos e qualitativos positivos no meio ambiente, já que eles se diversificaram na sua composição, notadamente a partir de elementos sintéticos, cujos efeitos nocivos são perigosos aos ecossistemas e à saúde humana (GOUVEIA, 2012).

Certamente que este novo elemento na composição do processo produtivo possibilita maior quantidade de bens produzidos, o que aumenta o consumo e, na esteira, eleva-se o aumento do descarte, ainda que os materiais sintéticos

tenham papel de substituir os recursos não renováveis. O aumento dos resíduos dificulta seu manejo, coleta, transporte, armazenamento, gestão e o destino final dos rejeitos, tornando-se uma preocupação generalizada, em função dos prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública, pois, quando descartados de forma inadequada, em locais baldios, resultam em prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública¹.

Estes impactos socioambientais, derivados dos RSU, podem ter explicação na própria relação entre os seres, visto que a dinâmica dos ecossistemas, no geral, mostra que os rejeitos de um organismo são alimento de outro, e essa troca entre os vários organismos forma um ciclo de transformações bioquímicas mais ou menos homeostáticas (FELDMANN, 2012). No entanto, na prática, esta lógica nem sempre ocorre com todos os dejetos, particularmente com os resíduos, visto que um não consegue absorver o outro e, por conta disso, eles vêm aumentando, sendo o aspecto mais visível dessa questão os lixões depositados nas vias públicas das grandes Metrópoles, como na Cidade de Belém.

Dados estatísticos corroboram a premissa de que a massa de RSU aumenta. No Brasil, estimativas mostram que, diariamente, são coletadas no entre 180 e 250 mil toneladas de RSU, sendo que esta produção cresce a um patamar de 7% ao ano. Para se ter noção deste elevado crescimento de RSU: no Brasil, a média de produção é de 1Kg por habitante/dia, padrão similar ao de alguns países superiores economicamente, como da União Europeia e de países norte-americanos, sendo estes considerados maiores produtores de RSU do mundo (GOUVEIA, 2012).

O consumo, os resíduos e o descarte são algo inerente ao modelo de produção vigente. A sociedade contemporânea,

¹ Doenças podem ser transmitidas por vetores encontrados em locais onde há mau acondicionamento de resíduos, tais como: Rato (tifo, peste, leptospirose); Mosquito *Aedes aegypti* (dengue e febre amarela); Formiga (febre tifóide, doenças gastrointestinais); Mosquitos (febre tifóide, doenças gastrointestinais); Barata (febre tifóide, tuberculose, conjuntivite, cólera); Urubu (toxoplasmose).

pois, atua como organismo vivo e possui metabolismo peculiar, na medida em que quantidades crescentes de matéria são extraídas da natureza para que, tragados pelas estruturas de produção, sejam convertidos em produtos de modo atender novas necessidades humanas (SANTOS; LOPES; DIAS, 2012, p. 24). O resultado dessa digestão é múltiplo e desigual, com causas/efeitos nos seguintes aspectos:

- Geração de excedentes econômicos apropriados e distribuídos de maneira assimétrica;
- Acesso desigual à qualidade de vida, resultante do progresso tecnológico e industrial; e
- Geração de poluentes atmosféricos, líquidos, gasosos, causando impactos biológicos, químicos e físicos, o que acentua ainda mais o fosso social (SANTOS; LOPES; DIAS, 2012, p. 24).

O grande nó do modelo de produção capitalista é que, mais que aprofundar as disparidades sociais, concebe que tudo que excede à mercadoria seja tratado como algo inservível, sem valor, conteúdo e nem utilidade. A prática mostra que esta mesma concepção se amplia para os consumidores, na medida em que adquirimos um bem, usamos e o descartamos em prol do atendimento de novas satisfações.

Verificamos, portanto, que a aquisição de bens, o consumo e seu descarte, em forma de resíduos, têm relação direta com o sistema econômico vigente, uma vez que o próprio mercado estimula o consumo seletivo, coletivo e imediato, refletindo no pouco tempo de uso dos bens adquiridos. Com isto, o tempo de vida útil dos bens produzidos também é reduzido, induzindo as pessoas a comprarem mais, cujas aquisições levam ao aumento de RSU. Esta relação entre economia e o lixo permite dizer que aqueles que produzem/comercializam bens deveriam ser responsabilizados em fazer a coleta dos descartes nos domicílios e com reaproveitamento nas atividades produtivas.

No entanto, a realidade é outra, pois estudos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) apontaram que o Brasil desperdiça mais de oito bilhões de reais por ano em materiais que não são reaproveitados, como insumos que poderiam voltar para as cadeias produtivas, mas que são levados aos aterros ou aos lixões, como destino final² (FELDMANN, 2012). Esta perda de materiais reutilizáveis indica que, no Brasil, o lixo pouco contribui com a movimentação da economia, com geração de trabalho, renda e inserção social e, mais, o processo de reciclagem deixa de ser fator mitigador dos impactos ambientais, não garantindo recursos naturais para as futuras gerações.

De fato, estudo aponta que, dos 50 milhões de toneladas de RSU produzidos no Brasil, apenas 18% (metais, papéis, plásticos e vidros) são destinados ao processo de reciclagem, salvo o material de alumínio que atinge taxas de reciclagem próximas de 100% (GOUVEIA, 2012). Portanto, parte significativa do RSU produzido no Brasil não conta com destinação sanitária e ambiental adequada, sendo depositado em vazadouros em ambiente aberto, formando os lixões nos centros urbanos, como efeito da pouca dinâmica da reciclagem no Brasil.

Ou seja, “o lixo tem Potencial econômico, ainda que a reciclagem seja uma atividade incipiente como estratégia para minimizar o problema dos lixões nos grandes centros urbanos do Brasil” (FELDMANN, 2012, p. 42). Esta conjectura permite considerar que a política dos 3 Rs (Reutilizar, Reciclar e Recuperar os RSU) é inócua no Brasil e, o que é mais grave, deixa de poupar recursos naturais, comprometendo fontes de reprodução material e de vida para as gerações futuras.

Com isso, não é difícil perceber – nobres leitores - que os Gestores municipais pouco cumprem a Política Nacional de

2 Os RSU podem ter destinação final nos aterros controlados, aterros sanitários, unidades de compostagem, unidades de tratamento por incineração, unidades de triagem para reciclagem, em lixões, em vazadouros ou em áreas alagáveis a céu aberto.

Resíduos Sólidos (PNRS)³, instituída pela Lei n. 12.305, de agosto de 2010, cujo art. 4º dispõe que: a coleta e tratamento dos RSU fazem parte do saneamento urbano, sendo de competência do poder público municipal fazer planos de metas e com a participação dos catadores de lixo, viabilizando locais apropriados, com contêineres e basculante/intercambiável (BRASIL, 2010).

Mais que atribuir competência ao poder público municipal na gestão dos resíduos, entendemos que o problema da formação dos lixões nas grandes Cidades passa pelo manejo dos RSD produzidos pelas famílias e pelo recolhimento do sistema público coletor, e não que a unidade familiar seja desinformada e/ou careça de educação e de consciência sobre os graves riscos de contaminação da terra, água e ar, os quais afetam a saúde pública e ambiental. Este recorte eleito contraria, inclusive, a seguinte assertiva unilateral e generalizada:

[...] Tanto as pessoas de baixa, como as de alta renda, do ponto de vista de atitude e de comportamento, não se sentem constrangidas de jogar lixo na rua. Por quê? “Porque a imagem que as pessoas têm do público é a de que não existe problema em lançar lixo na rua” (FELDMANN, 2012, p. 37).

Será que as pessoas são tão ingênuas a ponto de não entenderem que lançar lixo na rua gera sérios impactos à infraestrutura de saneamento, à saúde humana e ao meio ambiente? Por isto, contra-argumentamos este discurso, o qual transfere a responsabilidade do problema dos lixões à unidade familiar produtora de RSD.

A questão é que, se por um lado, as famílias vêm aumentando seu consumo e a produção de resíduos se eleva; por outro, o setor recolhedor de RSD não acompanha esta seletiva dinâmica, gerando

indesejáveis estoques de resíduos. Esta diferença residual contribui para o problema da formação do lixão nos locais ermos e baldios, na medida em que o descarte ocorre de maneira coletiva. Neste sentido, a exposição do lixão na paisagem urbana apenas “acena” que o mesmo precisa ser recolhido, porém isso não se realiza, gerando assim transtornos socioambientais. Por esta linha, a disposição de RSD em ambiente aberto representa estratégia das famílias para compensar o não recolhimento de todo o lixo produzido nos domicílios.

Acreditamos, pois, que o método mais eficiente para o controle dos RSU seja a coleta e o recolhimento, desde que se leve em conta a frequência da disposição dos lixos produzidos pelas famílias, isto é: o segmento coletor deve que se adequar aos períodos da produção de resíduos, não permitindo a geração de estoques de RSD para ser descartada no meio ambiente, contribuindo para gerar benefícios à higiene ambiental, à saúde e aos logradouros públicos. Isto, contudo, exige aumento da capacidade de suporte do Sistema público coletor.

Esta nossa inferência é ratificada por Monteiro (2001), quando considera que a formação dos lixões pode ser inibida a partir da coleta efetiva e assídua em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários e que seja uma ação constante. Esta prática rotineira leva os cidadãos a se habituarem quanto à disponibilidade para a devida coleta seletiva do lixo, evitando o estoque de resíduos em domicílio que, no geral, tem como destino os lixões. Esta agenda de recolhimento, em períodos compatíveis à produção de RSD, implica mecanismo eficiente para que as famílias não contribuam para a formação dos lixões.

Para tanto, não é demais lembrar que a comunidade deve ter pleno conhecimento do dia e horário do recolhimento, através de comunicações individuais a cada responsável pelo imóvel. Com isto, a população deve adquirir confiança de que a coleta não vai falhar, fazendo a sua parte acomodando o RSD em embalagens

3 O prazo para adequação da destinação final de resíduos sólidos venceu em agosto de 2014, onde os municípios deveriam estabelecer a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos, através de ações de aproveitamento e recuperação dos resíduos e encaminhamento da parcela de rejeitos a aterros sanitários, cessando os aterros controlados e os lixões.

adequadas, nos dias e horários pré-agendados, e não atirando lixo em locais impróprios (MONTEIRO, 2001).

Contribui também para aumentar o resíduo e o descarte, a melhora no poder de compra da classe trabalhadora, notadamente a partir de meados dos anos de 1990 com a política econômica do Plano Real, permitindo às famílias ter maior acesso aos bens de consumo. Ao lado disso, tivemos a expansão dos programas de renda mínima, com visibilidade a partir de 2005, usados como mecanismo de redução da pobreza, o que se traduziram no aumento de consumo das famílias, ou seja, recorreu-se ao mercado como fator de inclusão social, em detrimento do aumento qualitativo de serviços sociais de alta essencialidade, como saúde e educação pública de qualidade.

Obviamente que este tipo de política social apenas promove o mercado de bens, cujo maior consumo resulta no aumento de resíduos e do descarte. Este maior acesso ao mercado de bens é acentuado pela maior comodidade de alguns bens de consumo, propiciada pelas inovações tecnológicas no segmento de alimentos prontos, condimentados, frios, congelados e embutidos, cujos itens são de preparo imediato (GOUVEIA, 2012). Esta inovação favorece alteração no estilo de vida e no consumo das populações, com alimentação avulsa e em qualquer momento do dia, com aumento significativo de descarte, pois ela é dependente de embalagens.

Se o aumento do resíduo e do descarte está associado ao aumento do consumo, então a redução do problema do lixo passa pela mudança de comportamentos humanos, como: “Mais qualidade de vida, e menos quantidade de bens; mais cultura, e menos *status* sociais; mais esporte, e menos alimentos industrializados; mais tempo para as crianças, e menos presentes; mais alegria interior, e menos consumo” (FELDMANN, 2012, p. 41).

METODOLOGIA DA PESQUISA

O ponto de partida deste artigo foi a realização de um Projeto de pesquisa, como requisito para atender a avaliação de um Trabalho multidisciplinar, sob o título de ‘Resíduos Sólidos Domésticos’, no Curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAN), no final de maio de 2016.

O lócus da pesquisa foi na Cidade da Belém, mais precisamente no Bairro do Guamá e com recorte ao longo da Rua Rui Barbosa e na Passagem São Lázaro, visto que a paisagem destas vias tem como um dos componentes o lixo, disposto em vários pontos, com implicações sociais e ambientais.

Os sujeitos, alvos da pesquisa, foram as famílias produtoras de RSD, e o critério de seleção destas foi de duas ordens: a) que tenham residência adjacente/confluente ao ponto de disposição de resíduos, visto que são estas famílias que vivenciam e são vítimas dos efeitos do problema da exposição dos lixões meio ambiente; e b) que dependam do sistema público coletor para o recolhimento do lixo doméstico produzido.

A unidade de análise do estudo foi a residência da população eleita e foram visitados 25 domicílios. Para mostrar a realidade do problema do lixo vivenciado pelas famílias, recorreremos ao aparelho celular como instrumental para nos auxiliar na reprodução do aspecto visual da paisagem urbana em que estas residências estão inseridas, a partir da produção fotográfica, visando subsidiar as análises dos resultados.

A investigação em campo foi conduzida a partir da Pesquisa Qualitativa, pois o estudo produziu dados primários, tendo como fonte das informações os sujeitos conhecedores sobre os efeitos nocivos do lixo e com condições de relatar sobre esta grave questão social. O aspecto qualitativo do estudo sintetiza uma “relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, há um vínculo indissociável entre o

mundo objetivo e a subjetividade do sujeito [...]” (SILVA; MENEZES, 2002, p. 20).

Os dados de interesse deste estudo foram obtidos através do Questionário, cujo instrumental de pesquisa significa uma “Técnica de coleta de dados primários na medida em que seja aplicado in loco da pesquisa, gerando informações qualitativas, próximos da realidade investigada [...]” (MCDANIEL, 2003, p. 322). Este documento foi estruturado de modo a gerar respostas para o objetivo elencado, a partir de perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha.

O ponto de partida da pesquisa em campo foi o contato com o Sistema Único de Saúde (SUS) do Bairro do Guamá, com a direção desta unidade, onde se justificou a necessidade da realização da pesquisa, com a perspectiva de o estudo dar uma contribuição na redução do lixo a céu aberto e, por conseguinte, mitigar os problemas de saúde derivados deste problema. Para tanto, a Gestora permitiu que um Agente de saúde da dengue nos acompanhasse durante dois dias do mês de junho de 2016.

A partir de então, iniciamos o trabalho em campo, explorando o ambiente áspero e insalubre da área investigada, cuja estadia permitiu-nos vivenciar também o ar nocivo do lixo urbano, como também: “Proporcionou maior familiaridade com o problema de estudo, com vistas a torná-lo explícito, a partir da Pesquisa exploratória, com levantamentos e entrevistas” (SAMARA; BARROS, 2002, p. 78).

Após a aplicação do questionário, as respostas das perguntas abertas foram descritas na íntegra, fazendo valer a qualidade das respostas dos entrevistados, como também foram registrados os depoimentos diretos dos pesquisados sobre as causas que levam as famílias a depositar lixo nas vias públicas. Selecionamos cinco relatos, com pseudônimo dos entrevistados (A, B, C, D, E), com finalidade de preservar a identidade e a imagem dos mesmos, além de garantir ética a este trabalho.

As respostas das perguntas fechadas e de múltipla escolha, a priori, foram

organizadas em quadros e com tratamento padronizado, a partir da contabilidade da frequência das respostas dos entrevistados, a qual gerou valor absoluto que, por sua vez, derivou em valor relativo em percentual. Para facilitar a análise dos resultados, os valores em percentuais foram transformados em gráficos, em forma de *Pizza*, através da ferramenta *Exe /* do computador, segundo as orientações de Pedro Barbetta (2005).

O tratamento analítico dos resultados teve apoio metodológico de Triviños (1996), que recomenda três procedimentos básicos para inferência: a) Descrição dos dados, onde se transcreve o que o material tabular indica; b) Análise dos dados a luz do referencial teórico, explicando os resultados apurados; e c) Intervenção do pesquisador, atuando entre o descrito (a) e o analisado (b), de modo a expressar sua *expertise* profissional no campo em que está inserido.

ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Os dados compilados pela pesquisa mostraram que o Perfil socioeconômico dos personagens entrevistados se traduz nas seguintes características: os domicílios são constituídos, em média, por três moradores, sendo que este arranjo familiar é próximo da média brasileira, que é um casal, acompanhado de um ou dois filhos. Este componente é derivado de casamentos, cujo chefe domiciliar se situa na faixa etária de 45 a 60 anos e possui uma renda entre 2 a 4 SM. Este perfil revela certo potencial para a produção de resíduos, pois as rendas auferidas pelas famílias são convertidas na aquisição de bens de consumo e, por conseguinte, na produção de RSD.

FATORES RELACIONADOS AO RSD NA PERSPECTIVA DAS FAMÍLIAS

Neste bloco do trabalho identificamos as motivações que levam as famílias a disponibilizarem seus RSD em ambiente urbano aberto, a partir dos pontos de vista e das respostas dos respectivos personagens desta pesquisa.

Vocês usam o sistema coletor público de resíduos?

O serviço de limpeza pública, envolvendo a coleta dos RSD, depende de algumas situações de ordem estrutural, como: vias pavimentadas; iluminação para o tráfego dos coletores; tamanho de muitas ruelas; cumprimento da agenda da coleta; pontos acessíveis para o recolhimento; enfim, o uso do sistema coletor público de resíduos pelas famílias (Figura 1) passa por vários elementos, o que exige uma análise não unilateral dessa questão.

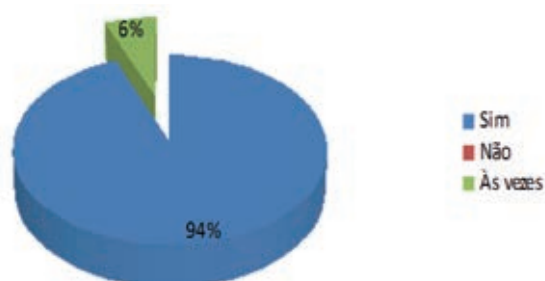


Figura 1. uso do sistema coletor público de resíduos.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá (2016).

Parte expressiva dos entrevistados (94%) afirmou que usam o sistema coletor público de resíduos sólidos, sendo que uma minoria (6%), às vezes, recorre a este expediente. Enfim, no geral, ninguém se hesitou no uso deste importante serviço público de saneamento.

Este resultado encontra respaldo na afirmativa de que a coleta de resíduos sólidos e sua adequada disposição são fundamentais para a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas, pois o destino correto do lixo significa menos agressão à terra, água e ao ar, melhorando a qualidade de vida das populações e do próprio planeta, segundo as ponderações de Vieira e Garcia (2012).

Certamente que a coleta constante pelo sistema público ainda representa o principal mecanismo para deslocar os RSD dos domicílios e/ou dos centros urbanos para destinos específicos, com fins de controle e/ou tratamento final.

O seu lixo fica armazenado onde?

O lixo produzido, levando-se em conta a sua definição, exige que o mesmo fique acondicionado em local específico, seja por questões de saúde e higiene ambiental, seja para a espera do carro coletor nos dias agendados RSD (Figura 2).

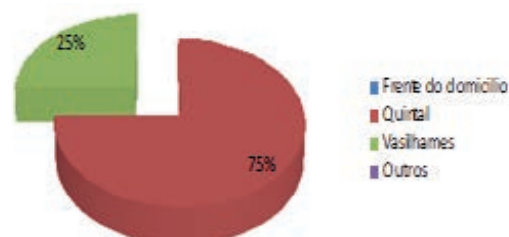


Figura 2. Armazenamento do lixo.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016)

A cultura para se acomodar o lixo, pelo menos na Cidade de Belém, é acondicioná-lo em sacos plásticos e, em seguida, dispô-lo em locais diversos. No caso dos sujeitos entrevistados, a maioria (75%) armazena os RSD no quintal dos próprios domicílios (Figura 3) e uma minoria (25%) respondeu que disponibiliza o lixo em vasilhames.



Figura 3. Lixo armazenado nos quintais dos domicílios.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

A prática mostra que, depois de acomodar em sacos plásticos ou em outros recipientes, as famílias disponibilizam seus resíduos produzidos nos quintais dos próprios domicílios, porém nem sempre os dejetos são acondicionados de maneira adequada, de modo a não contaminar o meio ambiente e a saúde.

De fato, a organização, a embalagem e o armazenamento do lixo são fundamentais para não contaminar o meio ambiente e a saúde pública, pois os RSD misturados devem ter acondicionamentos e locais apropriados, onde o poder público municipal deve providenciar pontos de coleta, permeados por contêineres basculantes ou intercambiáveis, como salientaram Zanta e Ferreira (2005).

Ao contrário, se o armazenamento do lixo for precário, os resíduos podem gerar impactos na saúde das populações, com estimas de 80% da ocupação dos leitos hospitalares proveniente de doenças causadas pela água contaminada por questões sanitárias, tal como constataram Ceretta, Silva e Rocha (2013).

Não é preciso muito esforço para se entender que o precário armazenamento do lixo nos quintais das residências, dependendo do tempo de sua disposição, que pode levar a sua degradação, gera odor insuportável, contaminando o meio ambiente doméstico, comprometendo a saúde das pessoas. Além disso, o lixo contrai animais nocivos, como roedores, caninos e voadores, proliferando doenças.

Outra questão da coleta do lixo, apontada pelas famílias entrevistadas, foi a falta de um local apropriado e de fácil acesso para colocar os resíduos armazenados em sacos plásticos, de modo a facilitar o trabalho dos próprios coletores. Inclusive no ambiente pesquisado, até foi constatado a presença de basculante para a destinação dos resíduos a espera do carro coletor, no entanto o mesmo é insuficiente para acomodar a quantidade significativa de lixo produzido. Esta situação leva as famílias a depositarem seus RSD ao redor do recipiente público, cuja exposição se

torna um componente negativo à paisagem urbana da cidade de Belém (Figura 4)



Figura 4. Uso de basculante para acomodar os RSD.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

A pouca capacidade de suporte dos basculantes ou contêineres, disponibilizados pelo poder público municipal, leva as famílias a colocarem seu lixo junto a este ponto de coleta, indicando carência na estrutura do sistema coletor de resíduos. Por outro lado, as famílias mais sensatas para com os problemas da exposição dos RSU optam por colocar seus dejetos em frente aos seus domicílios e pendurados nas grades (Figura 5).



Figura 5. Foto do lixo pendurado na grade do portão de ferro.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

Tais estratégias adotadas pelas famílias para disponibilizar o lixo momento antes da passagem do carro coletor é uma necessidade, pois o este passa de

maneira rápida, não dando tempo para que as famílias coloquem na hora os seus resíduos, sob risco de perder a coleta. Caso a embalagem do resíduo for colocada no chão, há risco de os animais (cães, gatos, ratos e urubus) depredarem os dejetos, espalhando-os na frente das casas ou dos logradouros públicos.

Neste ponto, reforça-se a lógica assumida neste estudo de que as famílias administram bem seus resíduos produzidos, porém dependem que o serviço público coletor faça também a sua parte de recolhimento. No entanto, este serviço de saneamento não é realizado, a ponto de recolher todo o RSD produzido, ou seja, este sistema de limpeza não acompanha relativamente a seletiva produção dos resíduos pelas famílias, havendo, por conta desta situação, uma discrepância entre o tempo de produção e o tempo de recolhimento do lixo, levando os resíduos a se converterem em lixo.

Neste caso, o que se coloca em questão é a capacidade de infraestrutura do sistema coletor, visto que se demonstra com precariedade de suporte para recolher, com maior frequência, os RSD. Diante do precário atendimento deste serviço, as famílias são obrigadas a depositar seus resíduos em ambiente aberto, contribuindo para a formação dos lixões, tornando-se elemento negativo para a paisagem urbana.

Quantas vezes na semana o lixo é recolhido pelo carro coletor?

Outro fator que interfere no eficiente recolhimento dos RSD é a frequência com que o carro coletor passa nos domicílios (Figura 6), pois, dependendo do volume de lixo produzido pelas famílias, a coleta regular e constante pode significar menos despejo de dejetos e formação de lixões nas vias públicas.



Figura 6. Vezes por semana que o lixo é recolhido pelo carro coletor.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

A maioria dos entrevistados (80%) afirmou que o carro coletor executa o recolhimento do lixo por três vezes na semana, sendo que o restante dos sujeitos (20%) disse que este serviço é realizado apenas duas vezes no mesmo período.

Para inibir a formação dos lixões, a coleta dos resíduos deve ser efetuada em cada imóvel, sempre nos mesmos dias, horários e que seja uma ação regular, cujo procedimento leva os cidadãos a se habituarem quanto à rotina da disponibilidade e da coleta seletiva do lixo, evitando que as famílias estoquem resíduos, como alerta Monteiro (2001).

Certamente que esta rotina assídua e em períodos compatíveis à produção e coleta de resíduos implica um mecanismo eficiente para que as famílias não contribuam para a formação dos lixões. Para tanto, defendemos que seja necessário o aumento da quantidade de vezes do recolhimento do lixo pelo carro coletor, de modo a mitigar o processo de formação dos lixões, ainda que isto exija maiores investimentos do poder público municipal.

O aumento da frequência do recolhimento dos resíduos é mais que uma necessidade, em função do maior acesso das famílias ao mercado, como efeito do aumento da renda das classes menos favorecidas, derivado dos programas de Renda mínima em curso no Brasil, o que faz aumentar também o descarte, como bem notificou Gouveia (2012).

O seu lixo produzido coincide com o seu recolhimento?

As populações, nos últimos anos, vêm tendo acesso aos bens de consumo (duráveis e não duráveis), isto é, a aquisição de determinados itens aumenta o descarte de resíduos. Isto, por si só, exige maior participação efetiva do sistema público no recolhimento do lixo junto aos domicílios, cujo agendamento deve coincidir com o número de vezes com os dejetos produzidos (Figura 7).

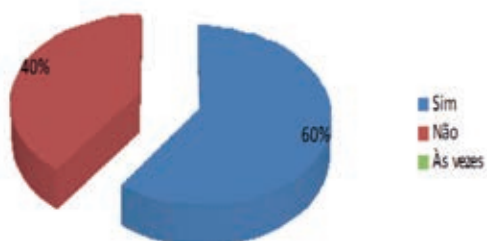


Figura 7. Coincidência entre o lixo produzido e o recolhido.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá (2016).

As estatísticas apuradas mostram que 60% dos pesquisados consideram que há uma coincidência entre o lixo produzido e o recolhido pelo carro coletor, ainda que 40% sejam de opinião contrária, afirmando que isto ocorre às vezes.

Esta coincidência entre o lixo produzido e o recolhido depende diretamente do 'agendamento' firmado entre as duas partes envolvidas no processo. Por um lado, as famílias devem estar dotadas de conhecimentos dos dias e horários do recolhimento agendados para os respectivos períodos de coleta, adquirindo confiança de que o recolhimento não vai falhar, em vez de dispor lixo em locais impróprios e/ou em logradouros públicos.

Por outro, o sistema coletor público tem que ter capacidade de suporte de recolhimento dos RSD, dotado de material físico (carros, tratores e recursos afins) e de material humano (com treinamento e qualificação), levando em conta as vias de

acesso (caso não seja possível a entrada do carro, tomar pontos estratégicos de coleta), iluminação e as placas indicativas das ruas, segundo as observações de Monteiro (2001).

Além do cumprimento dessas formalidades, a coleta deve e tem que acompanhar o aumento da produção de resíduos pelas famílias, pelos motivos já citados, até porque a prática mostra que o hábito alimentar deixou de ser comum aos três horários regulares e/ou tradicionais (café, almoço e janta). Muito pelo contrário, o que se verifica é o recorrente consumo de refeições avulsas e em intervalos irregulares durante todo o dia, o que faz aumentar os RSD.

Todo o seu lixo produzido é recolhido pelo carro coletor?

Reforçando, a produção de resíduos é uma constante na sociedade capitalista, a qual é marcada pelo estímulo ao intensivo consumo. Isto, entre outras coisas, indica que o lixo produzido tem que ser recolhido em curto espaço de tempo, em função da sua peculiaridade em se deteriorar com certa facilidade, o que exige coleta sistemática dos RSD (Figura 8).

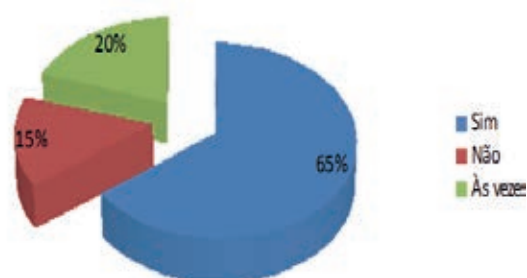


Figura 8. Recolhimento do lixo pelo carro coletor.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá (2016).

Parte significativa dos atores pesquisados (65%) considera que o todo o lixo produzido seja de fato recolhido pelo sistema público coletor; 20% disseram que às vezes isto ocorre e 15% acenaram negativamente para esta questão.

Verificamos que, além da discrepância entre o tempo de produção e o tempo de recolhimento dos resíduos, contribui também para a formação do lixão em ambiente aberto o fato de que nem todo o resíduo produzido pelas famílias é recolhido. Ou seja, ambas as situações contribuem para o estoque de RSD, o que leva as famílias a depositá-los em locais ermos e públicos.

É de vital importância o recolhimento de todos os dejetos domésticos, sob condição de se perder o controle dos diversos pontos de lixões e que só fazem aumentar, pois o próprio avanço tecnológico, mais o acesso ao mercado, trazem mudança no padrão de consumo, implicando o descarte de embalagens e recipientes afins, segundo as análises de Gouveia (2012).

Considerando ainda as respostas dos entrevistados de “não” (15%) e “às vezes” (20%), podemos inferir que parte significativa (35%) dos resíduos do local pesquisado deixa de ser recolhido pelo serviço de limpeza pública. No Brasil este indicativo representa 20% do total dos RSU, segundo Jacobi (2012), indicando que o problema dos lixões é mais grave em Belém.

O que vocês entendem por coleta seletiva de seu lixo?

Não é porque os resíduos são definidos como coisas inúteis, prontos para serem despejados, que o lixo não tenha critério para ser organizado, selecionado e aproveitado. Muito pelo contrário, a população tem noção sim do processo seletivo dos RSD, tal como nos relatou uma entrevistada: “Penso que a coleta seletiva é distribuir o lixo de papel, de vidro, de vegetais, de plásticos em cada recipiente” (Entrevistada A).

Esta definição generalizada de coleta seletiva de resíduos expressa a segregação de materiais de naturezas distintas para fins diversos, notadamente para serem recuperados e reutilizados, subsidiando muitos processos produtivos, inclusive,

onde a seleção e acondicionamento dos RSD devem ser compatíveis, facilitando a identificação dos materiais, garantindo manuseio seguro durante as etapas de coleta, transporte e armazenamento, segundo Zanta e Ferreira (2005).

Vocês fazem a coleta seletiva de seu lixo?

Muito embora o lixo seja definido como entulho, coisas inúteis e sem valor ou sujeira e imundice, o mesmo pode ser organizado, e sua triagem permite maior eficiência na coleta e no tratamento dos RSD, como se busca verificar nos investigados (Figura 9).

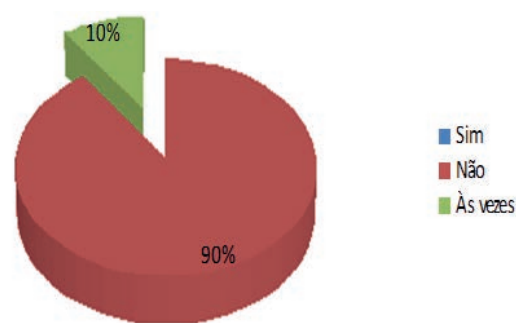


Figura 9. Coleta seletiva do lixo.

Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

As famílias pesquisadas foram unânimes (90%) em dizer que não fazem a coleta seletiva do lixo produzido ou, quando muito, às vezes (10%) se empenham nessa empreitada. Algumas palavras-chave explicam esta posição negativa, segundo uma das entrevistadas, como: “Não tem interesse, não há necessidade, falta de tempo ou falta de consciência das famílias” (Entrevistada B).

A manipulação inadequada do lixo, associada ao seu mau acondicionamento, prejudica a coleta, o transporte, o tratamento e seu controle final. Além disso, a ausência da triagem do lixo não permite um acondicionamento adequado do mesmo que, em contato com a água, provoca as chamadas doenças de veiculação hídrica,

com prejuízo à saúde pública, segundo Ceretta, Silva e Rocha (2013).

A ausência de cultura na coleta seletiva dos RSD reflete, neste caso, o discurso daqueles que defendem que a formação dos lixões tem como causa a má educação da unidade familiar, pois a forma como o lixo é manipulado e explorado na base, em domicílio, faz diferença no seu destino final, contribuindo assim para menos descarte no meio ambiente.

Vocês têm alternativas para o destino final dos resíduos?

No geral, as populações dependem do sistema público para recolher os resíduos produzidos nos domicílios. Isto é mais patente, quando notamos que as famílias vêm aumentando a produção de resíduos, como efeito do aumento do consumo diversificado, o que compromete a capacidade de suporte e de recolhimento dos dejetos, como se buscou constatar, ou não, no ambiente investigado (Figura 10).

Parte expressiva da população pesquisada (85%) afirmou que não conta com alternativa para destinar os RSD produzidos, o que corrobora a dependência ao sistema público coletor de resíduos. Neste caso, toda a carga do recolhimento dos resíduos recai sobre o poder público municipal e, por isso, ser interessante investimento em políticas que envolvam os produtores de lixo, no sentido de atribuir responsabilidade quanto à correta manipulação dos RSD, tornando-se um agente colaborador com o poder público no enfrentamento do problema dos lixões.

Além da orientação para a triagem, o poder público deve estimular as famílias a buscarem outras formas de destinação para o lixo produzido que, dependendo da natureza, o dejetos pode ser incinerado, se converter em adubos ou alimentos para animais ou pode ser reaproveitado por outras famílias, no caso do lixo não orgânico.

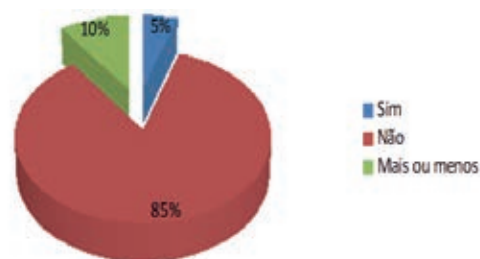


Figura 10. Alternativa para o destino final do lixo.
Fonte: Pesquisa de Campo no Bairro do Guamá, Belém (2016).

CONCLUSÃO

A proposta do presente artigo foi identificar os fatores condicionantes para as famílias descartarem seus RSD em ambiente urbano aberto, cujo despejo em coletivo leva à formação dos lixões. Contudo, o estudo busca explicar as causas e circunstância em que as famílias decidem despejar seu lixo no espaço público.

A metodologia da Pesquisa Qualitativa, ancorada na aplicação do questionário, constituído do perfil socioeconômico dos entrevistados (estado civil, faixa etária, nível de estudo renda e número de componente familiar) e de fatores relacionados ao RSD na perspectiva dos entrevistados, a 25 famílias do Bairro do Guamá, Belém, permitiu constatar que as famílias acondicionam seus RSD em sacos plásticos e estocam nos quintais e/ou colocam em locais visíveis em frente aos domicílios à espera do carro coletor. Esse armazenamento inadequado revela a precariedade na manipulação dos resíduos, pois as famílias são desprovidas de pontos de coleta permeadas por contêineres, basculantes e equipamentos afins para a devida coleta.

Os resultados mostraram que as motivações recorrentes que levam as famílias descartarem seus RSD em ambiente urbano aberto são as seguintes:

- o carro coletor não recolhe todo o lixo produzido, até porque este serviço público é agendado de duas a três vezes por semana, o que resulta no estoque de lixo, porém os RSD se decompõem no decorrer do tempo, exalando odor

insuportável, o que leva as famílias a descartarem em ‘ponto avulso’ de lixo.

- não há coincidência entre os dias em que as famílias produzem lixo e os dias de coleta pelo sistema público, ou seja, não há uma formalidade agendada entre famílias e coletores. Por isso, nem todo o lixo produzido e recolhido, cuja diferença residual resulta em descarte nas vias públicas.
- além de dependerem exclusivamente do sistema público coletor, as famílias não são estimuladas a fazer a seletiva e nem tão pouco são orientadas à prática de alternativas para a destinação final dos resíduos produzidos. Enfim, tudo isso contribui para as famílias despejarem seus resíduos em ambiente urbano aberto, até porque o próprio sistema, vez em quando, falha.

A circunstância de precariedade em que as famílias manipulam seus resíduos, por si só, é uma causa para que as mesmas descartem dejetos nas vias públicas. Isto indica que a política de saneamento local para com os RSD é inócua, uma vez que parte considerável dos resíduos não é recolhida, a qual contribui para formar os lixões no ambiente urbano. Este problema se agrava, em função de a reciclagem ser um segmento ainda incipiente e que pouco contribui para gerar ocupação, renda e poupar recursos para as gerações futuras.

Estes indicativos corroboram a nossa hipótese de que o problema do lixo reflete o “lixo residual” derivado da não coincidência entre período de produção dos RSD e o período de recolhimento pelo agente público coletor, cuja diferença leva as famílias a descartarem em coletivo seus resíduos em ambiente urbano aberto, como se ainda esperasse uma segunda coleta.

Embora os resultados desta pesquisa tenham contribuído para retratar as recorrentes causas da formação dos lixões em um dos Bairros da Cidade de Belém, certamente que esta grave questão socioambiental se reproduz em outras unidades semelhantes do Estado do Brasil. Por isso, encontrar políticas

consistentes para remediar este problema é vital para garantir a qualidade de vidas das populações e **a saúde ambiental e manter recursos para a reprodução de condições de vida para as gerações futuras.** Afinal, a sustentabilidade global passa pelo correto tratamento dos resíduos, pois o lixo é um dos vilões do desequilíbrio ambiental do planeta.

Diante dessa perspectiva, propomos duas medidas como objetos de análise dos planejadores da política de saneamento: a) instrumento fiscal, cujo abatimento nos tributos seria para aquelas famílias que dessem destino alternativo ao lixo e/ou que praticassem a coleta seletiva dos resíduos, facilitando o trabalho dos catadores, e b) os agentes que produzem/comercializam bens devem ser responsáveis por participar da coleta dos descartes nos domicílios, pois a exposição dos RSD no espaço urbano reflete a própria dinâmica da produção capitalista, de modo a reaproveitá-los no processo produtivo.

Os indicadores gerados por estas pesquisas não podem ser considerados cabais; ao contrário, o problema elencado neste artigo exige análise mais acurada, como também requer estudos futuros empíricos, notadamente quanto à elaboração de um diagnóstico da evolução quantitativa dos RSD produzidos pelas famílias, a partir da aplicação de um questionário, visando orientar a quantidade de vezes necessárias em que o carro deve recolher o lixo nos domicílios, de modo a firmar um ‘agendamento’ entre a unidade familiar e o agente coletor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023*: informação, documentação: e referências - elaboração. Rio de Janeiro, ABNT, 2002.

_____. *NBR 15287*: informação e documentação – projeto de pesquisa – apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BARBETTA, P.A. *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 jun. 2016.

CERETTA, G.F.; SILVA, F.K.; ROCHA, A.C. Gestão Ambiental e a problemática dos resíduos sólidos domésticos na área rural do município de São João, PR. *Revista ADMpg Gestão Estratégica*, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p.17-25, 2013.

FELDMANN, F. Os resíduos sólidos no mundo do século XXI. In: SANTOS, M.C.L. dos; LOPES, S.; DIAS, F.G. (Org.). *Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais*. São Paulo: IEE-USP, 2012.

FIORI, A.P.; TABALIPA, N.L. Tratamento e Disposição Final de Resíduos. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 4, p. 23-33, ago. 2006.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jul. 2012.

GOLDEMBERG, J. Resíduos sólidos: o caminho para a sustentabilidade. In: SANTOS, M.C.L. dos; LOPES, S.; DIAS, F.G.(Org.). *Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais*. São Paulo: IEE-USP, 2012.

JACOBI, P.R. Desafios e reflexões sobre resíduos sólidos nas cidades brasileiras. In: SANTOS, M.C.L. dos; LOPES, S.; DIAS, F.G. (Org.). *Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais*. São Paulo: IEE-USP, 2012.

MONTEIRO, J.H.P. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

ROLNIK, R. Resíduos sólidos urbanos: repensando suas dimensões. In: SANTOS, M.C.L. dos; LOPES, S.; DIAS, F.G. (Org.). *Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais*. São Paulo: IEE-USP, 2012.

SAMARA, M.C.; BARROS, L.G. *Métodos e técnicas de pesquisa científica*. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, M. C. L. dos; LOPES S.; DIAS, F. G. (Org.). *Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais*. São Paulo: USP, 2012.

SILVA, E.L. da; MENEZES, E.M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 3 ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

SOUSA, A.B. *Investigação em Educação*. Lisboa: Livros Horizonte, 2005.

TRIVIÑOS, A.S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1996.

VIEIRA, A.C.P.; GARCIA, J R. A gestão de resíduos sólidos domésticos no Brasil a par da experiência internacional. *Revista Economia & Tecnologia*, v. 8, n. 4, p. 57-66, out. 2012.

XIMENES, S. *Minidicionário da Língua Portuguesa*. 2. ed. São Paulo: Ediouro, 2000.

ZANTA, M.V.; FERREIRA, F.A. *Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos*. São Paulo: Contexto, 2005.

O Método Científico aplicado ao estudo dos ecossistemas costeiros como metodologia de ensino na Educação Básica

The Scientific Method applied to the study of coastal ecosystems as teaching methodology in Basic Education

Helane Súzia Silva dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Bragança. Doutora em Educação em Ciências. **Endereço:** TV. João XXIII, 90. CEP.: 686000-000. Centro. Bragança-PA. **E-mail:** helanesantos@yahoo.com.br.

RESUMO

Este artigo objetiva mostrar como a utilização do método científico, enquanto prática de ensino na educação básica, pode ser uma ferramenta eficiente no processo de ensino-aprendizagem. Tal procedimento metodológico foi aplicado num estudo dos ecossistemas costeiros (manguezal e restinga) na Península de Ajuruteua, Bragança-Pa. Inicialmente foram ministradas aulas teóricas sobre o método científico e os ecossistemas costeiros, posteriormente foram realizadas aulas práticas e coletas de dados, das quais participaram vinte e cinco alunos do ensino médio de uma escola pública. Os dados coletados foram processados e os alunos produziram textos científicos sob orientação dos professores. Os resultados mostraram que a metodologia científica é uma ferramenta eficiente para o processo de ensino-aprendizagem, desenvolvendo o potencial investigativo dos alunos e promovendo a iniciação científica, assim, os alunos passam a ser agentes ativos na produção do conhecimento.

Palavras-chave: Método Científico. Ecossistemas Costeiros. Aprendizagem.

ABSTRACT

This article aims to show how the use of the scientific method as a teaching practice in basic education can be an efficient tool in the teaching-learning process. This methodological procedure was applied in a study of the coastal ecosystems (mangrove and restinga) in the Peninsula of Ajuruteua, Bragança-Pa. Theoretical lectures on scientific method and coastal ecosystems were initially held, followed by practical classes and data collection, in which twenty-five high school students from a public school participated. The data collected were processed and the students produced mini-articles under the guidance of the teachers. The results showed that the scientific methodology is an efficient tool for the teaching-learning process, developing the research potential of the students and promoting the scientific initiation, so that the students become active agents in the production of knowledge.

Keywords: Scientific Method. Coastal Ecosystems. Learning.

INTRODUÇÃO

ECOSSISTEMAS COSTEIROS

Os ecossistemas costeiros são encontrados na interface da terra e do mar e estão periodicamente recobertos de água salobra ou salgada devido à influência das marés. Eles são formados por manguezais, estuários, praias arenosas, restingas e outras formações (DIEGUES, 1992).

Ao longo dos estuários, geralmente estão presentes os ecossistemas de manguezais, formando uma associação entre animais e plantas nas costas tropicais baixas, portanto são considerados como um todo nos estudos de manejo e conservação (VANNUCI, 2000). Assim, os estuários e manguezais, em conjunto, apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies, por isso são responsáveis por grande parte da produtividade pesqueira (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Na maior parte dos países litorâneos, as zonas costeiras são delimitadas por lei. No Brasil a gestão costeira foi definida a partir da Lei nº 7661 de 16 de maio de 1988, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (SZLAFSZTEIN, 2009). Essas zonas se configuram como áreas de imensa importância tanto pelo seu papel ambiental como social, destacando-se, entre outros, pela biodiversidade, moderadores do microclima local, além de laboratório natural de pesquisas básicas e aplicadas, bem como um ambiente propício para o desenvolvimento de programas de educação ambiental em diversos níveis e áreas de interesse para as comunidades (SCHAEFFER-NOVELLI, 2000).

Entre esses ambientes, enfatiza-se a Península de Ajuruteua, localizada na região bragantina, onde o presente trabalho foi desenvolvido. Os principais ecossistemas existentes nessa área são: manguezais, áreas de restinga, florestas tropicais, praias, entre outros, os quais possuem uma fauna diversa (SILVA et al., 2006).

O processo de exploração antrópica nos ambientes de estuários e manguezais desta zona costeira está relacionado à diversidade de recursos biológicos encontrados nestes ecossistemas. A população humana, que habita estas áreas costeiras, utiliza os recursos naturais (fauna e flora) como fonte de alimentação e renda (GLASER, 2003). Porém, a exploração destes recursos quando ocorre de forma predatória, compromete a sustentabilidade, gerando graves consequências para estes ambientes (SILVA et al., 2006).

Portanto, os ecossistemas costeiros foram utilizados neste estudo por apresentarem várias possibilidades de abordagens, além de importância econômica, social e ambiental para a região.

O MÉTODO CIENTÍFICO COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Considerando que o método científico é imprescindível para a produção do conhecimento científico, o qual gera os conteúdos ministrados na sala de aula, pode-se pensar na sua aplicação como recurso pedagógico, voltado a uma metodologia de ensino que privilegia a produção do conhecimento, retirando os alunos de um status passivo e colocando-os como agentes ativos nesse processo.

A pesquisa, incluindo a científica, precisa ser desenvolvida na sala de aula como princípio educativo, e praticada como instrumento metodológico para construir o conhecimento (DEMO, 1997). A utilização deste recurso metodológico é importante para a aprendizagem, mas se percebe a não priorização deste na Educação Básica. No entanto, a ciência enquanto possibilidade de leitura do mundo se torna uma área de conhecimento obrigatória neste nível de ensino.

... Fazer do mundo uma provocação é tornar a prática científica inerente ao cotidiano, uma vez que oportuniza a observação, o questionamento e a compreensão da realidade... E integrá-la ao cotidiano da escola é, antes de tudo, transformar o conhecimento em algo

não reprodutivo, mas criativo, bem como melhorar as condições de permanente aprendizagem, estimulando a aplicação prática de reflexões teóricas por meio de intervenções efetivas na sala de aula. Para tanto, a curiosidade natural e a criatividade do(a) aluno(a) devem ser estimuladas. É importante que este compreenda os fenômenos que ocorrem ao seu redor, possibilitando assim a produção de novos conhecimentos sob condições de permanente aprendizagem (SANTIAGO, SANTOS e SANTOS, 2016, p.2).

Mas, alguns fatores dificultam a aplicação dessa metodologia de ensino. Para Galazzi et al. (2001) os professores deste nível de ensino reconhecem a importância da experimentação como mecanismo elementar no ensino das ciências, porém não conseguem colocá-la em prática, muitas vezes por falta de recursos devido a modelos educacionais que não levam em consideração a realidade da escola e da comunidade na qual está inserida, ou por falta de capacitação dos profissionais da área de educação.

Assim, as práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de ciências se restringem ao repasse do conteúdo teórico, distanciando os alunos do processo de construção desses conhecimentos. Os alunos podem ser capazes de saber, por exemplo, que numa determinada área de manguezal degradada há também um comprometimento da fauna local, no entanto ignoram os mecanismos que tornam possível esta afirmação, os quais estão relacionados à obtenção do conhecimento sistematizado veiculado pelo método científico.

Partindo dessas questões, pondera-se que a iniciação científica deve ser trabalhada desde a educação básica, já que normalmente ela só começa a ocorrer no ensino superior.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é mostrar como a utilização do método científico aplicado ao estudo dos ecossistemas costeiros, enquanto prática de ensino na educação básica pode ser uma ferramenta eficiente no processo de ensino-aprendizagem.

METODOLOGIA

COLETA DE DADOS

O trabalho foi desenvolvido com vinte e cinco alunos de uma escola pública do município de Bragança-PA, inscritos voluntariamente, os quais cursavam o ensino médio. Ele foi organizado em quatro etapas: aulas teóricas, aulas de campo para coleta de dados, processamento das amostras e produção de textos.

As aulas teóricas foram ministradas na escola. Nelas foram abordados dois eixos: uma introdução à metodologia científica, cujo objetivo foi o de fornecer conhecimentos teóricos para um melhor desempenho na execução das práticas nas coletas de campo e interpretação dos resultados. O outro eixo abordou as características gerais dos ecossistemas costeiros abrangendo os fatores abióticos e bióticos, com ênfase nos manguezais e nas restingas, ambientes nos quais foram realizadas as aulas práticas.

Na Península de Ajuruteua (Figura 1), pertencente à área da RESEX Caeté-Taperaçu, foram feitas quatro coletas, duas em áreas de manguezal e duas em áreas de restinga.

No manguezal, a primeira coleta foi realizada em uma área degradada, localizada no km 17 da PA-458, rodovia que liga a sede da cidade de Bragança a praia de Ajuruteua, a segunda coleta foi em uma área preservada do ecossistema, situada na mesma rodovia, próximo à ponte do Furo do Meio.

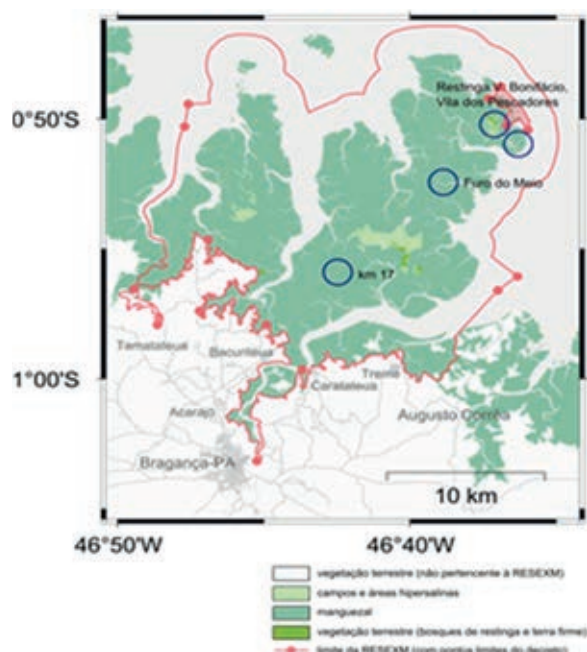


Figura 1. Localização dos pontos de coleta (circulados) na Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçú, Península de Ajuruteua, Bragança-PA (Modificado de Mehlig, 2001).

Nas duas coletas no manguezal, participaram vinte e cinco alunos que compuseram cinco grupos com cinco componentes cada. Cada grupo foi responsável pela coleta de dados em três sub-áreas divididas em 5 m^2 , as quais foram medidas com trena. Em cada quadrado foram contados os números de espécimes de plantas e realizadas as medidas como: densidade, diversidade, altura e CAP (Circunferência à Altura do Peito) da vegetação, dentro de cada quadrado foi demarcado um subquadrado de $2,5\text{ m}^2$, no qual os alunos observaram o número de tocas de caranguejos (Figura 2).

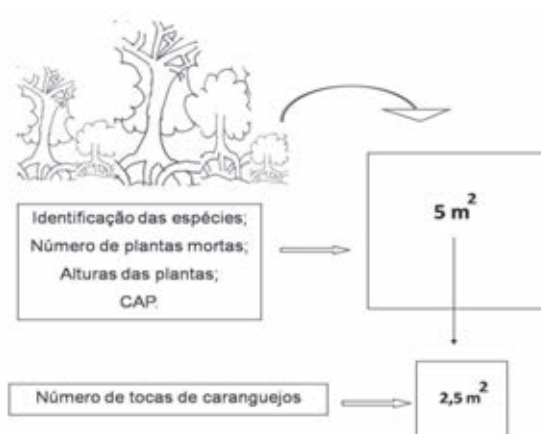


Figura 2. Esquema da coleta de dados no manguezal na Península de Ajuruteua-PA.

Os mesmos grupos também fizeram coletas de espécimes vegetais na Restinga do Bonifácio e na Vila dos Pescadores, onde observaram, inicialmente, as características do solo e do tipo de vegetação. Posteriormente foram coletadas amostras de ramos férteis e estéreis e feitas as anotações referentes ao ambiente, hábito das plantas e suas características morfológicas. As amostras de plantas coletadas foram prensadas com a utilização de folhas de jornal, papelão e barbante (Figura 3), as quais secaram naturalmente num período de quinze dias, devido à inexistência de estufa para tal procedimento.



Figura 3. Amostras de plantas da restinga sendo prensadas no local da coleta.

ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados coletados no manguezal, relativos à estrutura do bosque, foram transferidos para planilhas do Excel para análise quantitativa (cálculos das médias aritméticas da altura das plantas e CAP), posteriormente os valores obtidos foram organizados em tabelas e gráficos para serem apresentados nos resultados.

As amostras de plantas coletadas na restinga foram utilizadas pelos alunos para a confecção de exsicatas. Após a secagem, cada amostra foi fixada em folhas de cartolina, etiquetada e armazenada no laboratório multidisciplinar da escola. A identificação das famílias das plantas foi realizada com auxílio de bibliografia especializada e por comparação com o material do Herbário Didático do Campus da UFPA (Universidade Federal do Pará) de Bragança.

Após cada aula de campo, foram promovidos debates sobre os conhecimentos adquiridos durante as atividades, como forma de difundir os resultados obtidos com as coletas, instigando os alunos a compreenderem melhor as etapas do método científico (observação, hipótese, experimentação e resultados). As informações resultantes das aulas de campo foram organizadas para elaboração de textos científicos pelos alunos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram gerados dois textos, em formato de artigos científicos, produzidos pelos alunos a partir de orientação e acompanhamento, com o intuito de promover o ensaio desse tipo de escrita. Um sobre o manguezal e o outro sobre restinga, os quais abordam diferentes aspectos de cada ambiente.

O primeiro texto teve como título “Comparação da estrutura de bosque de manguezal em duas áreas da Península de Ajuruteua, uma degradada e outra

não degradada”, nele foram descritos os seguintes resultados:

1- As espécies de vegetais encontradas nas duas áreas estudadas foram *Rhizophora mangle* e *Avicennia germinans*. A espécie *Laguncularia racemosa* não foi encontrada. Tanto na área degradada como não degradada foi encontrado um maior número de *R. mangle* (3,7) do que de *A. germinans* (1,94) (Figura 4). Na área não degradada foi encontrado um menor número de árvores, porém estas apresentaram altura média maior em relação a área degradada.

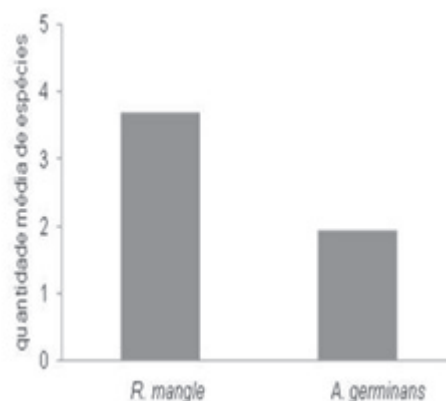


Figura 4. Quantidade média de *R. mangle* e *A. germinans* nas áreas degradada e não degradada.

2- A altura média da *A. germinans* foi maior nas duas áreas estudadas, no entanto *R. mangle* apresentou as médias do CAP maiores tanto na área degradada como não degradada (Tabela 1). A média de plantas mortas foi muito maior na área degradada do que na área não degradada (Figura 5).

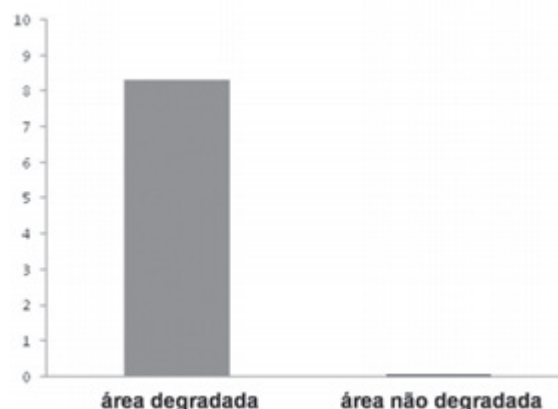


Figura 5. Quantidade média de plantas mortas nas áreas degradada e não degradada.

3- Em relação ao número de tocas de caranguejos, houve pouca diferença entre as duas áreas; na área não degradada foi encontrada uma média de 16,8 tocas, enquanto, na área degradada, 15,5 tocas.

No manguezal, eles aprenderam a diferenciar as principais espécies de vegetais predominantes nesse ecossistema, a gerar dados relativos à estrutura de bosques e

ao realizarem as coletas de dados nas duas áreas distintas, a degradada e a não degradada, perceberam o quanto a ação antrópica desordenada é nociva ao meio ambiente. A partir da consulta de outros trabalhos produzidos nas mesmas áreas, os alunos foram estimulados a discutir tais resultados.

Tabela 1. Valores das médias da altura e do CAP de *R. mangle* e *A. germinans* nas áreas degradada e não degradada.

	Altura média (m)		Média do CAP (cm)	
	<i>R. mangle</i>	<i>A. germinans</i>	<i>R. mangle</i>	<i>A. germinans</i>
Área degradada	4,84	5,9	22,12	20,38
Área não degradada	15,85	20,9	38,6	26,42

O segundo texto, referente à área de restinga, teve como título “Estudo da diversidade da vegetação e verificação de alterações antrópicas na Restinga do Bonifácio, Península de Ajuruteua, Pará”. Nele são descritos os seguintes resultados:

1- Foram encontradas quinze famílias, as quais estão descritas na Tabela 2. A observação local dos hábitos da vegetação evidenciou que existem diferentes tipos: ervas, lianas, arbustos e árvores.

Tabela 2. Famílias e hábitos dos indivíduos arbustivo-arbóreos encontrados na restinga da Vila Bonifácio.

FAMÍLIAS	HÁBITOS
Anacardiaceae	Árvore; arbusto
Clusiaceae	Árvore
Combretaceae	Árvore
Cyperaceae	Erva
Eriocaulaceae	Erva
Fabaceae	Árvore; arbusto
Humiriaceae	Árvore; arbusto
Malpighiaceae	Arbusto
Melastomataceae	Erva
Myrtaceae	Árvore; arbusto
Polygonaceae	Arbusto
Rubiaceae	Arbusto
Sapotaceae	Árvore
Smilacaceae	Liana
Xyridaceae	Erva

2- Constatou-se que a Restinga do Bonifácio é uma área utilizada para pastoreio, retirada de madeira para carvão, construção civil e currais de pesca, também para a coleta de frutas como o caju (*Anacardium occidentale* L.) e o muruci (*Byrsonima crassifolia* L.) (Figura 6). Sendo uma área de pastoreio, sofre queimadas ocasionais nos campos durante a estação seca na região (julho a dezembro).



Figura 6. A e B - *Anacardium occidentale*; C e D - *Byrsonima crassifolia*. Fotos: U. Mehlig.

Com o desenvolvimento de todas as etapas do trabalho, os alunos adquiriram uma percepção mais ampla, quanto aos aspectos específicos e os atuais problemas dos ambientes costeiros locais, além da importância de cada um deles.

Na restinga, os alunos aprenderam como pensar as amostras de vegetais e a confeccionar exsiccatas. Com essas atividades, eles foram capazes de experimentar como o conhecimento científico é produzido. Convém destacar como vantagem da utilização desse método pelo viés pedagógico, a possibilidade de professores e alunos trabalharem em parceria na construção de conhecimentos, pois há aprendizagem na troca de informações entre aluno-professor.

A utilização do método científico, através da implementação de atividades em sala de aula e de campo, foram de grande valia para favorecer a compreensão da importância dos ambientes estudados, mostrando-se muito eficazes para possibilitar aos alunos uma análise mais aprofundada dos ecossistemas costeiros (manguezal e restinga), a qual está fundamentada na construção do conhecimento pelos próprios alunos.

A Península de Ajuruteua, por possuir ecossistemas de grande importância, tanto ecológica como socioeconômica, foi extremamente propícia para realização do trabalho, possibilitando aos alunos conhecer as particularidades do ambiente no qual estão inseridos, sua importância, formas de utilizá-los corretamente, agindo também como multiplicadores desse conhecimento. Sendo que, o ensino dos ecossistemas, levando em consideração todos os níveis de formação, deve abranger não somente o conhecimento quanto as relações entre seres vivos e meio ambiente, mas primar pela formação de valores humanos, os quais definirão a conduta do indivíduo (SENICIATO & CAVASSAN, 2009).

No presente trabalho, os alunos demonstraram potencialidades que não eram evidenciadas no cotidiano escolar, como: interesse pelo conteúdo teórico da forma como foi apresentado; iniciativa nas aulas de campo; criatividade na coleta e análise dos dados; destreza manual e potencial para a iniciação científica.

De acordo com Seniciato & Cavassan (2009) a utilização de aulas de campo, nos próprios ambientes naturais, mostra-se mais eficaz no alcance dos objetivos, em comparação com aulas teóricas, devido a proporcionarem tanto uma visão mais integrada do ambiente em questão e seus fenômenos, quanto por estabelecer um maior envolvimento emocional com o assunto, possibilitando um melhor aprendizado. Sendo assim, o maior problema escolar, possivelmente, reside no distanciamento que muitas vezes a escola parece manter na vida de cada um (FRANCALANZA, 2004).

Basicamente a metodologia utilizada, predominantemente, nas escolas para o ensino é a exposição dos conteúdos através de livros, apostilas e outros recursos. Desta forma, os alunos não têm aulas práticas e de campo, resultando em dificuldades de vincular o conhecimento adquirido na sala de aula e a existência real dos ecossistemas estudados. Assim, estudar os diferentes tipos de ecossistemas costeiros sem vivenciá-los, apenas através de textos e figuras não estimula a consciência crítica necessária para conservá-los. Muitas vezes, o conteúdo é absorvido superficialmente, caindo posteriormente no esquecimento e deixando de atentar para a importância dos trabalhos, que visem ao repasse de informações quanto ao uso adequado destas regiões, sendo áreas de recursos de valor significativo, tanto por seu papel econômico quanto por seu significado para sobrevivência de várias espécies.

Vale ressaltar, que as atividades desenvolvidas no manguezal e na restinga com os alunos não tiveram como objetivo gerar dados científicos para uma publicação específica, mas sim de ensaiar a produção de conhecimento acerca desses ecossistemas através do método científico, caracterizando-o como uma metodologia de ensino.

CONCLUSÃO

O método científico com uma postura investigativa, utilizado como metodologia de ensino e meio de se chegar a conclusões quanto às questões abordadas relacionadas aos ecossistemas costeiros (manguezal e restinga), mostrou-se uma ferramenta eficiente para a aprendizagem.

A utilização de aulas de campo nos ambientes naturais, juntamente com o processamento do material coletado pelos alunos, mostrou-se mais eficaz no alcance dos objetivos de ensino, em comparação com aulas somente teóricas, por proporcionarem uma visão mais integrada do ambiente, ao

mesmo tempo em que estabelece um maior envolvimento com o assunto, possibilitando melhor aprendizado.

A interação ao longo das aulas com o ambiente, mostrou-se benéfica para que os alunos adquirissem maior compreensão dos assuntos abordados, demonstrando melhor capacidade interpretativa, entendimento e participação, colocando em prática o exercício da autonomia tanto individual como dos grupos, que interagiram para a produção dos textos.

REFERÊNCIAS

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. 8 ed. Campinas: Autores Associados, 1997.

DIEGUES, A. C. S. *Populações Humanas e Ecossistemas da Costa Brasileira*. NUPAUB/USP, São Paulo. 1992. 85p.

FRANCALANZA, H. As pesquisas sobre educação ambiental no Brasil e as escolas: Alguns comentários preliminares. In: TAGLIEBER, J. E; GUERRA, A. F. S. (orgs.) *Pesquisa em educação ambiental: Pensamentos e reflexões de pesquisadores em educação ambiental*. Pelotas: Editora Univesitária/UFPel, 2004. p. 55-77.

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

GLASER, M. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, 11, 265-272. 2003.

MEHLIG, U. *Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil*. ZMT contributions 14, Zentrum für Marine tropenökologie, Bremen, Alemanha. 155p. 2001.

SANTIAGO, F. C. S.; SANTOS, I.; SANTOS, S. C. M. A iniciação científica na Educação Básica. *Livre Pensamento*. Disponível em: <https://livrepensamento.com/2016/04/24/a-iniciacao-cientifica-na-educacao-basica/> Acesso: 06/03/2017.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. *Ecological Research*, São Paulo, 64p. 1995.

_____. *Grupo de Ecossistemas Costeiros: manguezal, marisma e apicun*. São Paulo. 2000.

SENICIATO, T; CAVASSAN, O. O ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: Considerações preliminares. *Ciência e Educação*, Bauru, 15, 2, 393- 412, 2009.

SILVA, I. R; COSTA, R. M; PEREIRA, L. C. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Brasil, 1, 13, 11-18. 2006.

SZLAFSZTEIN, C. F. Indefinições e obstáculos no Gerenciamentos da zona costeira do Estado do Pará, Brasil. *Revista Gestão Costeira Integrada*, Belém: CEJUP, 9, 2, 47- 58, 2009.

VANNUCI, M. Os manguezais e nós: Uma síntese de percepções. In: *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 2a. ed., São Paulo. p. 11-18. 2000.

Explicando o Formalismo de Dirac pela polarização da luz

How to explain the Dirac's Formalism by using light polarization

Raimundo Nonato Nogueira Reis

Professor do Sistema de Ensino Equipe, Belém, PA. Licenciado em Física e Matemática. Especialista em Física Moderna e Contemporânea, Mestre em Ensino de Física, na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). **Endereço:** Travessa Curuzu, 1810, apto. 1203. CEP 66093-802. **E-mail:** nonatoreis@globo.com

Márcia Cristina Palheta Albuquerque

Licenciada em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, PA. Especialista em Física Moderna e Contemporânea, Bacharel em Meteorologia.

RESUMO

Este trabalho é uma proposta de uma oficina destinada a alunos do ensino médio sobre o formalismo de Dirac. Este formalismo é ensinado no curso de física quântica no ensino superior, com uma matemática mais sofisticada. No entanto, nesta proposta mostraremos que tal formalismo pode ser abordado no ensino médio com uma matemática adequada. Como referencial teórico, utilizaremos a aprendizagem significativa de David Ausubel.

Palavras-chave: Formalismo de Dirac. Ensino médio. Ausubel.

ABSTRACT

This paper is a proposal for a workshop aimed at high school students about the Dirac's formalism. This formalism is taught in the course of quantum physics in undergraduate physics course, with a more sophisticated mathematics. However, this proposal will show that this formalism may be addressed in high school with a suitable mathematics. Ausubel's meaningful learning has being used as a theoretical referential.

Keywords: Dirac's formalism. High School. Ausubel.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho é um minicurso sobre o formalismo de Dirac usando como pano de fundo a polarização da luz e, como referencial teórico, utilizaremos a aprendizagem significativa de David Ausubel. A escolha desse referencial teórico justifica-se através de autores concordarem que a história dos alunos deve ser levada em consideração no processo ensino/aprendizagem, ou seja, ensinar sem levar em consideração o que o mesmo já sabe é um esforço em vão, pois o novo conhecimento não tem onde ancorar (MOREIRA, 2012).

Os conhecimentos prévios do aluno adicionado ao novo conhecimento vão formar em suas estruturas cognitivas um conhecimento mais complexo, isto é, segundo Ausubel, aquilo que estamos aprendendo se conecta com o que aprendemos antes. Segundo Moreira (2012, p.2), em termos simples, o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto é subsunção.

Neste minicurso, é interessante que os alunos tenham conhecimento de números complexos, vetores e matrizes para que se atribua significado ao novo conhecimento, no caso, o formalismo de Dirac.

POLARIZAÇÃO DA LUZ

A luz solar e a luz de lâmpadas incandescentes são exemplos de luz **não** polarizada, pois quando ela é emitida, de modo geral, seus raios se propagam em todos os planos de vibração. Isso ocorre porque a luz é uma onda eletromagnética que vibra em vários planos perpendiculares à direção de propagação (NUSSENZVEIG, 1998). A luz pode ser polarizada por dispersão, reflexão, birrefringência e absorção. Neste nosso estudo iremos tratar da polarização por absorção.

Existem diversos materiais, como o **Polaroide** (marca registrada da **Polaroid Corporation**) que é um tipo de plástico que serve para polarizar a luz, patenteado originalmente por Edwin Herbert Land, que ao serem atingidos pelos feixes de luz deixam passar apenas um único plano de vibração, ou seja, a luz que antes estava se propagando em diversos planos, passa a se propagar em apenas um único plano, diminuindo sua intensidade, como se vê na Figura 1. Dizemos, neste caso, que a luz foi polarizada.



Figura 1. Exemplo de polarização da luz.

Fonte: <http://www.respondeai.com.br>.

Exemplo de filtros de polarização posicionados sobre uma página de revista, com ângulo não perpendicular.



Figura 2. Filtros de Polarização.

Fonte: <http://www.infoescola.com>.

LEI DE MALUS

Para descrever a lei de Malus, vamos considerar uma onda eletromagnética com direção de polarização fazendo um ângulo θ com relação ao eixo vertical, conforme a figura 4. Essa onda pode ser decomposta em duas componentes ao longo dos eixos

vertical e horizontal. Se a onda incidir em um polarizador cujo eixo de transmissão está ao longo do eixo vertical, a componente nessa direção não sofre perdas, enquanto a componente horizontal é totalmente absorvida. Como a intensidade da onda é proporcional ao quadrado do campo elétrico, a intensidade transmitida é: $I = I_1 \cdot (\cos\theta)^2$, onde I é a intensidade da luz transmitida e I_1 é intensidade da luz (já polarizada) incidente (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009).

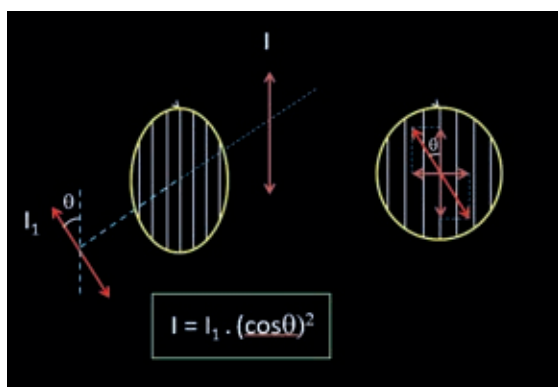


Figura 3. Esquema Gráfico da Lei Malus.

Poderemos visualizar a lei de Malus utilizando o aplicativo (Figura 04), encontrado no sítio:

<<http://ngsir.netfirms.com>>.

Diversos são os equipamentos que utilizam essa técnica para filtrar a luz do Sol, como, por exemplo, insuflado de automóveis, óculos de sol, telas de LCD e calculadoras.

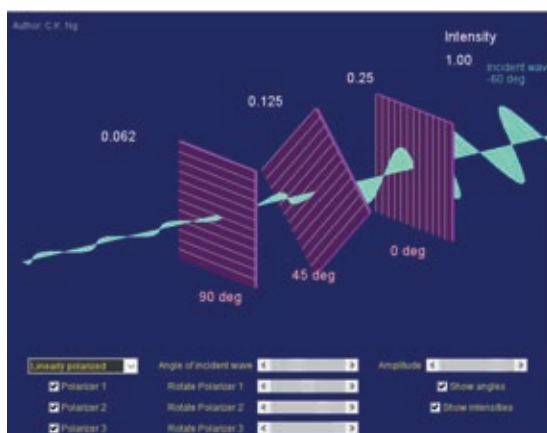


Figura 4. Aplicativo de Visualização da Lei de Malus.

Fonte: <http://ngsir.netfirms.com>.

POLARIZAÇÃO CIRCULAR

A luz é uma onda eletromagnética. Isto que significa que ela é composta por campos elétricos e magnéticos oscilantes. As ondas eletromagnéticas são transversais, o que significa que o vetor campo elétrico, o vetor campo magnético e a direção de propagação são mutuamente perpendiculares.

O campo elétrico sempre está contido num plano que é perpendicular à direção de propagação da onda, e pode ser representado como a soma de suas componentes nas direções x e y , conforme esquematizado na figura 05 para uma direção z fixa. Essas componentes variam no tempo com a mesma frequência, e a defasagem entre elas é que ocasiona os diferentes tipos de polarização apresentados por um feixe de luz: linear, circular e elíptica. No caso de uma polarização circular, a defasagem é de 90° e $E_0^2 = E_x^2 + E_y^2$, que é a equação de uma circunferência de raio E_0 .

Esse caso comporta duas possibilidades: à esquerda e à direita:

CIRCULARMENTE POLARIZADA À ESQUERDA

O vetor campo elétrico E oscila no plano perpendicular à direção de propagação da luz. Porém sua direção de oscilação gira no sentido anti-horário quando vista por um observador. A extremidade do vetor campo elétrico E descreve uma circunferência. O seu módulo permanece constante.

CIRCULARMENTE POLARIZADA À DIREITA

O vetor campo elétrico E oscila no plano perpendicular à direção de propagação da luz. Porém sua direção de oscilação gira no sentido horário, quando vista por um observador. A extremidade do vetor campo elétrico E descreve uma circunferência. O seu módulo permanece constante e suas componentes perpendiculares E_x e

E_x são dadas pelas Expressões 01 e 02, respectivamente.

$$E_y = E_0 \sin(k_y - \omega t) \quad (01)$$

$$E_x = E_0 \cos(k_x - \omega t) \quad (02)$$

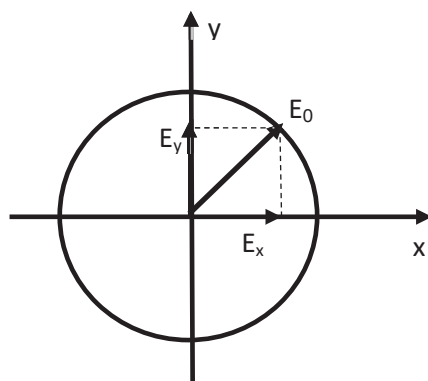


Figura 5. Luz Circularmente Polarizada

POSTULADOS DA MECÂNICA QUÂNTICA

Para uma melhor compreensão da notação de Dirac e aplicação na polarização da luz, destacaremos os cinco postulados da mecânica quântica (FEYNMAN, LEIGHTON e SANDS, 1965).

PRIMEIRO POSTULADO

Toda informação de um estado quântico é representada por um vetor de estado normalizado conhecido como k e representamos por $| \rangle$. Este vetor de estado deve respeitar todas as propriedades exigidas por qualquer vetor.

Espaço dual

Para espaço vetorial, sobre o corpo dos complexos, pode-se associar outro espaço vetorial, o espaço dual, definido como uma projeção transposta conjugada do primeiro. Adotaremos a nomenclatura estabelecida por Dirac, chamando os vetores do espaço dual de bra e denotaremos por $\langle |$.

Considere um vetor de estado $|v\rangle$, dado pela combinação linear $|v\rangle = a_1|\phi_1\rangle + a_2|\phi_2\rangle + \dots + a_n|\phi_n\rangle$, podemos escrevê-lo na forma matricial, deixando a base $\{|\phi_1\rangle, |\phi_2\rangle \dots |\phi_n\rangle\}$ subentendida, como mostrado na expressão 03.

$$|v\rangle = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \quad (03)$$

O correspondente dual é o transposto conjugado de $|v\rangle$ e é escrito da seguinte forma $\langle v| = a_1^* \langle \phi_1| + a_2^* \langle \phi_2| + \dots + a_n^* \langle \phi_n|$, onde $a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*$ são complexos conjugados de $a_1, a_2, \dots, a_n$, respectivamente. Na forma matricial tem-se a expressão 04.

$$\langle v| = (a_1^* \ a_2^* \ \dots \ a_n^*) \quad (04)$$

Produto interno

De acordo com a notação de Dirac, o produto escalar de um ket $|A\rangle$ por um bra $\langle B|$ é denominado *braket* e representamos por $\langle B|A\rangle$.

Se $|A\rangle = a_1|\phi_1\rangle + a_2|\phi_2\rangle + a_3|\phi_3\rangle$ e $|B\rangle = b_1|\phi_1\rangle + b_2|\phi_2\rangle + b_3|\phi_3\rangle$, para determinarmos o braket $\langle B|A\rangle$, deveremos primeiro encontrar o transposto conjugado de $|B\rangle$. Então, se $\langle B| = b_1^* \langle \phi_1| + b_2^* \langle \phi_2| + b_3^* \langle \phi_3|$, o braket $\langle B|A\rangle$ é dado pela expressão 05.

$$\langle B|A\rangle = b_1^* a_1 + b_2^* a_2 + b_3^* a_3 \quad (05)$$

Ortonormalidade

Para que o produto $\langle B|A\rangle = b_1^* a_1 + b_2^* a_2 + b_3^* a_3$ seja verdadeiro, é necessário que os vetores da base sejam ortonormais, ou seja:

$$\langle \phi_i | \phi_j \rangle = \begin{cases} 1, & \text{se } i = j \\ 0, & \text{se } i \neq j \end{cases} \quad (06)$$

SEGUNDO POSTULADO

Um observável físico é descrito matematicamente por um operador Hermitiano.

TERCEIRO POSTULADO

Os valores possíveis da medida de um observável físico são os autovalores correspondentes ao operador associado ao observável em questão.

QUARTO POSTULADO

Os autovalores formam uma base do espaço vetorial.

QUINTO POSTULADO

A probabilidade de que uma medida de uma certa variável A obtenha um autovalor a , com autovetor $|a\rangle$, em um estado genérico $|v\rangle$, é dado pela expressão 07.

$$\text{Prob} = |\langle a|v\rangle|^2 \quad (07)$$

Seja $|v\rangle = a_1|\phi_1\rangle + a_2|\phi_2\rangle + a_3|\phi_3\rangle$ um vetor de estado. Em mecânica quântica os complexos a_1 , a_2 e a_3 são conhecidos como **amplitudes de probabilidade** e podem ser obtidos realizando os seguintes produtos internos:

$$\begin{aligned} \langle \phi_1|v\rangle &= a_1 \langle \phi_1|\phi_1\rangle + a_2 \langle \phi_1|\phi_2\rangle \\ &\quad + a_3 \langle \phi_1|\phi_3\rangle \end{aligned}$$

Como:

$$\begin{aligned} \langle \phi_1|\phi_1\rangle &= 1 \\ \langle \phi_1|\phi_2\rangle &= 0 \\ \langle \phi_1|\phi_3\rangle &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{Então: } \langle \phi_1|v\rangle = a_1 \quad (08)$$

Tarefa: Determine $\langle \phi_2|v\rangle$ e $\langle \phi_3|v\rangle$ as probabilidades de medirmos a_1 , a_2 e a_3 que são calculadas pelas expressões 09, 10 e 11, respectivamente.

$$\text{Prob1} = |\langle a_1|v\rangle|^2 = a_1^* \cdot a_1 = a_1^2 \quad (09)$$

$$\text{Prob2} = |\langle a_2|v\rangle|^2 = a_2^* \cdot a_2 = a_2^2 \quad (10)$$

$$\text{Prob3} = |\langle a_3|v\rangle|^2 = a_3^* \cdot a_3 = a_3^2 \quad (11)$$

É fácil perceber que $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1$ (a soma das probabilidades deve ser igual a 100% = 1).

POLARIZAÇÃO DA LUZ ATRAVÉS DO FORMALISMO DE DIRAC

Analisando a Figura 6, verificamos que, após passar pelo polarizador P1, o fóton pode ser representado por um vetor de estado $|v\rangle$ dado por $|v\rangle = \cos\theta|V\rangle + \sin\theta|h\rangle$, onde $|V\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ e $|h\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ são vetores da base. Dizemos neste caso que $|v\rangle$ é uma superposição linear de $|V\rangle$ e $|h\rangle$. O princípio da superposição linear estabelece que, se existem dois ou mais estados distintos possíveis para um dado estado quântico, qualquer combinação linear destes dois ou mais estados também é um estado possível do sistema.

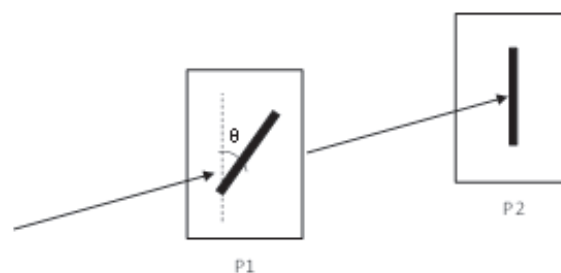


Figura 6. Feixe de luz atravessando os polarizadores P1 e P2.

A probabilidade do fóton passar pelo polarizador P2 ($|V\rangle$) é calculada por:

$$|v\rangle = \cos\theta|V\rangle + \sin\theta|h\rangle \quad (12)$$

$$\langle V|v\rangle = \cos\theta\langle V|V\rangle + \sin\theta\langle V|h\rangle \quad (13)$$

$$\langle V|v\rangle = \cos\theta \quad (14)$$

$\text{Prob}_V = |\langle V|v\rangle|^2 = \cos^2\theta$, que é um resultado que concorda com a lei de Malus.

OPERADORES

Um operador é uma matriz que transforma um vetor em outro, ou seja: $\hat{T}|A\rangle = |B\rangle$. Geralmente representamos um operador por uma letra maiúscula com um acento circunflexo sobre ela. Em mecânica quântica, um operador é um observável físico, como posição, energia e momento.

Em outras palavras: observáveis físicos são as coisas que podem ser medidas e são descritos por operadores lineares e devem ser Hermitianos. Um operador importante para o nosso propósito é o operador projetor $\hat{P} = |\phi_1\rangle\langle\phi_1|$ que funciona como uma espécie de filtro quando atua sobre um ket. Por exemplo: considere um vetor de estado definido acima para um fóton: $|v\rangle = \cos\theta|V\rangle + \sin\theta|h\rangle$, onde $|V\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ e $|h\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ são vetores da base. Vamos aplicar o operador $\hat{P} = |V\rangle\langle V|$ sobre $|v\rangle$:

$$\hat{P}|v\rangle = |V\rangle\langle V|(\cos\theta|V\rangle + \sin\theta|h\rangle) \quad (15)$$

ou

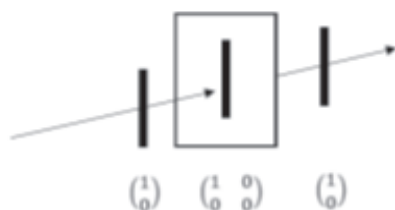
$$\hat{P}|v\rangle = \cos\theta|V\rangle\langle V|V\rangle + \sin\theta|V\rangle\langle V|h\rangle$$

$$\hat{P}|v\rangle = \cos\theta|V\rangle \quad (16)$$

Observe que realmente o operador $\hat{P}$, funciona como uma polarizador “filtrando” o vetor estado $|V\rangle$ deixando passar apenas o componente $\cos\theta|V\rangle$. O operador $|V\rangle\langle V|$ na notação de Dirac é um produto externo, então:

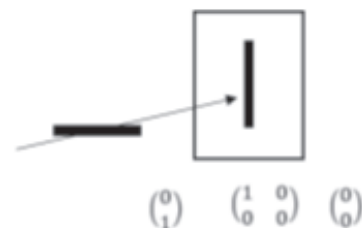
$$|V\rangle\langle V| = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (17)$$

As Figuras 7 e 8 mostram a representação de polarizadores pela notação de Dirac.



Na notação de Dirac: $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

Figura 7. Polarizadores alinhados em paralelo e representados com a notação de Dirac.



Na notação de Dirac: $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

Figura 8. Polarizadores cruzados e representados pela notação de Dirac.

Operador hermitiano

Considere:

$$\hat{T}|v_1\rangle = |v_2\rangle \stackrel{c.d.}{\leftrightarrow} \langle v_1|\hat{T}^\dagger = \langle v_2| \quad (18)$$

Onde $\hat{T}^\dagger$ (lê-se T dagger) corresponde à operação de transpor $\hat{T}$ e tomar o complexo conjugado de seus elementos, ou seja, $\hat{T}^\dagger = (\hat{T}^T)^*$.

Autovalores e autovetores

Quando estudamos as matrizes, vimos que: $\hat{T}|v\rangle = \lambda|v\rangle$, onde T é uma matriz, λ é o autovalor e $|v\rangle$ é o autovetor. Em mecânica quântica, o operador $\hat{T}$ é o objeto de medida (observável físico) e o autovetor λ é um possível resultado da medida.

$$\hat{T}|v\rangle = \lambda|v\rangle,$$

$$|v\rangle(\hat{T} - \lambda I) = 0 \text{ ou } |v\rangle(\hat{T} - \lambda I) \quad (19)$$

Onde I é a matriz identidade.

CONCLUSÃO

Este trabalho é uma introdução ao formalismo de Dirac, utilizando a polarização da luz. O famoso livro de Mecânica Quântica Moderna, de Sakurai (1994), inicia a mecânica Quântica com a polarização da luz para, em seguida, introduzir o formalismo de Dirac utilizando o experimento de Stern e Gerlach como pano de fundo.

Este trabalho é uma introdução à notação de Dirac para que o leitor possa se aprofundar em livros mais completos, como por exemplo, o livro do Sakurai.

A computação quântica está em voga e é uma das mais promissoras tecnologias atuais. Ela se baseia nos princípios da mecânica quântica, tendo o formalismo de Dirac como ferramenta.

A computação quântica fornece um novo paradigma computacional e promete um ganho expressivo de processamento. Este material pode ser usado como ponto de partida para a compressão dessa nova tecnologia.

REFERÊNCIAS

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *The Feynman Lectures on Physics*. 1. ed. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1965.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 8a. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2009.

MOREIRA, M. A. Al final, ¿qué es aprendizaje significativo? *Revista Curriculum*, La Laguna, ES, 25, marzo 2012. 29-56.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica*. 1a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, v. 4, 1998.

SAKURAI, J. J. *Modern Quantum Mechanics*. Revised Edition. ed. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1994. 500 p. ISBN 0-201-53929-2.

Estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e a segurança do trabalho na construção civil: Estudo de caso

Study of the level of recognition of solid wastes and work safety on civil construction: Case Study

Bruno Pantoja Figueiredo

Técnico em informática e cursando Técnico em segurança do trabalho pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém. Graduando Bacharelado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará. **Endereço:** Rua dos Mundurucus, 3170, apto 901. CEP. 66040-033. **E-mail:** brunodossantospantoja@hotmail.com

Ana Karla Costa de Pinho

Técnico em edificações e cursando Técnico em segurança do trabalho pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém, Graduando em Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará.

Valdeiza de Souza Abreu

Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Castanhal e cursando Técnico em segurança do trabalho pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Belém

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Engenheiro Civil. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Civil.

RESUMO

O crescimento das cidades no Brasil promoveu um avanço expressivo da construção civil, que acarretou maiores níveis de geração de resíduos. Deste modo, particularmente nas últimas duas décadas, há um desprendimento da atenção neste aspecto devido à grande quantidade produzida, considerando os riscos oferecidos à saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos nas etapas do processo de manuseio desses resíduos. O processamento inadequado do resíduo sólido no canteiro de obras pode ocasionar destinação indevida nas vias, logradouros públicos e aterros sanitários, que repercutem impactos ambientais, influenciando na qualidade do meio ambiente e de vida das pessoas. Este trabalho remete em estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e segurança do trabalho na construção civil. A metodologia está baseada na revisão bibliográfica quanto à legislação pertinente, visita de campo para inspeção visual, entrevista através de questionário e registro fotográfico. Observaram-se quais níveis de conhecimento dos resíduos sólidos e segurança do trabalhador precisam ser aprimorados. Ao realizar reconhecimento de riscos ambientais e ocupacionais, houve recomendações para ações que visam a medidas de segurança e políticas de promoção à prevenção dos acidentes de trabalho.

Palavras-chave: Resíduos. Segurança. Acidentes.

ABSTRACT

The growth on Brazilians cities has promoted an expressive goal on civil construction, which led to higher levels of waste generation. Thus, particularly in the last two decades there is no attention due to the large quantity produced, considering the risks offered to the health and safety of workers involved on stages of the waste handling process. Improper processing of solid waste at the construction site can lead to not well forms of destiny of this waste discarded on the public roads, public sites and landfills, that aim to repercussion environmental impacts, influencing in the environmental quality and lives of people. This research aims to the security and levels of solids waste destination on the work among civil construction. Its methodology is based in the bibliographical revision, using the current legislation, field research to visual inspection, surveys and photographic registers. It was observed that the levels of solid wastes and work security need to be aprimorated. When we make the recognition of the environmental and occupational risks, there were recommendations to some actions that aim security measures and politics to avoid work accidents.

Keywords: Wastes. Safety. Accidents.

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades no Brasil, a partir da década de 70 com o êxodo rural, acarretou necessidade de adequação do polo urbano para o recebimento de pessoas, que encontraram oportunidades de trabalho na construção civil, ocasionando maior número de obras e produção de resíduos proveniente de reformas, ampliações, adaptações e novas construções, e, conseqüentemente, problema para o descarte e disposição final, haja visto que ainda não atendem à legislação vigente, o que contribui para impactos ambientais. Segundo Freitas (2009) a construção civil não é apenas uma consumidora de recursos naturais que irá causar impacto ao meio ambiente, pois também é considerada a principal geradora de resíduos na economia brasileira.

O crescimento da mão de obra na construção impulsiona maior número de acidentes, que podem ser ocasionados pelos Resíduos da Construção Civil (RCC), deste modo precisam ser observados, tendo em vista os consideráveis riscos ambientais e ocupacionais envolvidos no processo, considerando imperiosa necessidade de orientação quanto à influência do RCC na segurança do trabalhador (FREITAS, 2009).

No Brasil há instrumentos para a gestão de resíduos da construção civil, como a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), da Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS) e a Norma Regulamentadora (NR) nº 25, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), juntamente com a segurança do trabalho em canteiros de obras. Esses instrumentos fazem com que o gerenciamento adequado de Resíduos de Construção Civil (RCC) e os riscos gerados no canteiro de obra sejam obrigatórios. Um canteiro de obra bem planejado com plano de gerenciamento de resíduos irá auxiliar no adequado desenvolvimento da obra e, por conseguinte, na segurança e saúde do trabalhador reduzindo desperdício e consumo de matéria-prima com possibilidade de

reaproveitamento dos resíduos gerados no canteiro e minimizando descarte indevido desses resíduos (FREITAS, 2009).

A indústria da Construção Civil trata-se de uma atividade econômica que envolve tradicionais estruturas sociais, culturais e políticas. É nacionalmente caracterizada por apresentar um elevado índice de acidentes de trabalho. Segundo (ARAÚJO, 1998), está classificada em segundo lugar na frequência de acidentes registrados em todo o país. Esse perfil pode ser traduzido como gerador de inúmeras perdas de recursos humanos e financeiros no setor.

Todos, na obra, devem estar sempre atentos às normas de segurança da empresa. O trabalhador que se descuidar com relação à segurança pode colocar a sua vida e de seus colegas de trabalho em risco. Deste modo, ao pensar na segurança, que todos os envolvidos na construção civil precisam ter sempre as informações corretas e estar devidamente treinados, tanto no saber fazer o serviço, quanto na qualidade do produto final (SENAI, 2012). Portanto este trabalho tem objetivo de contribuir quanto ao estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e a segurança do trabalho na construção civil: estudo de caso.

MÉTODOS

A metodologia utilizada para a elaboração do presente trabalho foi estudo voltado à aplicação de Normas de Segurança e Resíduos Sólidos vigentes no Brasil. A partir de estudo de caso houve a avaliação qualitativa dos riscos ambientais e ocupacionais que ocorreu com visita de campo e inspeção visual no canteiro de obras de um edifício de construtora localizada na região metropolitana de Belém do Pará. Na visita de campo houve registro fotográfico e entrevista com coleta de informações por meio de questionário aplicada aos trabalhadores.

DESENHO DO ESTUDO

A visita técnica foi realizada nos dias 11 e 18 de novembro de 2016 com dois modelos de questionários. Um modelo foi direcionado ao profissional que em sua formação obteve conhecimento técnico sobre segurança do trabalho e resíduos sólidos da construção civil; e outro modelo ao profissional que em sua formação não obteve conhecimento técnico sobre segurança do trabalho e resíduos sólidos da construção civil. Os entrevistados foram estagiários, serventes, pedreiro, almoxarifes, encarregados, soldadores, eletricitas e técnico em segurança do trabalho, que totalizaram 16 pessoas. No questionário dos profissionais com conhecimento técnico de formação houve acréscimo de duas perguntas a respeito de detalhes sobre o armazenamento e o transporte dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a inspeção visual verificou-se que a separação dos resíduos ocorria em diferentes pontos do pavimento da obra durante a coleta, de modo que havia separação do resíduo reciclável para ser direcionado à cooperativa, indicando a possibilidade de logística reversa, conforme o PNRS. Cada equipe realizava coleta dos resíduos sólidos através de um carrinho de mão por cada pavimento do edifício com a devida sinalização das áreas de coleta, e posteriormente ocorria transporte ao pavimento térreo através de elevador do tipo cremalheira. No térreo havia um processo de separação ou segregação dos resíduos coletados (papel, plástico, metal, porcelana, madeira, lixa, gesso, areia, garrafas plásticas, tijolos cerâmicos, concreto e material que não pode ser reaproveitado) e, por conseguinte, acondicionados em contêineres.

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), são classificados como Classe IIB (Inertes), de acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), que classifica quanto

à origem, resíduos de construção civil divididos em moderadamente degradáveis, dificilmente degradáveis e não degradáveis. Enquanto a CONAMA classifica esses tipos de resíduos como classe A. Notou-se que não ocorria transporte simultâneo de pessoas e resíduos sólidos da construção civil no elevador tipo cremalheira, de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 13.221 (ABNT, 2003).

É importante ressaltar que os funcionários participam de programa de treinamento e capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos, conforme previsto no PNRS. Segundo CONAMA, os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. De modo geral, foi possível verificar um conjunto de práticas de segurança no manuseio dos resíduos sólidos do estudo de caso.

A Figura 1 mostra elevador do tipo cremalheira utilizado no processo de transporte de resíduos. A Figura 2 mostra a rampa de acesso para a cremalheira com a presença de itens de segurança como corrimão e ferramentas para evitar derrapagem de trabalhadores.

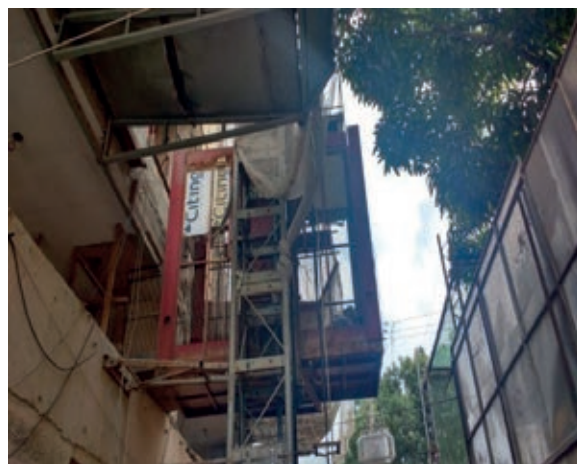


Figura 1. Cremalheira.



Figura 2. Rampa de acesso à cremalheira.

O acondicionamento final no pavimento térreo é realizado de modo que cada resíduo sólido separado na fase de segregação é destinado ao seu contêiner específico, conforme mostram as Figuras 3 e 4, que permanece dentro do canteiro de obras em local estratégico, a fim de que seja facilmente deslocado para área externa depois de ser preenchido integralmente. Em seguida a empresa de gerenciamento de resíduos contratada ou cooperativas parceiras eram acionadas para fazer o transporte ao local de disposição final, de acordo com o artigo 3º da PNRS, que menciona a coleta seletiva dos resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. E disposição final ambientalmente adequada com distribuição ordenada de resíduos em aterros, em observância às normas operacionais específicas, a fim de evitar danos ou riscos à segurança e saúde pública com intuito de minimizar impactos ambientais adversos.

Verificou-se a obrigatoriedade da utilização de equipamento de proteção individual e coletiva (EPI/EPC). No entanto não foi observada a utilização de equipamento de proteção individual (EPI) por todos os trabalhadores envolvidos no processo de transporte dos resíduos sólidos para a destinação final. E os trabalhadores que dispunham de EPI utilizavam luvas, capacete de segurança e calçado de segurança, enquanto a cinta de proteção lombar e máscaras peças semifaciais

filtrantes - do tipo partículas finas (PFF2) para riscos químicos de fumos e névoas tóxicas nas atividades de manipulação dos resíduos. Deste modo adequado para a função exercida (TORLONI, 2002).



Figura 4. Contêiner.



Figura 3. Contêiner.

Dentre os EPC identificados, verificou-se a presença de cones, correntes para isolamento de áreas e telas de proteção para conter a queda de material. Na pesquisa realizada por Cisz (2015) também foram constatados EPI adequados à disposição dos trabalhadores no canteiro de obras.

ENTREVISTA

O público entrevistado dividiu-se em 31,25% correspondente a técnico, estagiário e encarregado e 68,75% equivalente a pedreiros, serventes, almoxarife, soldadores, etc., que apresentavam menor

nível de escolaridade, conforme mostrado na Figura 5. No estudo desenvolvido por Cisz (2015) obteve-se um diagnóstico do comportamento de trabalhadores de construtoras e empreiteiras que apontou elevado número de trabalhadores com baixo nível de escolaridade.

A entrevista por meio de questionário foi dividida entre profissionais que na formação detinham ou não conhecimento técnico sobre segurança do trabalho

e resíduos sólidos da construção civil, conforme apresentada na Tabela 1 e mostradas nas Figura 5 e 6. Dentre os entrevistados observou-se que 100% detêm conhecimento do significado de EPI e 68,75% receberam treinamento. Cisz (2015) obteve um percentual de 81% dos entrevistados que participaram de palestras sobre segurança do trabalho e uso de EPI fornecido pela empresa.

Tabela 1. Questionário.

Pergunta	Percentual	
	SIM	NÃO
1) Você já ouviu falar em PNRS? E NR 25?	43,75%	56,25%
2) Sabe do que tratam?	18,75%	81,25%
3) A empresa na qual trabalha atualmente já realizou algum treinamento relacionado às normas de segurança do trabalho no manuseio dos RCC's?	68,75%	31,25%
4) Você sabe o que é EPC?	93,75%	6,25%
5) Você sabe o que é EPI?	100%	0%
6) Durante sua experiência profissional você tomou conhecimento de algum risco ambiental no manuseio deste tipo de resíduo?	75%	25%
7) Você tem conhecimento das etapas desenvolvidas com o RCC?	62,5%	37,5%
8) Você sabe dizer por que os RCC são submetidos ao desenvolvimento de etapas?	62,5%	37,5%

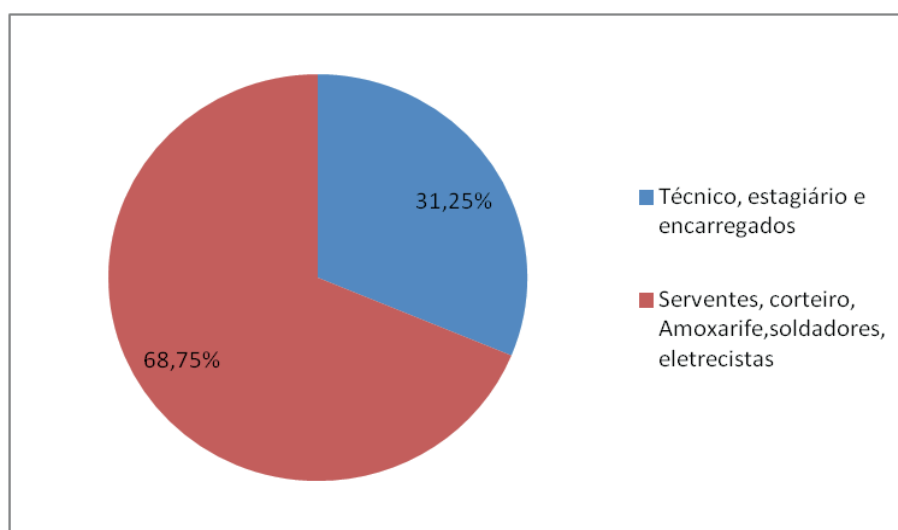


Figura 5. Trabalhadores da obra.

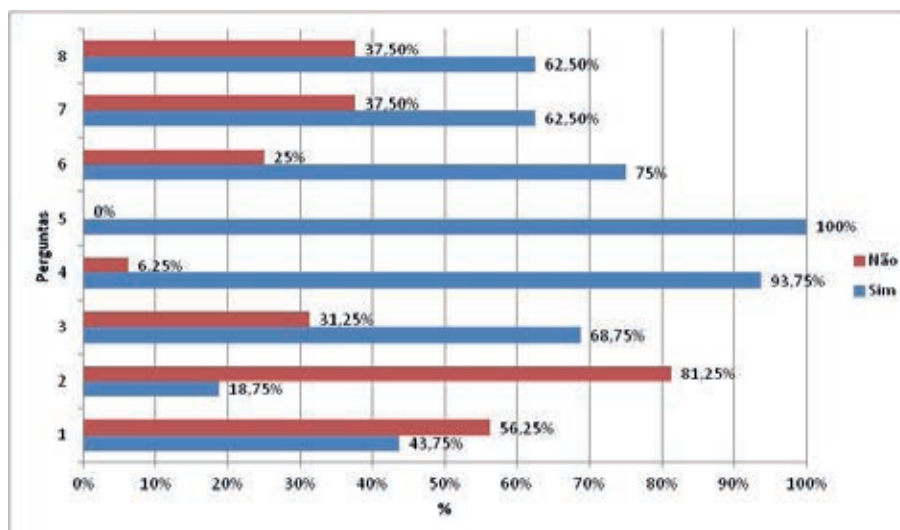


Figura 6. Percentual de respostas obtidas.

O que leva a observar que a preocupação com a segurança vem sendo um item bastante recorrente em empresas de construção civil. Ainda se constatou que 56,25% dos trabalhadores não ouviram falar da PNRS e NR 25, apesar de 68,75% terem recebido treinamento do manuseio de RCC e de 62,5% terem conhecimento do processo de etapas de disposição dos resíduos. Isso indica que o treinamento recebido pelos trabalhadores pode ter sido tratado apenas como adoção de regras sem a devida importância do motivo de aplicação da PNRS e NR no canteiro de obras do estudo de caso. Ressalta-se que foram acrescentadas duas perguntas aos estagiários e ao técnico em segurança do trabalho que remetem às etapas de armazenamento e transporte dos resíduos gerados na obra (coleta, transporte, armazenamento e disposição final), e se há ou não transporte de resíduos junto com pessoas no elevador do tipo cremalheira. Verificou-se que o armazenamento e o transporte dos resíduos obedecem às Normas Regulamentadoras, Normas Brasileiras específicas e PNRS, presentes na legislação brasileira.

RECONHECIMENTO DOS RISCOS E RECOMENDAÇÕES

Durante a visita de campo houve reconhecimentos dos riscos ambientais e ocupacionais oriundos das etapas do processo, que estão apresentados na Tabela 2.

A partir da Tabela 2 houve a elaboração de recomendações, conforme apresentada na Tabela 3.

CONCLUSÃO

A segurança do trabalhador é fundamental para que haja um ciclo de trabalho proveitoso para as ambas as partes e uma produção de qualidade, e a segurança e saúde do trabalhador deve ser prioridade dentro das empresas, assim buscando diminuir os fatores de riscos com ações de combate e prevenção de acidentes e doenças ocupacionais do trabalho, e com isso garantir a integridade física do trabalhador.

Verificou-se que o nível de conhecimento e influência dos resíduos sólidos na segurança do trabalhador pode ser melhorado; por meio dos problemas constatados foram inseridas algumas recomendações baseadas na análise dos

Tabela 2. Riscos ambientais encontrados na obra.

Riscos	Agente	Fonte geradora	Medidas de controle Existente	Possíveis danos à saúde
Risco Físico	Radiação não ionizante	Sol	-	Insolação
Risco Químico	Poeira mineral	-	Máscara	Doença respiratória
Risco Biológico	Água	Chuva	-	Dengue, Zika
Risco Ergonômico	Má postura	-	Cintas de proteção	Doença do trabalho
Risco Mecânico	Perfuro- cortante	Pregos, estacas	Luvas e calçado de segurança	Perfuração e corte

Tabela 3. Recomendações e medidas de controle dos riscos.

Riscos	Agente	Recomendações medidas de controle
Risco Físico	Calor	Uso de filtro solar
Riscos Mecânico	Pregos	Rebater os pregos
Risco Biológico	Água	Eliminação de desnível de acumulação de água e/ou compensar com o serviço de limpeza

problemas com o intuito de minimizar os riscos à segurança do trabalhador. Logo tais ações devem ser voltadas para o esclarecimento das pessoas que trabalham na construção civil em relação ao RCC e impactos na segurança das pessoas atuantes no local. O que se deseja é que haja um consenso entre empregador e empregados no sentido de que a aplicação das medidas seja contínua já que os riscos de acidentes sempre estarão presentes e que as recomendações não eliminam os riscos, apenas os reduzem a níveis aceitáveis às condições de trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N.M.C. *Custos de implantação do PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) em Obras de Edificações Verticais: Um Estudo de Caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.221. *Transporte Terrestre de Resíduos*: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 2p.

_____. NBR 10.004. *Resíduos Sólidos Classificação*: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2004.

TORLONI, M. *Programa de proteção respiratória, seleção e uso de respiradores*. São Paulo: Fundacentro, 2002.

BRASIL. *Lei n.º 12.305/2010* – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

_____. *Lei n.º 3.214*, de 08 de junho de 1978 - Institui o uso de equipamento de proteção individual (NR 6) – EPI.

_____. *Lei n.º 3.214*, de 08 de junho de 1978 - Institui regras para manuseio de resíduos industriais (NR 25).

CISZ, C.R. *Conscientização do uso de EPI, quanto à segurança pessoal e coletiva*. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

FREITAS, I. *Os resíduos de construção civil no município de Araraquara-SP*. Araraquara, 2009.

FUNASA. *Manual de Saneamento: Orientações Técnicas*. Ministério da Saúde—Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução n.º 348*, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília – DF.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI. *Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança no Trabalho nos Canteiros de Obras*. 2012.

Estudo sobre um dispositivo (bengala inteligente) para auxiliar deficientes visuais em seus deslocamentos

Study on a device (electronic cane) to assist the visually impaired in their displacements

Antonio Dionathan de Paiva da Costa

Acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Bolsista PIBICT/IFPA/2015. **Endereço:** Rua. Walfredo Bonate, 1234. Bairro Novo. Santa Izabel do Pará/PA, CEP 68790000. **E-mail:** antoniodionathan@hotmail.com

Arthur Coelho Pereira

Bolsista PIBICT/IFPA. Acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Bolsista PIBICT/IFPA/2015.

Jean Rafael Nonato Neves

Acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Bolsista PIBICT/IFPA/2015.

Benedito Coutinho Neto

Professor/Pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará – IFPA – Campus Belém. Doutor em Engenharia Civil pela EESC/USP.

RESUMO

Andar no espaço público, seja onde for, está se tornando uma tarefa cada vez mais complicada. Isto ocorre por que as pessoas, ao saírem de seus domicílios, enfrentam barreiras como ruas desniveladas, falta de sinalizações, entre outros descasos. A situação se torna mais complicada quando se trata das periferias das cidades, onde muitas vezes o saneamento básico e infraestruturas pertinentes, quando presentes, estão em condições mínimas para permitir a locomoção dos usuários, prejudicando, principalmente, a acessibilidade de pessoas com deficiência e pessoas com mobilidade reduzida. Este trabalho apresenta um estudo sobre uma tecnologia assistiva (Bengala Inteligente) para auxiliar o deficiente visual em seus deslocamentos, para tanto, dentre outros pontos, abordaram-se os principais protótipos de bengalas eletrônicas existentes no mercado e os melhores materiais para fabricá-los, considerando os aspectos de resistência, durabilidade, peso e custo, além de um estudo sobre sua automação. Projetos desse tipo, de uma forma geral, devem atender o maior número de deficientes visuais, de todas as faixas etárias e níveis econômicos. Esse dispositivo é um grande avanço para os deficientes visuais, contudo, apenas uma minoria consegue adquiri-lo, pois o custo ainda é elevado, portanto, viabilizar a sua aquisição à maioria das pessoas é de extrema importância.

Palavras-chave: Bengala eletrônica. Deficiência visual. Tecnologia assistiva. Espaço público.

ABSTRACT

Walk in the public space, anywhere, is becoming an increasingly complicated task. It occurs why, people, when they leave their homes, they face barriers such as uneven streets, lack of signs, among others lacks of respect. The situation becomes more complicated when it comes to the outskirts of cities, where often the basic sanitation and relevant infrastructures, when present, are in minimum conditions to enable locomotion, damaging mostly the accessibility of persons with disabilities and persons with reduced mobility. This paper presents a study on assistive technology (electronic cane) to assist the visually impaired in their displacements. For that, among others, were addressed the main existing prototypes on the market and the finest materials to manufacture it, considering aspects as strength, durability, weight and cost, in addition to a study of its automation. Projects of this type, in General, must meet the largest number of blind people, of all ages and economic levels. This device is a breakthrough for the visually impaired, however, only a minority can acquire it, because the cost is still high, so, allow the purchase of this equipment for majority it is of fundamental importance.

Keywords: Electronics cane. Visual impairment. Assistive technology. Public space.

INTRODUÇÃO

No mundo e no Brasil é notória a preocupação com inclusão da pessoa deficiência (Lei 13.146/2015 – Estatuto da Pessoa com deficiência), entretanto esta preocupação se deu de forma mais efetiva recentemente. Sabe-se que tamanha inquietação é devida em sua maioria à falta de apreço com os deficientes. Embora hoje existam leis que os amparem, infelizmente, a grande maioria da população não conhece, ou não respeita ou não reconhece, ou apenas ignora.

Quando se fala de acessibilidade, depara-se com o descaso em relação aos deficientes, isto ocorre frequentemente, pela existência de barreiras, sejam estas urbanísticas, arquitetônicas, de transportes, nas comunicações e na informação, atitudinais e tecnológicas. É comum no espaço público entraves como entulhos despejados inadequadamente nas calçadas, falta de poda nas árvores, falta de pisos táteis, calçadas desniveladas, carros estacionados, dentre outros, que comprometem a locomoção e acessibilidade de todos, mas principalmente da pessoa com deficiência.

Segundo o IBGE (2010), a população residente com deficiência visual, pode ser dividida em: quem não consegue de modo algum enxergar, quem tem grande dificuldade e quem tem alguma dificuldade de enxergar, que são, respectivamente, **528.624**, 6.056.684 e 29.206.180 no **Brasil**; **33.025**, 541.798 e 2.409.113 na região **Norte**; **15.771**, 271.582 e 1.169.223 no **Pará** e em **Belém 3.785**, 50.492 e 256.256. Como 18,76% da população Brasileira possui alguma deficiência visual, surge à necessidade de pesquisadores abordarem com maior frequência esta causa.

Esta pesquisa apresenta um estudo sobre um dispositivo (Bengala Eletrônica) para auxiliar pessoa com deficiência visual em seus deslocamentos. Apresentando, para isto, os principais protótipos de bengalas eletrônicas existentes no mercado,

assim como uma análise de materiais para sua produção.

O artigo traz, também, uma abordagem sobre tecnologia assistiva, pois o equipamento em estudo está diretamente relacionado a esta tecnologia/ajuda técnica.

TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA)

Dentre as dificuldades existentes na vida do deficiente visual, a locomoção é uma das principais. Além de enfrentarem este tipo de problema na sua residência, esses são muito maiores no espaço urbano, em virtude de ser bem menos conhecido/percebido e com a presença de obstáculos de várias natureza e ausência de infraestrutura apropriada (Desenho Universal) no mesmo.

A percepção depende muito da orientação, do sensoramento que as pessoas possuem ao caminhar, pois se deparam com vários obstáculos (árvores, postes, meio fio, buracos, desníveis das calçadas, veículos estacionados, etc), que muitas vezes não são percebidos, e que além de prejudicar a locomoção, podem ocasionar acidentes ao deficiente visual.

A acessibilidade e a mobilidade urbana são direitos dos cidadãos em geral, independentemente de sua condição física. Estas são necessárias e muito importantes para a realização de qualquer tarefa oferecendo ao usuário segurança e qualidade de vida (REIS, et al., 2012).

As pessoas com deficiência não são as únicas que possuem mobilidade reduzida. Estão incluídos também idosos, gestantes, lactantes, pessoas com criança de colo e obesos.

É de suma importância identificar e eliminar barreiras e obstáculos que se oponham à mobilidade e acessibilidade, algumas normas e decretos para os deficientes têm tornado isto possível.

Ajudas técnicas foi o primeiro termo a ser utilizado em relação às tecnologias que foram surgindo para auxiliar os deficientes. Para fins da aplicação da Lei nº 13.146/2015,

tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Dessa forma, deve-se ter em mente que uma TA é uma ajuda que possibilita a extensão de uma habilidade funcional com deficiência, ou torna possível uma função, que esteja impedida por conta da deficiência.

O principal propósito de uma TA é permitir à pessoa com deficiência independência, qualidade de vida e inclusão social. Isto é realizável se sua comunicação for possível e ampliada, se houver mobilidade, se o deficiente controlar seu ambiente, se puder adquirir ou manter habilidades para aprender e trabalhar (BERSH, 2013).

Muitos objetos, como talheres modificados, estabilizador de punho, bengala, antiderrapantes para objetos, cadeira adaptada para transporte, ..., permitem que as tarefas inerentes ao dia a dia (como se vestir, alimentar-se, banhar-se e realizar necessidades fisiológicas) de um deficiente sejam executadas com segurança e autonomia (BERSH, 2013).

No Brasil, a legislação estabelece o direito à tecnologia assistiva e recomenda uma ação propositiva da parte do governo, para atender esta demanda. Porém, o deficiente precisa conhecer a informação sobre a existência desta legislação e do impacto desta sobre o que lhe é de direito. A orientação pública ainda é precária, no que consiste em orientar sobre as informações necessárias das TAs.

ACESSIBILIDADE

Para efeitos da aplicação da lei nº 13.156/2015, **Acessibilidade** é a

possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos

urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

Para uma sociedade mais inclusiva, torna-se cada vez mais importante a presença de projetos para a acessibilidade de pessoas com características específicas, e esses precisam estar articuladas à promoção da qualidade de vida para todos. Desta forma, pessoas com necessidades especiais não sofrerão discriminação, uma vez que serão beneficiadas por propostas de ambientes, produtos e serviços acessíveis.

Um deficiente visual pode se locomover de várias formas, como: com um guia vidente; com seu próprio corpo; com um cão guia; com uma bengala longa simples ou com ajuda da tecnologia como, por exemplo, com uma bengala eletrônica.

Em se tratando da bengala,

não é um objeto que o cego perceberia, mas um instrumento com o qual ele percebe. É um apêndice do cego, uma extensão da sua síntese corporal, uma maneira própria de explorar o mundo que o cerca. (MANSINI, 1992, p. 31).

A calçada deve ter uma estrutura dividida em três faixas, para melhor acesso aos pedestres: **Faixa livre**, onde se encontra a área do passeio, ou seja, destinada unicamente aos pedestres; **Faixa de serviço** é reservada à locação de árvores e rampas para os veículos ou pessoas com deficiências, postes, semáforos e mobiliário urbano (telefones, bancos, caixas de correio, lixeiras, etc.) e a **Faixa de acesso**, que é a área em frente a imóveis, que normalmente encontram-se (rampas, mobiliário móvel, mesas de bar, vegetação, etc) desde que nada impeça a entrada aos imóveis (ABNT - NBR 9050/2004).

A construção adequada nos espaços e em edifícios de uso público é muito importante para o deslocamento de qualquer pessoa e principalmente de indivíduos com mobilidade reduzida.

NORMAS DE COMUNICAÇÃO E SINALIZAÇÃO

As sinalizações são muito importantes e necessárias para auxílio e segurança na locomoção, como os pisos táteis que são faixas ou estruturas com relevos que auxiliam pessoas com deficiência visual, servindo como alerta ou linha guia (ABNT - NBR 9050/2004).

O indivíduo que depende da bengala convencional, na ausência de pisos táteis, não possui orientação para se localizar dentro dos limites da calçada, podendo escorregar no meio fio. Desta forma, existe a necessidade dos pisos táteis e sua construção de acordo com as normas da ABNT - NBR 9050/2004.

Para as pessoas com deficiência visual existem duas formas de comunicação e sinalização que são: a **Tátil**, que é executada por meio de caracteres em relevo, Braille ou figuras em relevo, e a **Sonora**, que é realizada por meio de recursos auditivos (ABNT - NBR 9050, 2004, ed. 2, p. 16).

As sinalizações são classificadas como, a saber: **Permanente**, onde a sinalização já está definida em áreas para identificar estruturas e elementos no ambiente ou edificação; **Direcional**, que é utilizada para sinalizar a direção de percurso. Para as pessoas com deficiência visual a sinalização direcional é na forma tátil e utiliza recursos como linha guia ou piso tátil; **Emergência**, sinalização para rotas de saídas de emergência de prédios, de espaços urbanos e alertas de urgência; **Temporárias**, utilizada para advertir informações temporárias e para indicar informações que podem ser frequentemente alteradas (ABNT- NBR 9050/2004).

BENGALA COMUM E A BENGALA ELETRÔNICA

A bengala comum tem como objetivo ajudar na locomoção e na identificação de objetos a frente do usuário. Ela oferece uma maior segurança quando há pisos

táteis, pois permitem a sua percepção pelo deficiente visual por meio da bengala, guiando-o até onde é necessário.

Já as bengalas eletrônicas têm como objetivo auxiliar a locomoção do deficiente visual e identificar objetos por meio de parâmetros eletrônicos. Possui o mesmo formato de uma bengala comum sendo reta e posicionada na linha medial do corpo com extremidade próxima aos pés, porém compõe-se de circuitos e sensores que auxiliam o deslocamento. Este tipo de bengala é capaz de identificar objetos sem mesmo estar em contato, dando uma informação prévia ao indivíduo.

A seguir é realizada uma descrição sucinta de bengalas eletrônicas existentes no mercado, afim de demonstrar o seu funcionamento.

A bengala i-cane mobilo (Figura 1) possui sensores que avisam sobre obstáculos no caminho ou desníveis do solo. A bengala pode gravar rotas e repeti-las quando necessário. Os dados emitidos pelos sensores são recebidos por meio de uma seta tátil. O usuário mantém o polegar sobre a seta que se movimenta para indicar a direção apropriada ou para avisar sobre algum obstáculo (I-CANE, 2015).



Figura 1. Bengala eletrônica I-Cane mobilo – Empresa holandesa I-cane (2015).

E-Touch, esta bengala (Figura 2) possui uma tecnologia que consegue guiar o usuário de acordo com informações emitidas pelo GPS inserido. Ela permite a utilização de cartão SD para armazenar mapas e instruções do caminho que são transmitidas via Bluetooth e ouvidas por um fone. O mapa carrega as informações do destino que logo em seguida é informado para o usuário, que segue as instruções para chegar ao destino sem qualquer problema, pois o aparelho ainda possui detector de ambiente para orientação (YANKODESIGN, 2015).



Figura 2. Bengala tecnológica E-Touch.- Yanko Design (2015).

A bengala ultracane (Figura 3) foi a primeira bengala eletrônica que passou a detectar objetos ao nível dos pés, pernas, tronco e cabeça. Esta bengala usa sensores de ultrassons que informam a distância dos obstáculos, independentemente de seu formato ou textura, permitindo assim saber para que lado se deslocar. A capacidade de atuação é de até 4 m,

detectando até materiais de vidro, e pode ser utilizada em dias chuvosos. É dobrável e possui um punho adaptável e confortável, com tamanhos que variam de 110 a 150 centímetros (ULTRACANE, 2015).



Figura 3. Bengala eletrônica ultracane.- Empresa UltraCane (2015)

PROTÓTIPOS EXISTENTES BRASIL

Com o intuito de facilitar a locomoção dos deficientes visuais, universidades, institutos e empresas pesquisam dispositivos e acessórios que atendam melhor e deem autonomia ao maior número dessas pessoas, independente de faixa etária e poder aquisitivo.

A seguir é feita a descrição de alguns projetos desenvolvidos no Brasil nessa área.

O laboratório de robótica e inteligência artificial da PUC - Minas Gerais, Belo Horizonte, desenvolveu com seus alunos a bengala inteligente neural (BIN). A BIN apresenta aprendizado por reforço, que faz com que o dispositivo aprenda a se

adaptar ao usuário, no que diz respeito à distância de alerta com os obstáculos. Isto se dá porque a velocidade de deslocamento do usuário depende, dentre outros, da idade e constituição/preparo físico. A ideia é que o dispositivo por esforço repetitivo aprenda características, como a velocidade e comportamento de cada pessoa e assim se adapte melhor a cada um (ALVES; NEUMANN; GOUVÊA *et al.*, 2015).

O Instituto Federal do Rio Grande Sul – *Campus Venâncio Aires*, por meio do projeto PADEVI (Protótipo de Auxílio a Deficientes Visuais) também busca dar autonomia a estes. Para tanto, os envolvidos no projeto utilizaram os sensores presentes no Kinect. Este dispositivo tem câmeras que são capazes de capturar imagens coloridas e, ao mesmo tempo, a profundidade de cada pixel no ambiente em que estejam. Utilizou-se também nesse projeto, a placa Banana PI, que embora seja pequena tem uma grande capacidade de processamento, suficiente para realizar algumas tarefas de computadores. O protótipo da bengala apresenta características importantes, uma delas é a possibilidade de calcular a distância de objetos comparando os pixels contidos no frame (imagem fixa). A distância é obtida por divisão de tonalidades, onde cada cor fica com certo comprimento (medida recebida em cm) (KIST, *et al.*, 2014).

Os pesquisadores do Centro Universitário do Pará (Cesupa) perceberam que a bengala comum não precavia o usuário de objetos acima da linha da cintura. Na tentativa de solucionar este problema, desenvolveram um dispositivo denominado Argos. Esse dispositivo apresenta a característica de ficar preso não só no pulso do usuário, mas também no cinto, braçadeira e peito. O dispositivo atua na parte superior, e a parte inferior fica por conta do usuário por meio da bengala (RIBEIRO FILHO, *et al.*, 2010).

O dispositivo é colocado no braço para ter uma maior varredura, podendo atuar de uma forma melhor, mas não é só isso, o lugar foi escolhido de modo que trouxesse

uma maior proteção ao protótipo, isto devido aos possíveis choques, com objetos, que o mesmo poderia levar no deslocamento do usuário. Uma de suas vantagens é o peso que é aproximadamente de um relógio de pulso (RIBEIRO FILHO, *et al.*, 2010).

MATERIAIS

Os materiais são substâncias (compostos químicos) com propriedades que os tornam úteis na fabricação/construção de máquinas, estruturas, dispositivos e produtos. Os materiais metálicos são bastante resistentes, podendo ser deformados, já os polímeros em sua maioria são leves, isolantes, flexíveis e tem uma boa resistência à corrosão (PADILHA, 1997). As madeiras são materiais que apresentam bom desempenho para vários fins (estrutural, fabricação de móveis e vários outros produtos), pois são relativamente resistentes, duráveis e leves e fácil de manusear.

De acordo com o catálogo nacional de produtos de tecnologia assistiva, onde se encontram alguns fabricantes de bengalas, os materiais mais usados na fabricação da bengala são compósitos de fibra de carbono e alumínio (BRASIL, 2010).

Existem outros fabricantes que utilizam madeira e alumínio, compósitos de fibra de vidro, bronze, latão, bambu e polipropileno.

Projetos como este devem atender o maior número de deficientes visuais possível. Este estudo apresenta alguns materiais como opção para produzir bengala eletrônica, a saber: compósito fibra de carbono, compósito fibra de Vidro, latão, alumínio, bambu e polipropileno.

Vale ressaltar que a bengala eletrônica não conta apenas com os materiais que poderão ser utilizados na produção da bengala em si, mas também com os elementos que farão parte de sua automatização, como sensores, cabos, microprocessadores, reguladores de tensão, baterias, etc. Estes materiais devem ser resistentes, duráveis, leves e de baixo

custo, pois devem atender o maior número de pessoas, independentemente da faixa etária e poder aquisitivo.

A resistência do material está relacionada à capacidade de absorção de energia (impacto) que o material suporta antes de sofrer rupturas. Uma das avaliações desta resistência é por meio do módulo de elasticidade que está associado com a aptidão de absorção de energia que a estrutura do material atura dentro de uma região denominada de zona elástica (COSSOLINO, 2010).

A flexibilidade e a rigidez são as duas classes de avaliação de resistência do material por meio do módulo de elasticidade, ou seja, quanto maior o módulo de elasticidade mais rígido tende a ser o material.

O módulo de elasticidade depende da tensão aplicada ao material e da deformação que este sofre durante a tensão, sendo obtido por meio de testes mecânicos.

As fibras de carbono e as fibras de vidros são compósitos poliméricos que se tornaram os pioneiros em reforços para aumentar a rigidez e a resistência dos materiais, ou seja, aumentam a capacidade de carga como tração, flexão e compressão. Essas fibras também são muito usadas na área da indústria de construção sendo resistentes a corrosões e como um material leve, tendo assim um bom desempenho (LEBRÃO, 2008).

Todo processo de formação dos compósitos poliméricos é obtido por fibras de elevada resistência envolvidas em uma resina.

O compósito fibra de carbono (58%) com matriz poliédrica em resina epóxi tem como características peso específico no valor de 1,54 gf/cm³ e módulo de elasticidade igual a 80 GPa (Tabela 1); enquanto o compósito fibra de carbono (40%) com matriz polimérica em nylon, apresenta peso específico igual a 1,40gf/cm³ e módulo de elasticidade de 80GPa (Tabela 1) (LEITÃO, 2007).

Alumínio, um dos mais abundantes da terra, o laminado apresenta baixa densidade, boa condutividade elétrica, boa maleabilidade, boa resistência à corrosão, garantindo sua conservação e fácil manutenção (NASCIMENTO, 2007).

O alumínio apresenta características como, módulo de elasticidade longitudinal em torno de 69GPa e peso específico de, aproximadamente, 2,70 gf/cm³ (Tabela 01).

O latão é um material muito bom na maioria das aplicações industriais e agrícolas, na maioria dos casos oferece a opção de menor custo (SPIROL, 2013). É uma liga composta de cobre e zinco, o teor de zinco varia entre 5 e 45%. Suas características variam de acordo com o tipo; é bastante maleável, dúctil, resistente a impactos e é um bom condutor de energia térmica e elétrica. Seu peso específico está em torno de 8,6 gf/cm³ e apresenta um módulo de elasticidade de 64 GPa (KINGLER METAIS REFILADOS).

O bambu está em alta produtividade e oferece grande resistência mecânica. Os colmos apresentam formas semelhantes a cilindros, onde o diâmetro é maior perto da base e vai diminuindo ao longo de seu comprimento, em direção à sua extremidade. O comprimento e diâmetro do bambu variam de acordo com a espécie (CRUZ, 2002).

Experimentos com *Phyllostachys Aurea* foram realizados no Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, e mostram que o bambu é capaz de se combinar com materiais distintos, permitindo sua aplicação na construção de lajes e vigas de concreto leve, suprimindo o uso do aço e diminuindo o custo (CRUZ, 2002).

O bambu possui um peso específico de 0,8 gf/cm³, com módulo de elasticidade de compressão igual a 24,8 GPa. É utilizado para fins construtivos, na maioria dos casos depois de ser tratado com conservantes para melhorar sua resistência contra micro-organismos (CRUZ, 2002).

Esse material possui duas desvantagens: baixo módulo de elasticidade

e baixa durabilidade natural por causa da presença do amido, que atrai fungos.

Os polipropilenos apresentam grande resistência à ruptura por flexão e fadiga. As propriedades mecânicas podem ser melhoradas por meio de reforços de fibra de vidro (PETRY, 2011).

O polipropileno possui uma propriedade de fácil coloração, boa resistência química, boa estabilidade térmica, boa resistência ao impacto, e é de fácil moldagem e soldagem, além de ser um bom isolante termoelétrico. O polipropileno possui módulo de elasticidade que variam de 1015 a 93 MPa e peso específico de 0,9 g/cm³ (OTA, 2004).

O peso específico da fibra de vidro varia, conforme tipo (E-glass e S-glass, nesse trabalho), e está em torno de 2,55 g/cm³. Os diâmetros típicos dessas fibras variam de 10 a 12 µm, e seus módulos de elasticidade de 70 a 75 GPa para a E-glass e de 85 a 100 GPa para a S-glass. Vale salientar que as fibras de vidro apresentam boa resistência e custo, este se comparado com outras fibras, como de aramida e carbono.

DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SOFTWARE

Com objetivo de economizar energia, evitando desperdícios, desgastes e, consequentemente, aumentando a vida útil da bateria, o circuito só é ativado por um botão liga/desliga que após ser acionado inicia o funcionamento do algoritmo. Os sensores ultrassônicos têm o objetivo de fazer a identificação de objetos localizados no seu raio de cobertura, esta identificação é feita durante a varredura da bengala.

Após a identificação do objeto, o sensor envia a informação para o microcontrolador que toma a decisão. A tomada de decisão é feita, se o objeto estiver dentro ou fora da área de risco do usuário do dispositivo, ou seja, se estiver no limite ou menos de 150cm, a informação é recebida e enviada para acionamento do motor que, automaticamente, começa

a vibrar, alertando a pessoa que o estiver usando que existe algum obstáculo no caminho. Se o objeto estiver fora do limite estipulado do sensor, a identificação não é feita e a ação retorna ao passo anterior, que é a leitura de obstáculos. O fluxograma desta descrição pode ser verificado na Figura 4.

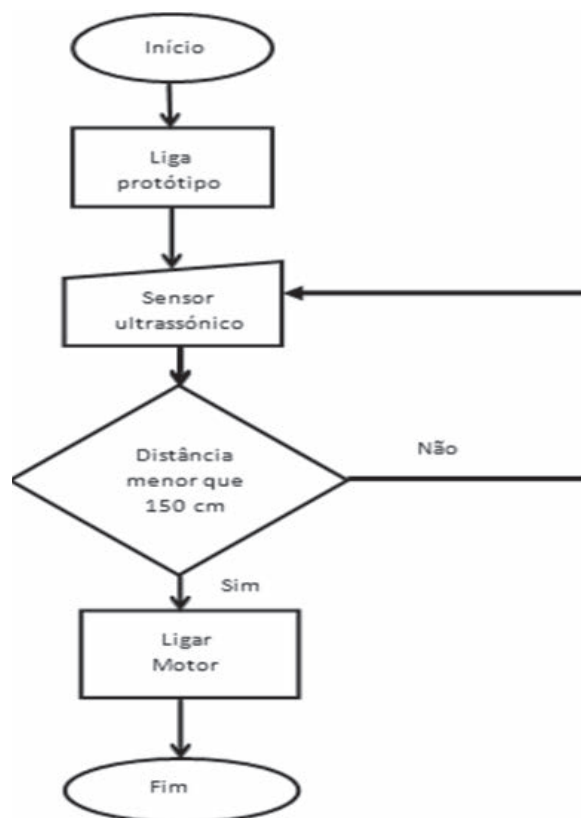


Figura 4. Fluxograma do funcionamento do software no microcontrolador da bengala.

Fonte: Elaborada pelo autor Antonio Dionathan de Paiva da Costa.

O microcontrolador é responsável por analisar os sinais elétricos e enviá-los aos atuadores para ativação. No projeto da bengala inteligente os elementos de trabalho são o motor (já comentado anteriormente) e um led que tem a função de ficar piscando de modo a alertar as pessoas, no horário da noite, de que existe um deficiente visual se aproximando. Esses processos são contínuos, mesmo quando o sensor não identificar nenhum objeto, sendo assim, a programação entra em um loop infinito.

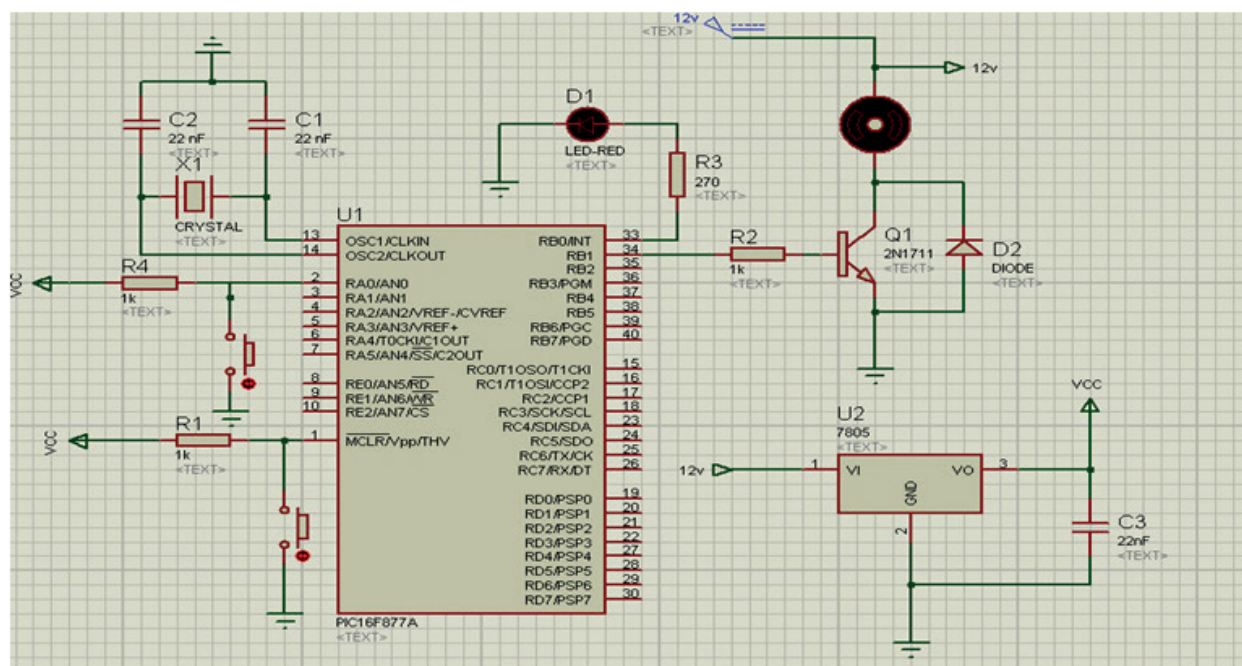


Figura 5. Circuito para simulação da lógica (Imagens do modelo do circuito no Proteus).

O circuito para implementação da lógica pode ser visto na Figura 5, este foi realizado/simulado no programa de computador *Proteus*.

ANÁLISE E DISCUSSÕES

Como foi visto anteriormente, empregam-se vários materiais para a fabricação de bengalas, por consequência, vários fabricantes. A maioria dos fabricantes utilizam alumínio.

Mas não é por acaso que o alumínio aparece em quase todos os fabricantes. Apresenta boa resistência e durabilidade, o menor custo (37,00 dólares – Tabela 1) e o terceiro mais leve, considerando a bengala pronta, pois apresenta peso linear de 403,8 gf/m (Tabela 1), perdendo, apenas, para o bambu (1º) e para a fibra de carbono (2º). O seu peso específico é de aproximadamente 2,7gf/cm³, muito próximo do peso da fibra de vidro, que é ligeiramente menor. O peso dos materiais/equipamentos a serem utilizados para automatização da bengala é constante para todos, portanto, o produto final mais leve é que apresenta menor peso por metro linear.

A resistência mecânica de compósito com fibra de carbono é elevada e a durabilidade também. Pode-se verificar na Tabela 1 que, dentre os materiais estudados, é o segundo mais leve (272,13 gf/m), estando na frente deste, apenas, o bambu (258,92 gf/m), embora apresente o terceiro menor peso específico. Em relação a custo, é o segundo mais alto.

O latão é uma liga de cobre e zinco, por isso é o mais pesado, considerado-se apenas o peso específico, como pode ser visto na Tabela 1, pois é oriundo, principalmente, de dois materiais com alto peso específico, em torno de, respectivamente, 8,90 gf/cm³ e 7,13 gf/cm³. Contudo, considerando o produto final, é o segundo mais pesado (716,55 gf/m) e o que apresenta o segundo menor custo (45,95 dólares)

O bambu é o material mais leve de todos, considerando o produto final (258,92 gf/m) e o peso específico, o que o torna ideal para o projeto da bengala eletrônica, considerando esse quesito. Contudo, se considerarmos custo, é o terceiro mais elevado, embora muito próximo do valor da bengala fabricada em polipropileno, em torno de 6% a mais, e em latão, em torno

de 13% a mais, mas em torno de 40% mais caro que a bengala fabricada em alumínio.

Dos materiais utilizados na confecção de bengalas, o polipropileno é que apresenta o menor módulo de elasticidade, o segundo menor peso específico, contudo é o mais pesado, considerando a bengala pronta (994 gf/m) e o terceiro menor custo (Tabela 1).

A bengala fabricada em fibra de vidro (E-glass ou S-glass) apresenta o terceiro maior peso específico, na frente, apenas, o latão e o alumínio, e também é o terceiro mais pesado (553,4 gf/m) e tem o custo mais elevado (122,00 dólares) considerando o produto final.

O fato de o usuário repetir por diversas vezes o movimento de varredura com a bengala, pode ocasionar dores musculares. Quanto mais pesada for a bengala, maior será a possibilidade de ocorrência destas. Em virtude disso há a necessidade de que essa seja o mais leve possível, de modo que o usuário possa repetir os movimentos sem que isso lhe cause problemas futuros.

Em relação à automação da bengala, apresentou-se na Figura 4 o Fluxograma do funcionamento do software no microcontrolador da bengala e na Figura 5 o Circuito para simulação da lógica.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 1, pode-se observar que alguns materiais são mais vantajosos que outros, considerando características como resistência, leveza e custo acessível. O polipropileno e o latão não se encaixariam no projeto, em virtude do alto peso do produto final (994 gf/m e 716 gf/m, respectivamente), cerca de 4 e 3 vezes o peso dos mais leves, bambu e fibra de carbono.

Parecido com o latão no que diz respeito à durabilidade, o bambu também não se encaixaria no projeto da bengala eletrônica, por ser um tipo de madeira e sofrer maiores danos com a ação do tempo.

Entretanto, no que diz respeito ao peso específico, ele ganha de todos os materiais pesquisados (0,8 gf/cm³), o que o torna interessante para o usuário já que ele não teria grandes problemas em relação a peso.

O bambu também apresenta preço razoavelmente acessível, muito embora seja um dos mais caros (51,95 dólares). E no que se refere a seu módulo de elasticidades, tem um valor moderado o que implica uma resistência também moderada.

O alumínio apresenta o terceiro menor peso linear (403,8 gf/m), embora o seu peso específico seja o segundo mais alto (em média 2,70 gf/cm³) e o menor custo (37 dólares) (Tabela 1).

Tabela 1 – Materiais usadas para confecção de Bengalas – Propriedades e Custos.

Materiais	E (GPa)	γ (gf/cm ³)	Peso (gf/m)	Diâmetro (cm)	Preço ¹ (US\$)	Preço ² (US\$)
Fibra de carbono	80	1,40 a 1,54	272,13	1,5	99,00	
Alumínio	69	2,698 a 2,71	403,8	1,38	37,00	
Latão	64	8,6	716,55	1,03	45,95	0,30
Bambu	24,8	0,8	258,92	2,03	51,95	a
Polipropileno	1,015 ± 0,093	0,9	994	3,75	49,00	
Fibra de vidro	70 a 75					3,00
E-glass		2,55 a 2,6	553,4	1,71	122,00	
S-glass	85 a 100					

E – Módulo de Elasticidade Longitudinal; γ - Peso específico; Preço¹ – preço da bengala; Preço² – Preço de ponteira para Bengala

De forma geral, pelo exposto, considerando custo, durabilidade e leveza, dentre os materiais analisados, o alumínio é o que apresenta o maior potencial para a fabricação de bengalas, sejam elas eletrônicas ou não. Se o custo não for prioridade, a fibra de carbono apresenta excelentes características.

E pensando no custo final para usuários de diferentes classes econômicas, o projeto apresenta duas vertentes, uma para atender às pessoas de menor poder econômico, ou seja, o material mais adequado é o alumínio, e a outra para atender às de maior poder econômico, que é a fibra de carbono.

CONCLUSÃO

O avanço das tecnologias, juntamente com o das leis que dizem respeito às pessoas com deficiência, permitiu que mais projetos inclusivos surgissem para tentar incluir o deficiente em meio à sociedade, porém, muitas dificuldades ainda são enfrentadas. Órgãos governamentais e, principalmente, universidades são as grandes fontes de projetos que auxiliam os deficientes em geral.

A tecnologia assistiva ampliou esses recursos de habilidades funcionais e trouxe a visão de que é possível a vida independente para pessoas com deficiência por meio das tecnologias.

A bengala eletrônica, como foi visto, é um grande exemplo deste recurso tecnológico que auxilia, e muito, as habilidades laborais dos deficientes visuais.

Um dos grandes problemas encontrados nos projetos para bengalas eletrônicas é o consumo de energia, pois a autonomia da bateria do equipamento depende das horas de utilização da mesma, e que muitas vezes descarregam durante sua utilização, e com a bateria descarregada se tornam bengalas comuns. Há necessidade de tecnologias de baixo consumo energético e/ou equipamentos auto alimentáveis e de baixo custo. Vale lembrar que o peso dos equipamentos/

acessórios que são acoplados à bengala para torná-la eletrônica/inteligente pode inviabilizar o uso da mesma.

É de suma importância Pesquisas sobre tecnologia assistiva, principalmente, no que diz respeito a equipamentos duráveis, resistentes, de baixo custo, baterias com autonomia energética grande (eletricidade), onde se fizer necessário, com menor consumo de eletricidade e de preferência que sejam auto alimentáveis nesse sentido.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. A. S; NEUMANN, A. M. M; GOUVÊA Jr., M. M. *Bengala Inteligente Neural Baseada em Aprendizagem por Reforço para Deficientes Visuais*, Minas Gerais, 2004. p. 1-6. Disponível em: < <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/eniac/2014/0071.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. NBR- 9050. Rio de Janeiro, 2004.

BERSH, R. *Introdução à Tecnologia Assistiva*. Disponível em: http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf> Acesso em: 18 julho. 2016.

BRASIL. Lei Nº 13146, de 06 de jul. de 2015. *Estatuto da Pessoa com Deficiência. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência*, Brasília, DF, jul. 2015.

COSSOLINO, L. C; PEREIRA, A. H. A. *Módulos elásticos: visão geral e métodos de caracterização*, ATCP Engenharia física, out. 2010.

CRUZ, S; LISSETTE, M. *Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie Phyllostachys aurea: Comportamento à flambagem*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 Maio 2015.

I-CANE MOBILO, *Bengala Eletrônica (holandesa)*. Disponível em: <<http://www.i-cane.org>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

INDAIÁ BENGALA. Disponível em: <<http://www.indaiabengalas.com.br/>>. Acesso em: 21 novembro de 2015.

JUNIOR, A. O. *A fibra de vidro em matrizes poliméricas e seu uso estrutural em construção civil – Estado da arte*, São Carlos, 2007.

KINGLER metais refilados: *Latão recozido*. Disponível em: <<http://www.kingler.com.br/produtos.php>>. Acesso em: 16 novembro de 2015.

KIST, G; SCHMACHTENBERG, R. F; BAGGIO, M, A; SILVA, F. L; JOAQUIM, J. R; LIMA, L. P. Protótipo de Auxílio a Deficientes Visuais. IMED: *Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia*, p.45-57, 2014.

LEITÃO. E. S.; *Caracterização mecânica de compósitos poliméricos bobinados em diversas orientações do reforço*. IPEN 2007.

MANSINI, E. F. S. *O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados*. Brasília: Corde, 1994.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, tecnologia e inovação: *Catálogo nacional de produtos de tecnologia assistiva*. Disponível em: <<http://assistiva.mct.gov.br/>>. Acesso em: 21 novembro de 2015.

NASCIMENTO, F. M. F. *Processamento por Fricção Linear: Caracterização e análise de ligas de alumínio processadas AA5083-O e AA7022-T6*, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. Nov 2007.

Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137455865/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 Agos. 2015.

OTA, W. N. *Análise de compósitos de polipropileno e Fibras de vidro utilizados pela indústria automotiva nacional*. Curitiba, 2004.

PADILHA, A. F. *Materiais de engenharia*. Microestruturas e propriedades. 4 ed. São Paulo: Hemus, 1997. P 13-18.

PETRY, André. *Mercado brasileiro de polipropileno com ênfase no setor automobilístico*. Universidade federal do Rio Grande do Sul, departamento de engenharia química Porto Alegre, jul. 2011.

REIS, J. A. M.; ATAIDE, L. C. P.; GOMES, V. H. S.; COUTINHO NETO, B. Análise sobre o deslocamento de pedestres em vias urbanas de Belém-Pará: Estudo de Caso. *Engrenagem: Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará- Campus Belém*, ano II, n.4, p.71-87, nov. 2012.

RIBEIRO FILHO, J. S; CAVALCANTE, R.V; NATASHA. A; BARROS. R.CESUPA. ARGOS – *Auxílio À Locomoção De Deficientes Visuais A Partir De Pulseira Microcontrolada*. Belém, 2010. p. 89-98. Disponível em: <<http://www6.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/6321/3558>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

SPIROL: *Insertos Metálicos Latão versus Aço Inoxidável*. Disponível em: <http://www.spirol.com/library/whitepapers/Insertos_Metalicos_Latao_versus_Aco_Inoxidavel.pdf>. Acesso em: 21 novembro de 2015.

ULTRACANE, *Ultracane bengala eletrônica*. The UltraCanegivesmobility assistance technology. Disponível em: <<http://www.ultracane.com>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

YANKODESIGN, *E-Touch bengalatecnológica.the thorough guide*. Disponível em: <<http://www.yankodesign.com/2011/05/23/the-thorough-guide>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

Propriedade mecânica e absorção de água de compósito de matriz de resina poliéster e resíduo particulado utilizando MDF

Mechanical properties and water absorption of a residue matrix composite polyester and particulate waste using MDF

Tamires Isabela Mesquita Botelho

Graduanda em Engenharia de Materiais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Belém. **Endereço:** Av. Almirante Barroso Nº 1155 - Marco - Belém/PA - CEP 66093-020. **E-mail:** tamiresisabela@yahoo.com.br

Erick Junior Cardoso da Costa

Graduando em Engenharia de Materiais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Belém.

Felipe Fernandes de Azevedo

Graduando em Engenharia de Materiais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Belém.

Laércio Gouvêa Gomes

Professor Doutor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Belém.

RESUMO

A ascensão do consumo de MDF (Medium Density Fiberboard) tem ampliado a preocupação com o destino dos resíduos resultantes dos processos de fabricação de produtos. Um compósito formulado com resíduo particulado de resíduos originados da manufatura dos painéis de MDF e resina termofixa de poliéster foi concebido com o propósito de apresentar alternativas mais sustentáveis aos materiais convencionais, avaliando seu potencial como alternativa em substituição a cargas minerais para aplicação industrial. A escolha da resina poliéster ortoftálica foi motivada pelas suas propriedades e principalmente pelo seu baixo custo e facilidade de aquisição. Diferentes frações mássicas (m) de adição de resíduo em resina poliéster ortoftálica foram estudadas: 5%, 10% e 15%. As propriedades analisadas foram: resistência mecânica à compressão e absorção de água. Os resultados dos ensaios mecânicos indicam que o resíduo 10% apresentou valores superiores comparado aos de 5% e 15% nas propriedades de resistência à compressão e houve influência da concentração de MDF ao compósito reduzindo a resistência mecânica e aumentando o nível de absorção de água pelo compósito de 15%.

Palavras-chave: Compósitos. MDF. Poliéster. Resistência.

ABSTRACT

The rise of the MDF (Medium Density Fiberboard) consumption has increased the concern with the fate of the residues resulting from the manufacturing processes of products. A composite formulated with particulate residue from MDF and thermosetting polyester resin manufacturing was designed with the purpose of presenting more sustainable alternatives to conventional materials, evaluating its potential as an alternative to replacing mineral loads for industrial application. The choice of orthophthalic polyester resin was motivated by its properties and mainly by its low cost and ease of acquisition. Different mass fractions (m) of residue addition in orthophthalic polyester resin were studied: 5%, 10% and 15%. The properties analyzed were: compressive strength to compression and water absorption. The results of the mechanical tests indicated that the 10% residue presented higher values compared to 5% and 15% in the properties of compressive strength and there was influence of the concentration of MDF to the composite reducing the compressive strength and increasing the water absorption level by the 15% composite.

Keywords: Composites. MDF. Polyester. Strength.

INTRODUÇÃO

Os resíduos oriundos do processamento da madeira têm-se apresentado como agravante contribuição à geração de impactos ambientais, motivando pesquisas que visem a soluções a esse problema de dimensões internacionais, as quais necessitam de programas para a reutilização, como a reciclagem. O nível de poluição causado por resíduos sólidos de madeira é considerado baixo, porém, a necessidade de grandes áreas para seu armazenamento torna-se um problema para os fabricantes de móveis. Cavacos, lascas, maravalha, pó de serra, retalhos e serragem são alguns exemplos de resíduos sólidos (LIMA, 2005).

No Brasil o segmento de painéis reconstituídos é basicamente composto por um número reduzido de indústrias, com a particularidade de atuarem em grande escala. Com o crescimento da produção na década de 1990, os painéis de madeira estão se consolidando em posições de cada vez mais destaque, seja no setor florestal, quanto na economia do Brasil (ITEPA, 2006).

Entre estes se destaca o MDF, do inglês *Medium Density Fiberboard* ou Chapa de Fibra de Média Densidade, que

é um importante compósito preparado a partir de fibras lignocelulósicas, oriundas normalmente da madeira, que são misturadas com resina sintética e posteriormente submetidas à prensagem em altas temperaturas o que confere ao produto o típico formato de chapas com densidade na faixa de 500-900kg/m³ (ROWEL, 2012). O MDF é um material uniforme, livre de nós, e de superfície lisa e plana. Estas características o tornam de fácil usinagem, além de apresentar melhor rendimento da matéria prima e preço mais acessível quando comparado à madeira natural. Estas características o tornaram popular em diversos segmentos, tais como na fabricação de móveis, na construção civil, pisos (*flooring*), de peças de artesanato em substituição ao uso da madeira natural e ainda para revenda (REMADE, 2003; ABIPA, 2014).

Até agora, nenhum tipo de painel de madeira provou ser tão interessante para os investidores quanto o MDF. Por décadas o crescimento do consumo de MDF no Brasil tem sido surpreendente e a capacidade produtiva não estava conseguindo acompanhar esse crescimento. Com preços atraentes e reduzida capacidade instalada no país, muitas empresas tomaram a decisão de investir em novas fábricas.

Tabela 1. Capacidade produtiva para diversos tipos de painéis.

Empresa	Chapa Fibra		Aglomerado/MDF		MDF		OSB	
	2006	2008	2006	2008	2006	2008	2006	2008
Cel. Arauco y C.S. A.			280	280	340	340		
Berneck S.A			490	490		240		
Duratex S.A	310	310	480	480	600	600		
Eucatex S.A	200	200	320	320				
Fibraplac Ch. MDF Ltda					360	360		
Masisa S.A					240	480	350	350
Satipel ind. S.A			700	950		240		
Tafisa S.A			220	220	400	400		
Total	510	510	2490	2740	1940	2660	350	350

Como resultado dos novos investimentos, houve um substancial incremento da capacidade produtiva a partir de 2001. A capacidade produtiva entre 2006-2008 das empresas fabricantes de painéis, em mil m³/ano e de acordo com suas linhas de produtos, é apresentada na Tabela 1. É possível verificar que nesta tabela há um ligeiro crescimento na produção do painel aglomerado ou MDP da empresa Satipel Industrial S.A., resultante do aumento do comprimento da prensa contínua. Verifica-se, também, o aumento do padrão produtivo e expressivo crescimento para chapas MDF através da previsão do início de produção de novas linhas, das empresas Berneck S.A., Fibraplac Chapas MDF Ltda, Satipel Industrial S.A. e Masisa S.A., conforme mídia jornalística (BELINI, 2007).

Mesmo em tempos de crise, estudos de mercado indicam o crescimento da indústria de painéis, principalmente o MDF, nos próximos anos no Brasil e em outros países (REMADE, 2014). Os resíduos resultantes do processamento da madeira, em particular do MDF, durante os processos de transformação em produtos, são produzidos numa grande quantidade ao mesmo tempo em que são descartados, não tendo, portanto, um destino correto. Tudo que não serve como produto vai para o lixo ou é queimado de forma indevida, contribuindo para a degradação ambiental (SILVA, 2002).

Torna-se imprescindível, então, o emprego de alternativas ecológicas ambientalmente sustentáveis a esse tipo de resíduo, buscando a redução dos impactos ambientais, oferecendo alternativas tanto no momento da obtenção de recursos naturais ou nos processos de fabricação de produtos, quanto no momento do descarte do produto. Uma das alternativas do descarte de resíduos do MDF é considerá-lo como matéria prima para novos produtos, tais como compósitos. Os compósitos poliméricos têm se apresentado como uma alternativa importante para o aproveitamento de resíduos de madeira e de MDF em matrizes de resinas termoplásticas, também

conhecidos como compósitos plásticos de madeira (Wood Plastic Composite, WPC), ou de resinas termofixas (TEIXEIRA e CESÁR, 2006; KLYOSOV, 2007; RODOLFO e JOHN, 2006; HILLIG et al., 2008). Compósitos produzidos em matriz de resina termofixa de poliéster insaturado foram preparados pela mistura com resíduos de madeira oriundos de máquinas de serra do tipo fita e industrial, furadeira, plaina e desempenadeira. Ensaio de absorção de água, ensaio de dureza Shore D e ensaio de flexão em três pontos foram realizados para demonstrar sua viabilidade de utilização. Houve aumento na absorção de água conforme se adicionam os resíduos, porém, em níveis muito melhores que a da madeira sólida. Quanto à dureza, o resíduo diminuiu cerca de 4% de tal propriedade em relação à matriz, resultado considerado pouco significativo, porém, a rigidez aumentou em torno de 27% para a adição de 10% e 22% para adição de 20% de resíduo ao compósito. Houve também modificação do aspecto físico estético como a cor e textura (TEIXEIRA, 2011).

Neste trabalho, portanto, avaliou-se se o resíduo particulado de MDF poderá ser útil como insumo para compósitos de matriz polimérica, podendo ser usado em processos de produção conhecidos. O objetivo deste artigo é verificar a viabilidade de obtenção de um compósito formulado com resíduo particulado de MDF e resina termofixa de poliéster, através das propriedades mecânicas, absorção de água e tenacidade de três composições contendo diferentes frações mássicas (m): 5, 10 e 15%. Esta pesquisa se justifica por buscar características capazes de aproximar este compósito de aplicações práticas. Compósitos formulados a partir de resíduos particulados de madeira e seus derivados, como o MDF, podem ser uma alternativa para compósitos tradicionais e mais ambientalmente sustentáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

O resíduo de MDF foi coletado na oficina de madeira da empresa Estaleiro Rio Maguari S.A, localizada no município de Belém/PA. O MDF é usado na fabricação de peças como bancada internas dos rebocadores. O resíduo utilizado apresenta-se na forma de serragem oriunda das operações de corte com serra circular e fica depositado no chão, ao redor das máquinas, coletado e descartado diariamente. A Figura 1 mostra o ambiente da oficina no momento da coleta.



Figura 1. Resíduos particulados de MDF ao redor das máquinas na oficina de madeira.

A matriz utilizada para fabricação dos compósitos foi a resina poliéster ortoftálica de baixa reatividade e pré-acelerada (RoyalPoli 112-D). Esta escolha foi motivada pelos seguintes fatores: facilidade de aquisição em qualquer loja especializada em manutenção de piscinas, vasta aplicação em diversos segmentos industriais e seu baixo custo. O peróxido de metiletilcetona (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*, MEKP) foi utilizado como elemento ativador de polimerização na quantidade de 1,0% da massa de resina utilizada. As propriedades físicas da resina empregada como matriz do compósito polimérico proposto podem ser vistas na Tabela 2.

MÉTODOS

Nos resíduos de MDF, o único tratamento imposto ao resíduo foi o peneiramento. Por se tratar de um resíduo, este processo é importante para diminuir o risco de adição de impurezas na confecção dos compósitos. Para este procedimento utilizou-se uma peneira granulométrica em aço inox, MESH/TYLER 9 com abertura de 2 mm, Figura 2 (a). Antes da mistura dos componentes do compósito, foi realizada a adição do acelerador de polimerização da resina, o peróxido de metil etil cetona (*Metyl Ethyl Ketone Peroxide*, MEKP) na quantidade de 1,0% em relação à massa total do compósito a ser preparado. Esta adição deve ser feita em pequenas quantidades, garantindo a melhor homogeneidade da mistura. Após aproximadamente 2 minutos de homogeneização foi adicionada a

Tabela 2. Principais propriedades físicas da resina poliéster ortoftálica.

Propriedades da Resina Poliéster	
Viscosidade Brookfield	1450 CPS
Índice de Acidez	20,40 mgKOH/g
Teor de sólidos	72,0%
Gel Time	00h 11min: 15
Intervalo de Reação	00h 16min: 00
Pico Exotérmico	148°C

quantidade apropriada de resíduo de MDF. Depois de misturadas as fases, Figura 2 (b), resina-MDF de forma nas proporções de 5%, 10% e 15% em fração mássica sobre a resina foram assim definidas após a realização de testes iniciais (misturas entre as fases). Em razão do fato de as propriedades mecânicas investigadas serem obtidas por ensaios de compressão uniaxial e as físicas dependerem da forma dos corpos de prova, para ambas as experimentações utilizaram-se amostras de geometrias cilíndricas, com 40 mm de comprimento (h) e 20 mm de diâmetro (d), Figura 2 (c), mantendo-se a relação $h = 2 \cdot d$ estabelecida pela norma americana ASTM D-695-10:2010. Para facilitar a retirada

das placas de compósitos fabricadas pelo método de moldagem por compressão foi utilizado um desmoldante à base de cera de carnaúba, cujo tempo de secagem após aplicação é de 30 minutos. Optou-se por utilizar proporções em massa, e não em volume, pela grande variabilidade na densidade do MDF, potencialmente aumentada por se tratar de resíduo. Os materiais resultantes de cada condição experimental foram inseridos manual e gradualmente em tubos de PVC - cloreto de vinila ou policloreto de vinil.

Após sete dias (tempo de cura) da inserção dos compostos nos moldes em PVC, eles foram retirados e posteriormente levados para serem faceados, Figura 2 (d).

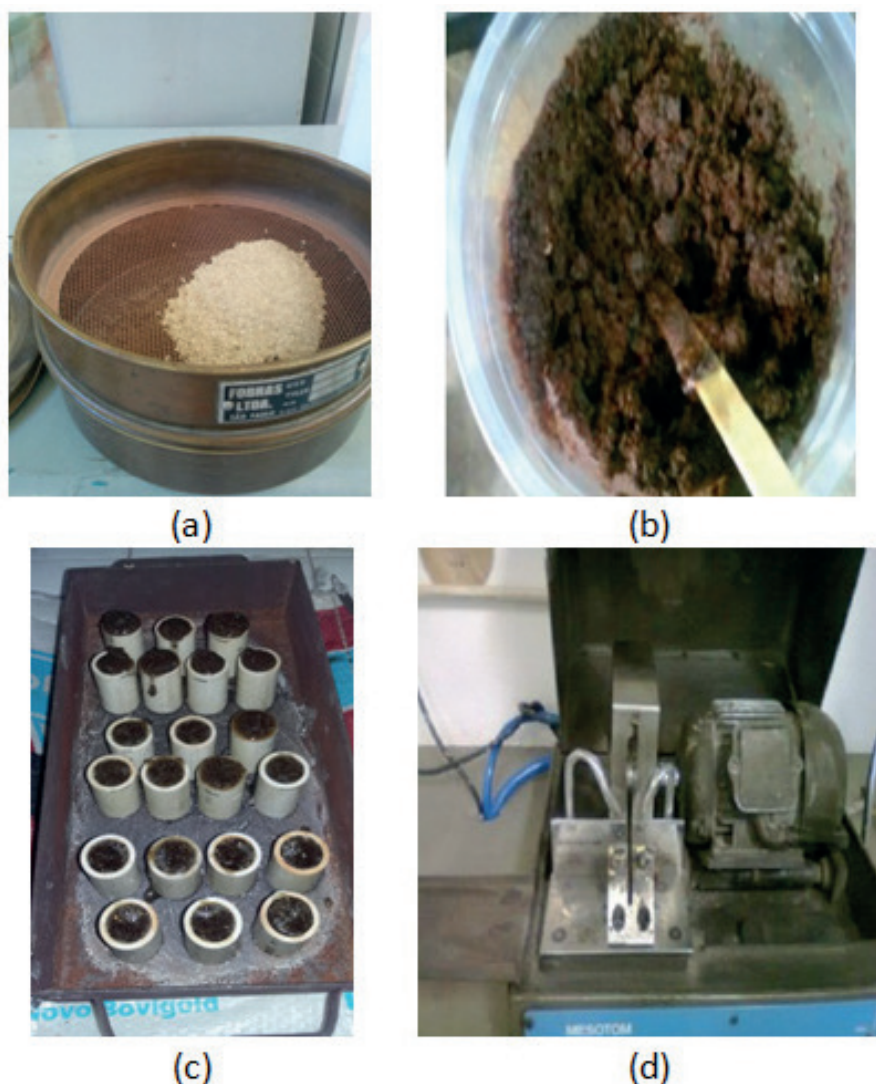


Figura 2. (a) Fabricação dos corpos de prova iniciado pelo peneiramento; (b) Mistura da resina com MDF; (c) Inserção dos compostos nos tubos PVC e (d) Faceamento dos corpos de prova.

Para a realização dos testes de absorção de água e mecânicos por condição experimental (CE) investigada, foram fabricados sete corpos de prova, cinco destinados aos ensaios de compressão e os dois restantes para os ensaios de absorção de água após 24h. Foi utilizada a máquina universal AROTEC modelo WDW-100, Figura 3(b), para a determinação das propriedades mecânicas dos corpos de prova. Os ensaios mecânicos consistiram na obtenção do módulo de elasticidade (MOE) e no módulo de resistência à compressão (MOR). Para tanto, foram utilizadas as premissas e os procedimentos de cálculo descritos pela norma americana ASTM D-695-10. O MOE e MOR dos compostos foram obtidos com o uso das Equações 1 e 2, respectivamente, sendo m o coeficiente angular da reta ajustada no trecho linear do diagrama Tensão x Deformação, $F_{máx}$ a força máxima aplicada, e S a área da seção transversal do corpo de prova.

$$MOE = m \quad (1)$$

$$MOR = \frac{F_{máx}}{S} \quad (2)$$

A obtenção da absorção de água após 24 h (A_m) foi calculada de acordo com a Equação 3, sendo m_1 e m_2 , respectivamente, as massas medidas antes e após a imersão dos corpos de prova em água.

$$A_m (\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os ensaios dos compósitos de 5%, 10% e 15% de compressão axial, conforme a Figura 3 (a) e (b). Os Gráficos das Figuras 4, 5 e 6 apresentam o comportamento da tensão x deformação para todos os corpos de prova estudados neste trabalho. Os resultados indicam que a amostra com adição de 10% apresenta valores superiores comparada às de 5%

e 15% nas propriedades de resistência à compressão axial.

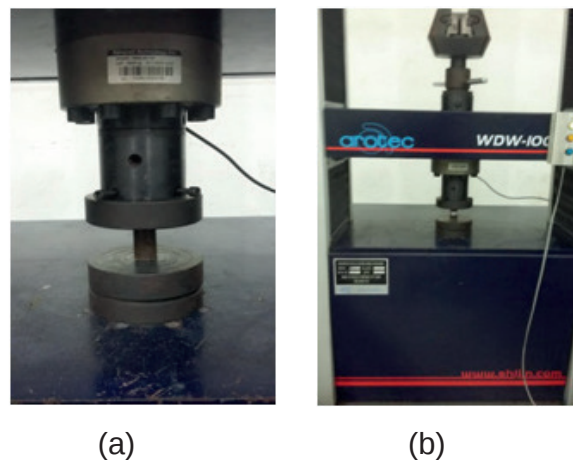


Figura 3. Corpo de prova (a); ensaio de compressão axial (b)

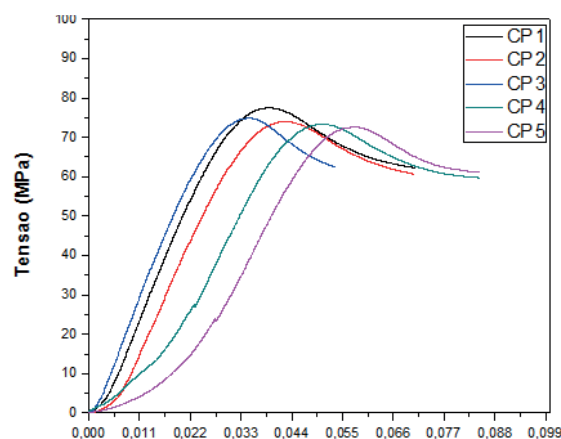


Figura 4. Tensão x Deformação dos compósitos com 5% de adição de resíduos de MDF.

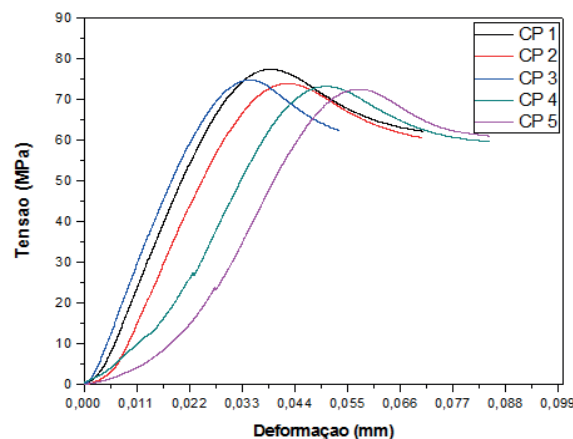


Figura 5. Tensão x Deformação dos compósitos com 10% de adição de resíduos de MDF.

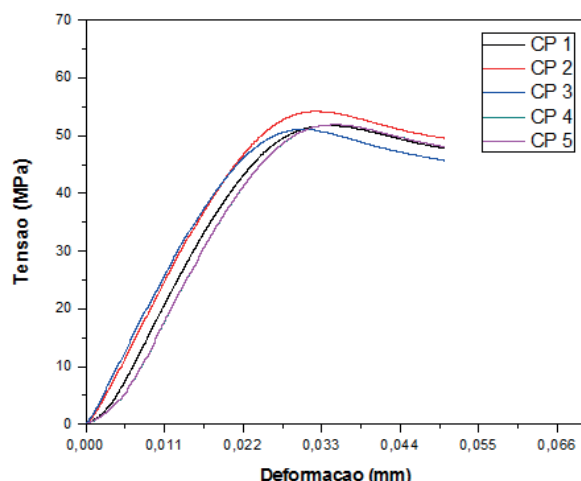


Figura 6. Tensão x Deformação dos compósitos com 15% de adição de resíduos de MDF.

Na Tabela 3, encontram-se listados os resultados das propriedades mecânicas de limite de resistência à compressão (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) dos compostos resina-MDF, sendo valor da média amostral, DP o desvio padrão.

Tabela 3. Resultados das propriedades mecânicas dos compostos de resina-MDF.

Medidas	MOR (MPa)	MOE (J/Pa)
Compósitos com 5%		
Valor Médio	74,26	48,71
Desvio Padrão	1,85	1,47
Compósitos com 10%		
Valor Médio	74,33	52,63
Desvio Padrão	1,89	2,43
Compósitos com 15%		
Valor Médio	54,56	43,58
Desvio Padrão	4,7	3,94

Nos compósitos houve diminuição gradual na resistência mecânica à compressão com o aumento do teor de resíduo. Os módulos de compressão no compósito de 10% foram as variáveis de correlação com a massa específica dos painéis, comparada com os demais. Sendo singelo o aumento do MOR para o compósito de 0,1% e 26,9%, respectivamente, para os compósitos de 5% e o 15%. Esse fato demonstra que os resíduos de MDF no compósito não funcionaram como reforço, e sim como enchimento. Se a adesão das fibras na matriz tivesse sido mais eficiente, as propriedades mecânicas seriam provavelmente superiores. A influência da

massa específica sobre o inchamento em espessura é diversa, pois Maloney (1989) afirma que essa variável contribui para o inchamento em espessura, já Suchsland & Woodson (1987), Chow (1976) e Nelson (1973) afirmam que não. Aparentemente ocorre um componente positivo da massa específica que é o maior contato entre fibras, aumentando a eficiência da colagem e um componente negativo determinado pela maior massa de fibras e consequente maior pressão de inchamento. Segundo Kelly (1977) e Carll (1996), o inchamento em espessura em painéis apresenta um componente que é a tensão residual de compressão, aliviada durante o umedecimento e irreversível (ELEOTÉRIO et al., 2000).

O alongamento total nas amostras dos compósitos apresentou comportamento similar ao observado para a resistência mecânica. Como exemplo, os valores de alongamento total para o compósito 10% na compressão MOE comparativamente aos valores obtidos para as de 5% e 15% foram de aproximadamente 7,4% e 17,19%, respectivamente. Isto mostra que a introdução do enchimento provocou em cada amostra do compósito um menor alongamento e, conseqüentemente, um maior módulo de elasticidade quando submetido ao ensaio de compressão (GOMES et al., 2017).

A Figura 7 apresenta os dados de absorção de água obtidos para os compósitos. Observa-se que no compósito de 15% houve uma maior penetração de água, devido à exposição de água ser pela exposição de matriz orgânicas de materiais compósitos em atmosfera úmida ou meio aquoso que leva à degradação prematura pela água no interior do material (RAZERA, 2006).

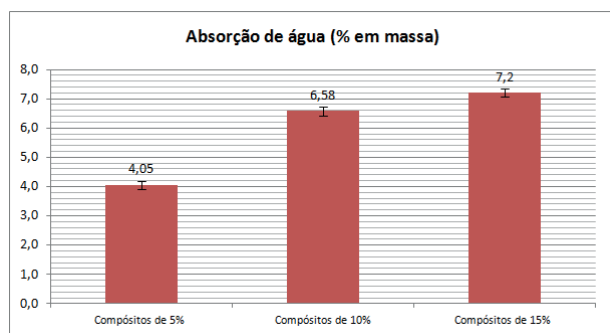


Figura 7. Resultados de absorção de água.

O índice de absorção de água pelo compósito é considerado baixo mesmo quando comparado a outros compósitos com reforço/enchimento de materiais lignocelulósicos. Compósitos de composição similar aos compósitos 10% e 20%, porém, contendo resíduo de madeira em pó, foram estudados por Teixeira et al. (2011) e apresentaram os seguintes valores de absorção de água: 1,44% e 3,77%, respectivamente, para os teores de 10% e 20%. A diferença entre as absorções deve-se às diferenças entre os resíduos envolvidos na fabricação dos compósitos em questão. Entretanto encontram-se valores próximos ao Gomes et al.[23] com utilização de particulados de MDF com valores: 2,059%, 4,336% e 4,702%, respectivamente aos teores 10%, 15% e 20%.

CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios mecânicos indicam que com adição de 10% apresentaram-se valores superiores comparados aos de 5% e 15% nas propriedades de resistência à compressão. Porém, quando se analisa o ganho no módulo de elasticidade, é possível dizer que o resíduo teve a função de reforço na matriz poliéster. Houve influência da concentração de MDF ao compósito reduzindo a resistência mecânica e aumentando o nível de absorção de água pelo compósito de 15%, fato já esperado devido à ação capilar entre os feixes de fibras e o caráter hidrofílico das fibras. Vale destacar que

não houve degradação ou modificação da fibra de MDF em interação com a matriz poliéster, nem a presença de resíduos de outros gêneros tais como areia, óleo ou outros produtos que comprometessem a cristalização do compósito. A formulação mais viável para o compósito foi a 10% por apresentar menores perdas quando comparada aos demais compósitos com a vantagem de redução da matéria prima utilizada em aplicações industriais.

REFERÊNCIAS

ABIPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. Indústria Brasileira de Painéis - 2006. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/documentos/madeira2006/painel2-palestra3.pdf>>. Acesso em: 25 de abril de 2014.

American Society for Testing and Materials – ASTM. (2010). ASTM D570-98 – *Standard Test Method for Water Absorption of Plastics*. West Conshohocken: ASTM.

BELINI, U. L. *Caracterização e alterações na estrutura anatômica da madeira do Eucalyptus grandis em três condições de desfibramento e efeito nas propriedades tecnológicas de painéis MDF*. 2007. 89f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

BIAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE, B. G. P. (2010). *Panorama de mercado: painéis de madeira*. BNDES Setorial, 32, 49-90. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201009_02.html

CARLL, C. G. *Review of thickness swell in hardboard siding: effect of processing variables*. Madison, WI: USDA, Forest

Service, Forest Products Laboratory, 1996. 10 p. (Gen. Tech. Rep.FPL-GTR-96.).

CHOW, P. Properties of medium-density, dry-formed fiberboard from seven hardwood residues and bark. *Forest Products Journal*, v. 26, n. 5, p. 48-55, May 1976.

ELEOTÉRIO J. R.; TOMAZELLO FILHO M.; BORTOLETTO JÚNIOR G. Propriedades Físicas E Mecânicas De Painéis MDF De Diferentes Massas Específicas e Teores de Resina. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 75-90, 2000.

GOMES, J. W.; GODOI, G. S.; SOUZA, L. G. M.; SOUZA, L. G. V. M. Absorção de água e propriedades mecânicas de compósitos poliméricos utilizando resíduos de MDF. *Polímeros*, 27(número especial), 48-55, 2017.

HILLIG, E.; IWAKIRI, S.; ANDRADE, M. Z.; ZATTERA, J. (2008). Characterization of composites made from high density polyethylene (HDPE) and furniture industry sawdust. *Revista Árvore*, 32(2), 299-310. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000200013&script=sci_arttext.

ITEPA. *Madeira e Mobiliário na Zona Sul do Rio Grande do Sul*. Pelotas: EDUCAT, 2006. 83p.

KELLY, M. W. *Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard*. Madison, WI: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1977. 65 p. (Gen. Tech. Rep. FPL-10).

KLYOSOV, A. A. (2007). *Wood-plastic composites*. New Jersey: John Wiley & Sons.

LIMA, E. G. *Resíduos gerados em indústrias moveis de madeira situadas no Pólo Moveleiro de Arapongas – Pr. Floresta*, Curitiba, PR, v.35, n.1, jan/abr.2005.

MALONEY, T. M. *Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing*. San Francisco: Miller Freeman, 1989. 672 p.

NELSON, N. D. Effects of wood and pulp properties on medium-density, dry-formed hardboard. *Forest Products Journal*, v. 23, n. 9, p. 72-80, Sep. 1973.

RAZERA, I. A. T. *Fibras lignocelulósicas como agente de reforço de compósito de matriz fenólica e lignofenólica*. São Carlos 2006. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Carlos.

REMADE. Características tecnológicas e aplicações. (2003, Maio). *Revista da Madeira*, 71. Recuperado em 27 de agosto de 2015, de http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=328&subject=Hist%C3%B3ria&title=Caracter%C3%ADsticas%20

REMADE. Produção de painéis pode chegar a 12 milhões de m3 em dez anos. (2010, Julho). *Revista da Madeira*, 124. Recuperado em 27 de agosto de 2014, http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php.

RODOLFO, A. & JOHN, V. M. (2006). Desenvolvimento de PVC reforçado com resíduos de Pinus para substituir madeira convencional em diversas aplicações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 16(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282006000100005>.

ROWELL, R. M. (2012). *Handbook of wood chemistry and wood composites* (2. ed.). Boca Raton: CRC Press.

SILVA, C. A. P. “Linha Redonda – um exemplo de uso racional da madeira”. Em Anais do 1º congresso internacional de pesquisa em design e 5º congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design UNB. Brasília (2002).

SUCHSLAND, O.; WOODSON, G. E. *Fiberboard manufacturing practices in United States*. Washington, DC: USDA, 1987. 263 p. (USDA. Agricultural Handbook n. 640).

TEIXEIRA, A. O. (2011). *Avaliação de oportunidades de implementação de P+L em uma marcenaria de pequeno porte e proposta de ecoproduto* (Dissertação de mestrado). Universidade de Santa Cruz do Sul, Capão da Canoa. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/dini_final.pdf.

TEIXEIRA, M. G. & CÉSAR, S. F. (2006). Produção de compósito com resíduo de madeira no contexto da ecologia industrial. *Revista Madeira Arquitetura & Engenharia*, 7(19), 1-15. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de <http://madeira.set.eesc.usp.br/article/view/219>.

Aumento horizontal de atrofia de rebordo ósseo pela técnica do split crest com instalação imediata de implante osseointegrável: relato de dois casos

Horizontal ridge increase by split crest technique with immediate installation of osseointegravel implant: two case report

Carolina Lopes Lima

Graduanda da Faculdade de Odontologia, Escola Superior da Amazônia. **Email:** carolinapl@hotmail.com

Jorge Alex Pereira Rodrigues

Graduando da Faculdade de Odontologia, Escola Superior da Amazônia

Rogério Bentes Kato

Doutor em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial (FORP/USP), Professor de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Faculdade de Odontologia Escola Superior da Amazônia

Darlan Rocha de Souza

Mestre em Implantodontia (SLMANDIC), Especialista em Implantodontia pela Universidade Federal do Pará

RESUMO

O tratamento para o edentulismo através da utilização de implantes vem aumentando consideravelmente. Contudo, a perda dos dentes causa uma perda óssea que pode interferir na reabilitação dos pacientes através de implante. Entretanto existem técnicas para que possa haver um ganho ósseo, tanto em altura quanto em volume. Dentre as técnicas usadas para ganho de volume, temos a técnica do Split crest ou galho verde, que é usada para cirurgia de implantes para ganhar um aumento de espessura óssea. Este trabalho possui como objetivo apresentar dois casos de reabilitação oral, através de implantes pela técnica de Split crest convencional, na área posterior de mandíbula, na região do dente 36, e anterior de maxila, na região do dente 14 e 15, em pacientes atendidas no curso de especialização em implantodontia da Universidade Federal do Pará e no curso de especialização em implantodontia na ABO- Associação Brasileira de Odontologia, respectivamente.

Palavras-Chaves: Implante dentário. Enxerto Ósseo. Split crest. Osseointegração.

ABSTRACT

The treatment for edentulous patients by using implants has been increasing considerably. However, the tooth loss causes a bone loss that can interfere in the rehabilitation of patients through implant. However, there are some techniques that provides bone gain, in height and volume. One of the techniques used to gain volume is the Split crest technique which is a technique used for implant surgery to increase bone thickness. This work has as objective to present two cases of oral rehabilitation, through implants by using the conventional Split crest technique, in the posterior area of the mandible, in the region of the tooth 36, and anterior of the maxilla, in the region of the tooth 14 and 15, in patients attended in the course of the implant specialization in the Federal University of Pará and in the course of implant specialization in ABO – Brazilian Association of Dentistry, respectively.

Keywords: Dental implant. Bone graft. Split crest. Osseointegration.

INTRODUÇÃO

O edentulismo é a perda total ou parcial dos dentes permanentes e ocorre como consequência de eventos multilatórios que se sucedem durante toda a vida. Decorre, na maioria das vezes, de uma prática voltada para extrações dentárias subsequentes a agravos bucais como cárie dental e problemas periodontais não sendo, portanto, decorrentes do envelhecimento (OLIVEIRA, 2013).

Após décadas de pesquisa e desenvolvimento laboratoriais e clínicos, Branemark (1983) e seu grupo de pesquisadores ofereceram um sistema de implante que pode substituir os dentes naturais perdidos e atingir essa osseointegração. Essa descoberta aconteceu ao acaso, após a tentativa da retirada de uma peça de titânio utilizada em tibia de uma cobaia, e foi observado que a peça se integrou ao osso e a partir desse fenômeno começaram outros estudos, pesquisas e experimentos enfocando osso e titânio².

Atualmente a implantodontia é citada como o ápice da modernidade quando a questão discutida é a reabilitação oral (MISCH, 2000). Implantes são estruturas de metal (geralmente Ligas de Titânio) utilizadas para realizar reposição de um ou mais elementos dentários em região de maxila e/ou mandíbula perdidos por vários fatores como: doença periodontal, cárie dentária, doenças bucomaxilofaciais, parafunção, traumatismo do alvéolo dentário, procedimentos ortodônticos malsucedidos, dentre outros, e tem como objetivo de restabelecer as funções mastigatórias, estética, fonética (FROUM et al., 2011).

Segundo Heinemann et al (2015), é extremamente importante ter noção da quantidade óssea e da reação que o osso alveolar pode exercer ao redor do implante, já que o sucesso do implante é visto através da osseointegração, que nada mais é do que a união física do implante osseointegrado com o osso receptor. Em alguns casos,

implantes instalados imediatamente após a extração não irão prevenir a reabsorção do osso alveolar, contudo, pode ser que haja uma menor chance de reabsorção (CANEVA et al., 2010).

A falta de espessura tanto quanto a falta de altura óssea podem limitar a utilização de implantes osseointegrados na reabilitação de áreas edêntulas. Segundo Albrektsson et al. (1986), cristas ósseas com espessura inferior a 5mm requerem um ganho em espessura anteriormente à instalação do implante, de forma a permitir que exista estrutura óssea de pelo menos 1mm nas regiões vestibular e lingual dos implantes.

Para Kang (2012), várias técnicas vêm sendo utilizadas para modificar a largura da crista óssea alveolar deficiente. Essas técnicas incluem a regeneração óssea guiada para preenchimento alveolar, os enxertos de bloco de osso, a distração osteogênica e a expansão alveolar.

A expansão alveolar é uma nova alternativa de tratamento para os rebordos atróficos, conhecida como a técnica convencional do Split crest ou fratura em galho verde, que consiste na divisão longitudinal da crista alveolar, expandindo as tábuas ósseas (vestibular e palatina), mais duas osteotomias verticais limitadas ou não pela presença de dentes e depois a expansão manual com cinzel, possibilitando a instalação de implantes com osso circundante suficiente (SIMION et al., 1992). E os espaços que não foram ocupados por implantes podem ser preenchidos com biomateriais, como enxertos ósseos autólogos, osso particulado ou derivados de plasmas, como plasma rico em plaquetas (ANITUA et al., 2012).

Para Rahpeyma et al. (2013), essa técnica é recomendada onde há uma altura aceitável da crista alveolar óssea, mas a sua espessura é insuficiente. Ela deve ser contraindicada nos casos onde a crista atrófica não possui elasticidade devido à redução de volume do tecido ósseo medula.

Esta técnica possui vantagens para os pacientes como a diminuição da

necessidade de enxertos ósseos, resultando em um menor número de intervenções cirúrgicas, menor custo e morbidade diminuída (SCIPIONI et al., 1994).

OBJETIVO

Verificar a eficácia da técnica do aumento horizontal por Split crest associado à implante imediato.

RELATO DE CASO

Descrição da técnica

Utilizamos para essa técnica, o Kit Split Bone Expander da NOVA IM3, que contém dez peças ao total, sendo cinco expansores, dois discos, dois adaptadores e uma catraca (Figura 1).



Figura 1 – Kit Split Bone Expander – NOVA IM3.

Foi realizada uma incisão longitudinal na crista óssea, seguidas por incisões intrasulculares e retalho em envelope envolvendo os elementos vizinhos (Figura 2 e 3).

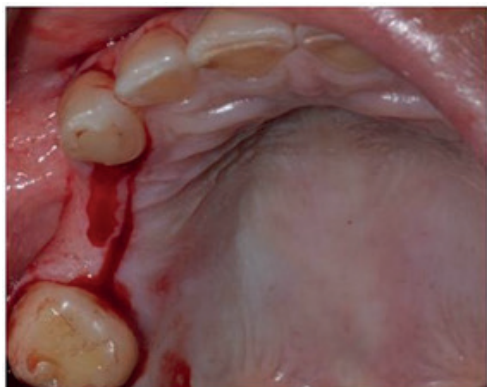


Figura 2 – Incisão longitudinal em crista Alveolar (Caso 2).



Figura 3 – Retalho aberto (Caso 2).

Inicialmente, usou-se o disco do kit split bone expander para criar a fenda longitudinal seguindo a crista óssea (Figura 4 e 5). Então utilizamos a broca fresa lança (Kit cirúrgico SW Strong S.I.N.) para realizar a marcação futura de cada área de implante, respeitando uma distância de 3 mm entre os implantes.



Figura 4 – Criação da fenda com disco (Caso 1).

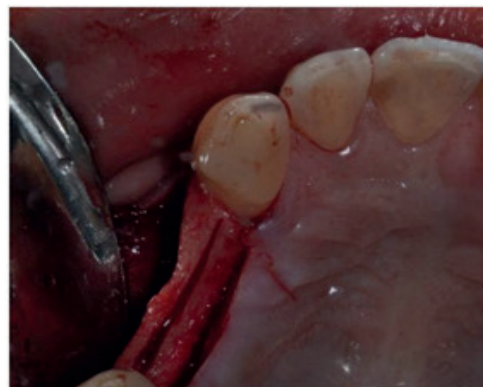


Figura 5 – Fenda longitudinal criada com o disco (Caso 2).

Em seguida, utilizamos os expansores, começando pelo expansor 1.8 – 2.6, seguido do expansor 2.1 – 3.0 e finalizado no expansor 2.4 – 3.4, nas regiões previamente criadas pela broca lança, dando meia volta por vez com a catraca, até alcançar a altura necessária, conforme os planejamentos de cada caso para a instalação dos implantes (Figura 6 e 7).



Figura 6 – Utilização dos expansores (caso 2).

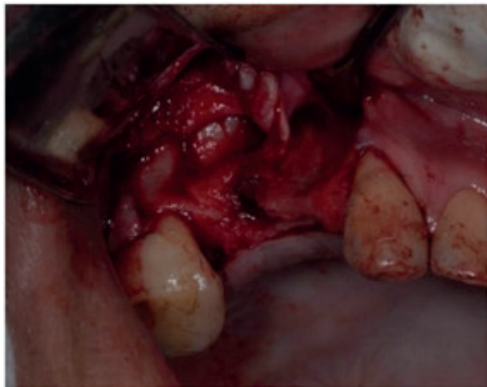


Figura 7 – Sítio cirúrgico pós expansores (caso 2).

Após a inserção dos implantes, foram utilizados enxertos com biomaterial heterólogo bovino mineralizado, Geistlich Bio-Oss 0.25g, para preencher os gaps criados pelo disco e expansores. O biomaterial foi levado ao sítio através de uma cureta de Lucas nº2 e hidratado com soro fisiológico. Foi utilizado para cobrir o biomaterial, uma membrana Geistlich Bio-Gide 13mm x 25mm, criando desta forma uma barreira física, isolando o tecido

enxertado e consequentemente o processo total de cicatrização (Figura 8 e 9).



Figura 8 – Área preenchida com biomaterial (Caso 1).

Como foi utilizado nos casos enxerto e membrana, optamos por dividir retalho pela vestibular, aumentando assim a área revestida pelo tecido e reduzindo o tensionamento da região enxertada. Na sutura foi utilizado fio de nylon 5-0, com três pontos simples e pontos simples complementares nas áreas de tecido onde houve dilaceração (Figura 9 e 10).



Figura 9 – Sítio preenchido com biomaterial e coberto com membrana (Caso 2).

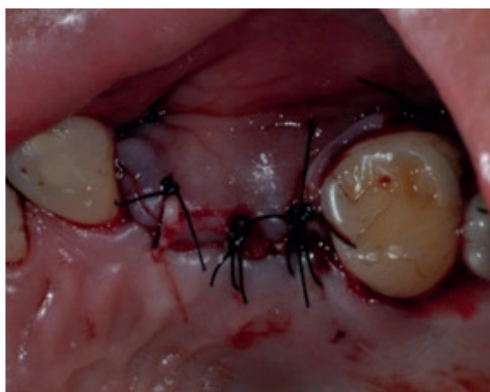


Figura 10 – Sutura (Caso 2).

CASO 1

Paciente A.J.L.P., sexo feminino, 42 anos de idade, leucoderma, residente e localizada em Belém, estado do Pará, procurou o curso de especialização em implantodontia da universidade do Pará, com a queixa principal “falta de dente”. No exame clínico constatou-se a ausência do dente 36 (Figura 11).

Durante a anamnese não foi relatada nenhuma condição sistêmica, histórico desfavorável, alergia ou qualquer outro tipo de impedimento para o tratamento reabilitador.



Figura 11 - Radiografia Panorâmica.

Foi solicitado que realizasse exames complementares: Radiografia panorâmica e tomografia computadorizada Cone Beam da região.

Após análise panorâmica e tomográfica, podemos identificar altura de 11,95mm e espessura de 3,02mm na região do dente 36, havendo, assim, altura

suficiente para alocação do implante, porém espessura de tecido ósseo insuficiente. Desta forma, optamos por um planejamento onde realizaríamos a instalação dos implantes através da técnica do Split Crest com posterior colocação de biomaterial para regeneração óssea (Figura 12).

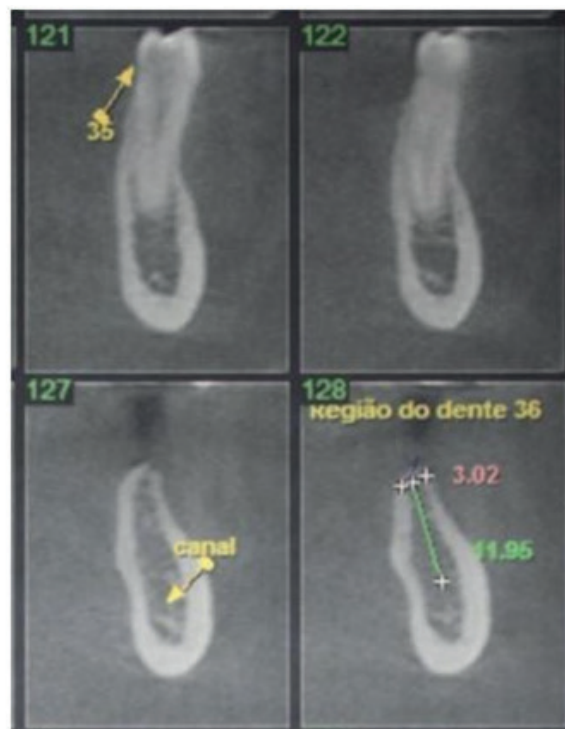


Figura 12 - Tomografia Computadorizada da Região 36.

A cirurgia foi realizada na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Pará, Centro cirúrgico da clínica 5. Foi utilizado um total de quatro tubetes de mepivacaína 2% 1:100.00 para analgesia do Nervo Alveolar Inferior, Nervo Bucal e anestésias infiltrativas ao redor da área a ser operada.

A técnica cirúrgica seguiu com foi descrito anteriormente. Porém, não houve necessidade de usar as fresas do kit cirúrgico, pois os expansores criaram um sítio no diâmetro correto para o implante. O implante selecionado foi um Cone Morse da linha SW strong com plataforma de 3,5mm de diâmetro e comprimento de 10mm da marca SIN Implantes (Figura 13).



Figura 13 – Implantes instalados (Caso 1).

Após a cirurgia, a paciente foi instruída quanto aos cuidados pós-operatórios, como higiene oral, dieta e repouso. Foram receitados três dias de analgésico em caso de dor. E retorno em dez dias para a remoção da sutura.

Após cinco meses do pós-operatório, a paciente retornou para realizar a cirurgia de abertura (2ª fase cirúrgica – Cicatrizador), porém não foi necessário realizar nenhum tipo de incisão, pois havia exposição do parafuso de cobertura, com remodelação da gengiva (Figura 14).



Figura 14 – Implante instalado (Caso 1).

Foi solicitado que realizasse uma tomografia pós-operatória da região do implante, para verificar o ganho ósseo horizontal. Conseguimos constatar que a espessura aumentou de 3,02mm para aproximadamente 9mm, tendo um ganho horizontal de 5,98mm (Figura 15).

Com um mês após a instalação dos cicatrizadores, a paciente foi moldada com silicona de Condensação utilizando

componentes protéticos (Transfer e análogo), colocado o modelo em articulador e enviado para o laboratório para a confecção da prótese provisória.

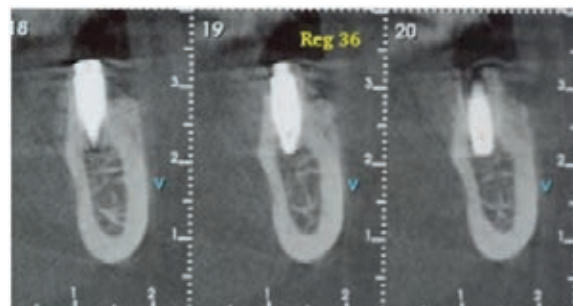


Figura 15 – Tomografia Pós-operatória (Caso 1).

CASO 2

Paciente K. K. T. M., do sexo feminino, 42 anos de idade, leucoderma, residente na cidade de Belém do Pará, procurou o curso de especialização em implantodontia da Associação Brasileira de Odontologia – ABO – Seção Pará, relatando como queixa principal “vergonha ao sorrir pela falta dos dentes”. Durante o exame clínico constatou-se a ausência dos dentes 14, 15, 24 e 25 (Figura 16)

Na anamnese, não foi relatada nenhuma condição sistêmica, alergia nem qualquer outro tipo de impedimento para o tratamento reabilitador. Paciente saudável, solícita e sem nenhum histórico desfavorável.

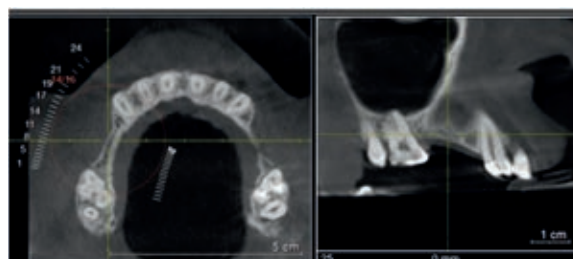


Figura 16 - Tomografia computadorizada da Região 14 e 15.

No primeiro momento, foi solicitado tomografia computadorizada Cone Beam da maxila completa como exame complementar (Figura 17) e realizado moldagem de estudo.

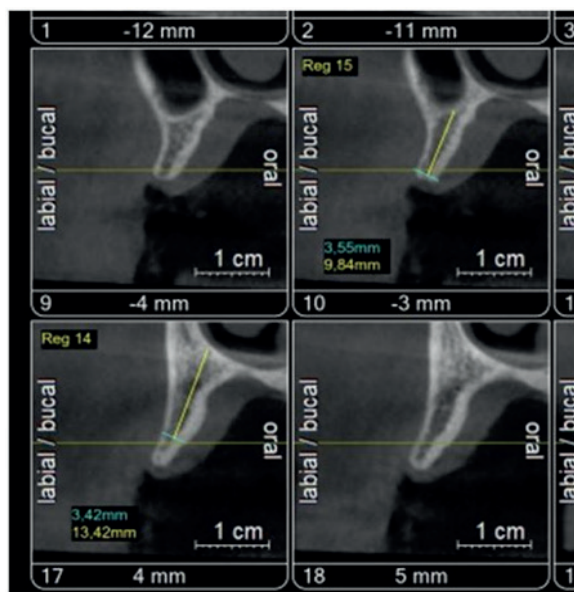


Figura 17 - Tomografia computadorizada da Região 14 e 15.

Apesar de a paciente apresentar duas áreas edêntulas, neste trabalho iremos relatar o caso da área 14 e 15 a qual foi a primeira a ser reabilitada.

Após análise tomográfica, verificou-se que na região do elemento 14 havia 13,42 mm e na região do elemento 15, havia 9,84mm de altura e espessura 3,42 mm e 3,55 mm respectivamente. Pode-se observar que há uma insuficiência de osso quanto à espessura.

Deste modo o planejamento proposto à paciente foi realizar a fase cirúrgica do implante através da técnica do Split crest ou “Galho-verde” e como complemento a utilização de biomaterial após a técnica para a regeneração óssea guiada.

A cirurgia foi realizada na Clínica Odontológica da Associação Brasileira de Odontologia – ABO – Seção Pará, usando a técnica convencional de Split crest. Durante a cirurgia foram utilizados três

tubetes de anestésico Mepivacaína com Epinefrina, 2%, 1:100.000 para bloqueio regional do Nervo Alveolar superior médio e anterior e anestésias infiltrativas ao redor da área operada.

Nesse caso, também não houve necessidade da utilização das fresas do kit cirúrgico, exceto a Lança para a fresagem inicial como já foi descrito anteriormente. Os expansores criaram um sitio de diâmetro ideal para a instalação dos implantes. Os implantes selecionados foram Cone Morse da linha SW Strong com plataforma estreita de 3,5mm de diâmetro e 10 mm de comprimento e de 3,5 mm de diâmetro e comprimento de 8,5 mm para as áreas dos elementos 14 e 15, respectivamente, (Figura 18).

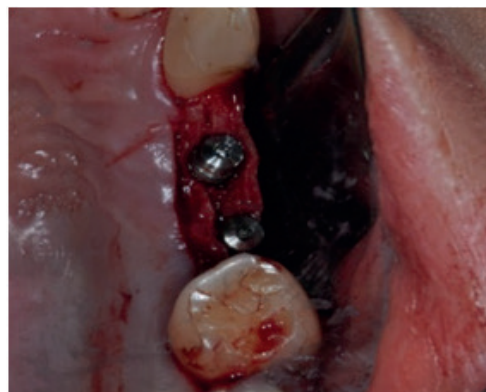


Figura 18 – Implantes Instalados.

Foram repassadas à paciente todas as orientações que deveria seguir no pós-operatório, como higiene oral, repouso, alimentação. A medicação prescrita foi paracetamol 850mg por três dias em caso de dor. Solicitado o retorno em dez dias para a remoção da sutura.

Paciente compareceu para remoção da sutura, sendo observada uma boa cicatrização sem nenhum indicativo de infecção ou inflamação.

Após seis meses de cirurgia, paciente foi solicitada para retornar com a tomografia pós-operatória, quando seria realizada a

cirurgia de reabertura, porém, a mesma não compareceu, só conseguindo retornar para a segunda fase cirúrgica (Cicatrizador) oito meses após a primeira cirurgia.

Notamos que havia uma pequena exposição do Cover Screw na área 14 (Figura 19), de posse da Tomografia Pós-operatória da região para ver a distância aproximada do outro implante que não havia tido exposição (Figura 20).



Figura 19 – Pós-operatório com oito meses.

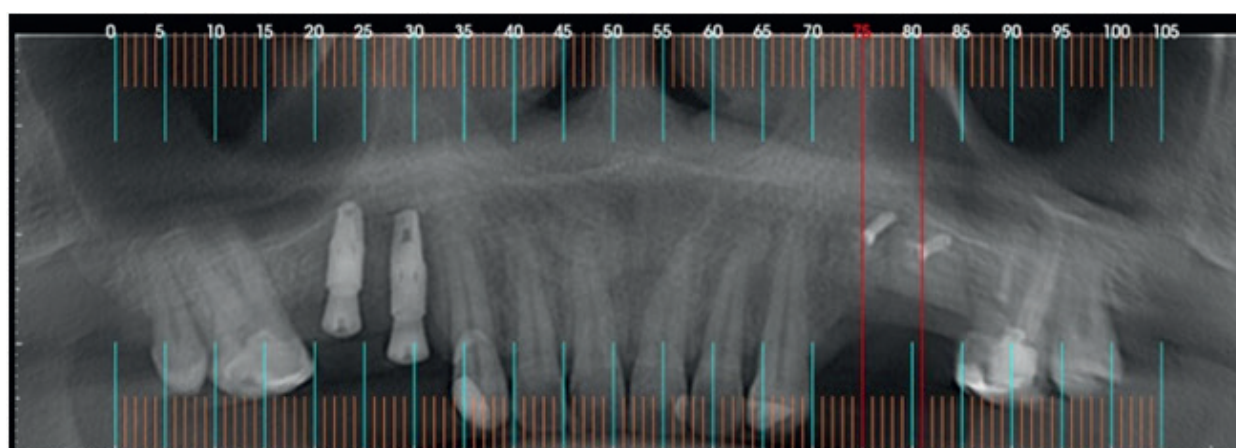


Figura 20 – Tomografia computadorizada Cone bean Pós operatória.

Após análise da tomografia pós-operatória da região dos implantes, conseguimos constatar que a espessura aumentou de 3,42 mm para aproximadamente 5,20 mm, tendo um ganho horizontal de 1,78mm na região do 14 e de 3,55 mm para aproximadamente 5,80 mm, tendo um ganho horizontal de 2,25 mm na região do 15 (Figura 21).

Foi realizada anestesia infiltrativa com um tubete de anestésico Mepivacaína com Epinefrina, 2%, 1:100.000. Foi feita incisão circular na região exposta a fim de descobrir por completo o parafuso da região 14. Tomada como base a radiografia periapical, localizamos o parafuso da região 15, o mesmo tipo de incisão foi realizado expondo o parafuso da região 15.

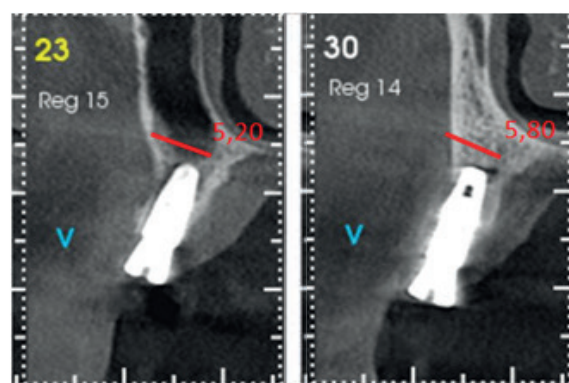


Figura 21 – Tomografia computadorizada Cone bean Pós operatória.

Utilizamos o Kit protético da S.I.N. para retirar o Cover e colocarmos os cicatrizadores (Figura 22), solicitamos que a paciente retornasse com trinta dias para a confecção da prótese.



Figura 22 – Implantes com Cicatrizadores

Após trinta dias, foram retirados os cicatrizadores e realizada a moldagem com silicona de condensação e montamos o modelo da paciente para a confecção da prótese provisória (Figura 23 a 25).



Figura 23 – Após retirada dos cicatrizadores.



Figura 24 – Prótese provisória.



Figura 25 – Prótese provisória.

DISCUSSÃO

Simion et al. (1992) e Scipioni et al (1994) foram os primeiros a utilizarem esta técnica visto que a mesma possui a vantagem da realização da cirurgia de implante no momento do aumento horizontal do rebordo com biomaterial, reduzindo o tempo da reabilitação, não havendo a necessidade da espera de formação óssea para posterior inserção do implante.

Um estudo realizado com a técnica de Split crest, por Crespi et al. (2015), mostrou que ela é um procedimento previsível e que seu desfecho pode ser mantido pelo menos por um período de 10 anos. Este trabalho é o primeiro a documentar, durante um intervalo de longo prazo, onde implantes de plataforma estreita são colocados concomitantemente com uma técnica de crista dividida para aumentar a crista alveolar. Este estudo nos mostra que implantes de diâmetro estreito instalados imediatamente após um procedimento de crista dividida exibem taxas de sobrevivência semelhantes aos implantes instalados através da técnica tradicional.

Segundo Simion et al. (1992), a técnica convencional do Split crest, consiste na divisão longitudinal da crista alveolar, expandindo as tábuas ósseas (vestibular e palatina), mais duas osteotomias verticais limitadas ou não pela presença de dentes e depois a expansão manual com cinzel, possibilitando a instalação de implantes com

osso circundante suficiente, e os espaços que não foram ocupados por implantes podem ser preenchidos com biomateriais, como enxertos ósseos autólogos, osso particulado ou derivados de plasmas, como plasma rico em plaquetas.

Com o tempo a técnica de Split crest foi sofrendo alterações, tornando-se menos agressivas, como por exemplo, o uso de cirurgia óssea ultra-sônica, ela representa uma técnica alternativa para realizar o procedimento de Split crest. Uma pesquisa foi realizada por Anitua et al (2011) com a técnica de Split crest com material ultra sonico e os resultados ao final mostrou que nenhum implante falhou durante o período de observação e todos eles atenderam aos critérios de sucesso definidos mostrando uma taxa de sucesso de 100%. Em outro estudo, realizado por Crespi et al (2015), pela técnica de slit crest convencional com 36 pacientes mas usando 93 implantes, notou que após um período de seguimento de dois anos, foi relatada uma taxa de sobrevivência de 98,92% e dos 93 implantes inseridos apenas um implante, na maxila, não conseguiu integrar. Ou seja, as duas técnicas não possuem diferenças significativas na hora da realização da fase cirurgica e que as duas técnicas, com ultrassom ou convencional, podem ser utilizadas com resultados semelhantes. O Kit Split Bone Expander da NOVA IM3 que utilizamos apresenta grande vantagem na técnica convencional, pois como pudemos ver após a utilização do disco serrilhado e expansores formadores de rosca e acoplados em contra-ângulo, criou-se um sitio adequado e ideal para a instalação do implante imediato, sem a necessidade de complementação de fresas, além de fornecer maior segurança por evitar uma força excessiva e possuir uma distribuição de força de maneira gradual e uniforme evitando pontos de tensão, evitando assim possíveis fraturas.

Um trabalho realizado por Anitua et al. (2012), com seis pacientes no qual foram usados nove implantes no total em um procedimento de Split crest de dois

estágios para expansão do rebordo ósseo com dispositivo ultra-sônico. Os resultados deste estudo clínico, apesar de preliminares, suportam a previsibilidade e a segurança da técnica de dois estágios de crista dividida com cirurgia óssea ultrassônica e seu potencial uso em pacientes com rebordo extremamente absorvidos. Entretanto por ser realizada em dois estágios esta técnica se torna mais cansativa, demorada e com o custo mais elevado, por possuir um maior número de procedimentos, tornando-a não tão vantajosa quanto à técnica convencional, apesar de ser uma abordagem menos agressiva do que as outras, convencional e Split crest tradicional.

Segundo Crespi et al. (2015), a estabilidade primária é um fator essencial para o processo de osseointegração e para o procedimento de carregamento imediato, pois aumenta a taxa de sucesso dos implantes dentários. Visto isso, o procedimento cirúrgico foi realizado e um implante imediato foi a opção de escolha, já que esta técnica permite tal escolha.

Assim, a realização dos casos destacados neste trabalho com a técnica de Split crest, com a utilização do Kit Split Bone Expander da Nova IM3, possui resultados bons e semelhantes a implantes instalados pelo método tradicional.

Um estudo realizado por Santagata et al. (2015) mostrou um experimento com 13 pacientes, no qual utilizando a técnica do Split crest convencional apresentava largura inicial do cume de 6,3 mm a 11,0 mm (média: 8,2 mm), após a técnica o ganho de largura da crista edêntula variou de 1,45 a 4,9 mm (média: 3,5mm). Foi instalado um total de 33 implantes, no qual apenas um implante foi perdido, ou seja, a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 97%. O estudo mostra que obteve um ganho de volume ósseo de média 3,5mm. Já nos dois casos apresentados nesse trabalho, em ambos os casos tivemos um ganho de espessura óssea significativa, sendo que, no primeiro caso passamos de 3,02mm de espessura para aproximadamente 9mm, tendo um ganho

horizontal de 5,98mm. No segundo caso a cirurgia foi realizada com a espessura inicial de 3,42 e 3,55 dos respectivos elementos 14 e 15, para aproximadamente 5,20 mm e 5,80mm, respectivamente, logo, obtendo-se um ganho de 1,78 mm e 2,25 mm. Os implantes nos dois casos foram instalados de imediato e em uma das etapas cirúrgicas foi inserido o biomaterial auxiliando assim um posterior ganho ósseo.

A técnica de Split crest descrita nos casos pode ser considerada uma técnica menos invasiva, segura e tão eficiente quanto a técnica de aumento horizontal do rebordo alveolar para posterior inserção do implante.

CONCLUSÃO

A técnica do Split crest com implante imediato tem uma taxa de sucesso semelhante à simples inserção de implante em rebordo edêntulo, desde que corretamente seguida, respeitando todas as etapas, e se mostrou uma boa alternativa em casos de expansão tanto de maxilar posterior quanto de região posterior de mandíbula.

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T.; ZARB, G.; WORTHINGTON, P.; ERICKSSON, A. R. The long- term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int. J. Oral. Maxillofac. Implants*, n.1, p. 11–25, 1986.

ANITUA, E.; BERGOÑA, L.; ORIVE, G. Clinical Evaluation of Split crest Technique with Ultrasonic Bone Surgery for Narrow Ridge Expansion: Status of Soft and Hard Tissues and Implant Success. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, Volume *, Number *, 2011.

ANITUA, E.; BERGOÑA, L.; ORIVE, G. Controlled Ridge Expansion Using a Two-Stage Split crest Technique With Ultrasonic

Bone Surgery. *Implant Dentistry*, Volume 21, Number 3, 2012.

BRANEMARK, P. I. Osseointegration and its experimental background. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1983;50(3):399-410.

CANEVA, M.; BOTTICELLI, D.; SALATA, L. A.; SOUZA, S. L. S.; BRESSAN, E.; LANG, N. P. Flap vs “Flapless” surgical approach at immediate implants: a histomorphometric study in dog. *Clin. Oral. Impl. Res.* 21, 2010; 1314-1319.

CONTESSI, M. *The Monocortical window (MCW): A Modified Split crest Technique Adopting Ligature Osteosynthesis*. V. 33, N. 6, p. 127-139, 2013.

CRESPI, R.; BRUSCHI, G. B.; GASTALDI, G.; CAPPARÉ, P.; GHERLONE, E. F. Immediate Loaded Implants in Split crest Procedure. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, Volume *, Number *, 2015.

FROUM, S. J.; CHO, S. C.; ELIAN, N.; ROMANOS, G.; JALBOLT, Z.; NATUOR, M.; NORMAN, R.; NERI, D.; TARNOW, D. P. Survival Rate of One-ounce Dental Implants placed with a Flapless or Flap protocol – A randomized, controlled Study 12- Month Results. *The International Journal of Periodontic & Restorative Dentistry*. 2011.

FU, J. H.; WANG, H. L. Horizontal bone augmentation: the decision tree. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, Hanover Park (EUA), v. 31, n.4, p. 429-436, 2011.

GARCEZ-FILHO, J.; TOLENTINO, L.; SUKEKAVA, F.; SEABRA, M.; CESAR NETO, J. B.; ARAÚJO, M. G. Long-term outcomes from implants installed by using Split crest technique in posterior maxillae: 10 years of follow-up. *Clin. Oral. Impl. Res.* 00, 2014, 1–6.

GONZÁLEZ-GARCIA, R.; MONJE, F.; MORENO, C. Alveolar Split osteotomy for the treatment of the severe narrow ridge maxillary atrophy: a modified technique. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2011. 40: 57-64.

HEINEMANN, F.; HASAN, I.; BOURAUDEL, C.; BIFFAR, R.; MUNDT, T. Bone Stability around dental Implants: Treatment related factors. *Annals of Anatomy* 199. 2015. 3-8.

JOSHI, V.; GUPTA, S. Immediate Implant Placement in Anterior Aesthetic Region And Assessment using Cone-beam Computed Tomography Scan Thechnology. *Journal of International Oral Health*, p.99-102, 2015.

KANG, T. A modified ridge expansion technique in the maxilla. *Compendium of Continuing Education of Dentistry*, Newton Township (EUA), v. 33, n. 4, p. 250-255, 2012.

KHZAN, N.; ARORA, H.; KIM, P.; FISHER, A.; MATTHEOS, N.; IVANOVSKI, S. Systematic review of Soft Tissue Alterations and Esthetic Outcomes Following Immediate Implant Placement And Restauration of Single Implants in the Anterior Maxilla. *J Periodontol*, December, 2015.

MARTINS, H. S. P. *Implante em Alvéolo Fresco: Uma Revisão de Literatura*. Monografia (Especialização em Implantodontia) – Rio de Janeiro, Academia de Odontologia do Rio de Janeiro, 2007.

MARTINS, V.; BOLINA, T.; FALCON-ANTENUCCI, R.M.; VERRI, A.C.G.; VERRI, F.R. Osseointegração: Análise de Fatores Clínicos de Sucesso e Insucesso. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v.32, n.1, p. 26-31, janeiro, 2011.

MAZZOCCO, F.; JIMENEZ, D.; BARALLAT, L.; PANIZ, G.; DEL FABBRO, M.; NART, J. Bone Volume changes after immediate implant placement with or without flap elevation. *Clin. Oral. Impl. Res.* 00, 2016, 1-7.

MERHEB, J.; VERCRUYSSSEN, M.; COUCKE, W.; BECKERS, L.; TEUGELS, W.; QUIRYNNEN, M. The fate of buccal bone around dental implants. A 12-month postloading follow-up study. *Clin. Oral. Impl. Res.* 0. P. 1-6, 2016.

MISCH, C. E. *Implantes dentários contemporâneos*, 2 ed. São Paulo, Santos, 2000.

OLIVEIRA, F. T. S. *O impacto do Edentulismo na Qualidade de Vida de Idosos*. Monografia (Especialização em atenção básica em Saúde da família) – Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

RAHPEYMA A.; KHAJEHAHMADI S.; HOSSEINI V. R. Lateral ridge split and immediate implant placement in moderately resorbed alveolar ridges: how much is the added width. *Dent Res J* 2013;10:602–8.

ROSA, E. C.; GORNY JUNIOR, C.; MELLO, F. A. Z.; YAMASHITA, C.; DE MORAIS, A. B. Técnica de “SPLIT CREST”, com implantes imediatos e enxertos heterógenos em maxila anterior. *REVISTA GESTÃO & SAÚDE* (ISSN 1984 - 8153).

SAKAMOTO, Y.; TAKASU, R.; HONGO, T.; HARADA N.; HASEGAWA Y.; TSUYAMA Y. The conservative surgical strategy for insufficient alveolar ridge employing split crest and socket lift procedure. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;40(10):1047..

SANTAGATA, M.; GUARINIELLO, L.; TARTARO, G. Modified Edentulous Ridge Expansion Technique and Immediate Implant Placement: A 3-Year Follow-Up. *Journal of Oral Implantology*, Vol. 41, No. 2, pp. 184-187, 2015.

SCIPIONI A.; BRUSCHI G.B.; CALESINI G. The edentulous ridge expansion technique: a five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994; 14:451–459.

SCIPIONI A.; BRUSCHI, G.B.; CALESINI, G. et al. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.*, v.3, n.19, p. 269-277, 1999.

SIMION, M.; BALDONI, M.; ZAFFE, D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a Split crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992; 12:462–473.

Estudo do nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos na construção civil no Município de Belém: Estudo de caso

Study of the level of knowledge and prevention of auditory disorders in civil construction in the Municipality of Belém: Case study

Marcelo D. Bezerra Vieira

Graduado em Engenharia Civil pela Devry/Faculdade Ideal. **Endereço:** Trav. Tupinambás, 461 - Batista Campos. Belém – PA. CEP.: 66025-610. **E-mail:** vieira17@gmail.com.

Jailton Santana Sousa

Graduado em Engenharia Civil pela Devry/Faculdade Ideal.

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Engenheiro Civil. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Civil.

Mike Pereira da Silva

Docente da UNAMA. Engenheiro Civil. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia Civil.

RESUMO

No canteiro de obra existem inúmeros casos de colaboradores que alegam perda auditiva no desempenho de sua atividade. Nesse aspecto torna-se de grande relevância a presença do engenheiro civil com papel fiscalizador quanto à prevenção dos distúrbios auditivos, através do conhecimento de programa de prevenção de riscos provenientes do ruído, adoção de programa de conservação auditiva por meio do conhecimento quanto à correta utilização do equipamento de proteção individual, a fim de que seja possível evitar prováveis consequências e efeitos indesejáveis ao corpo humano. Deste modo, este trabalho visa a um estudo do nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos na construção civil no Município de Belém: estudo de caso. A metodologia consistiu na aplicação de questionário com 12 perguntas para uma população de 35 colaboradores de engenharia civil. Os resultados obtidos no estudo de caso apontam que o nível de conhecimento do PCMSO, PCMAT, PCA e sobre ruído contínuo, intermitente, efeitos no corpo e exames audiométricos está entre bom e muito bom. Constatou-se a existência e atuação da CIPA e utilização correta de EPI. No entanto verificou-se pouca promoção de palestras e treinamentos. Ao final, foi possível concluir que a minoria das obras avaliadas tem engenheiro civil com pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho, em função da exigência da norma regulamentadora, contudo obteve-se um bom nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos.

Palavras-chave: Prevenção; Ruído; Distúrbios Auditivos.

ABSTRACT

At the construction site there are numerous cases of employees who claim hearing loss in the performance of their activity. In this aspect, the presence of the civil engineer with auditory role in the prevention of auditory disorders, through the knowledge of a program to prevent risks from noise, and the adoption of a hearing conservation program through knowledge about the correct use of the personal protective equipment, in order to avoid possible consequences and undesirable effects on the human body. Thus, this study aims at a study of the level of knowledge and prevention of auditory disturbances in construction in the Municipality of Belém: case study. The methodology consisted in the application of a questionnaire with 12 questions for a population of 35 employees of civil engineering. The results obtained in the case study indicate that the level of knowledge of PCMSO, PCMAT, and PCA on continuous, intermittent noise, body effects and audiometric exams is between good and very good. It was verified the existence and performance of CIPA and the correct use of PPE. However there was little promotion of lectures and trainings. At the end, it was possible to conclude that the minority of the works evaluated has a civil engineer with post-graduate in work safety engineering, due to the requirement of the regulatory norm, but a good level of knowledge and prevention of hearing disorders was obtained.

Keywords: Prevention. Noise. Auditory Disorders.

INTRODUÇÃO

Quanto menor o tempo de exposição, menor a probabilidade de desenvolvimento de problemas auditivos, logo, quanto maior o tempo de exposição, a possibilidade de desenvolvimento de problemas auditivos aumentará. Quanto mais próximo estivermos do ruído, maior a probabilidade de “ferir” ou causar traumas acústicos, como rompimento da membrana timpânica. Quanto mais nos afastamos da fonte do ruído, menor será o nível ao qual estaremos expostos. Porém, dependendo da intensidade e tempo de exposição a este ruído, ainda corremos riscos de perdas auditivas.

Os níveis de ruídos acima de 140dB podem causar a ruptura do tímpano, que é considerado nível insuportável, logo uma simples exposição pode causar a perda auditiva permanente; no nível de 130 dB é considerado como doloso, para a maioria das pessoas este é o nível que há o início da dor; no nível ensurdecedor que é de 110 dB, possui um nível de ruído que causa sensação de extremo desconforto; no nível muito alto que é de 90 dB, as exposições prolongadas podem causar perda auditiva; no nível alto que é de 80 dB temos o ruído normal de uma cidade; no nível moderado que é de 40 dB, temos o som de um lugar tranquilo ou um som ambiente, e no nível muito baixo que é 20 dB, o som é levemente audível.

O ruído contínuo é o que permanece estável com variações máximas de 3 a 5 dB(A) durante um longo período. Exemplo: máquina trabalhando -furadeira ou britadeira em operação, o trânsito na cidade. O ruído intermitente é um ruído com variações maiores ou menores de intensidade em períodos muito curtos. Exemplo: o alarme do rádio relógio ou alarme de carros. O ruído de impacto apresenta picos com duração menor de 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo, por exemplo, disparo de armas de fogo ou explosões em pedreiras. O ruído é um fator de risco

presente em várias atividades humanas, fazendo parte do cotidiano da comunidade, no ambiente doméstico e também na maioria dos processos de trabalho.

Sem dúvida alguma, a perda auditiva ou diminuição da acuidade auditiva é a consequência mais imediata causada pela exposição excessiva ao ruído e este risco da lesão auditiva aumenta com o nível de pressão sonora e com a duração da exposição, mas depende também das características do ruído e da suscetibilidade individual, mas os efeitos do ruído não se limitam a isso. A exposição em excesso ao ruído pode acarretar outros problemas de saúde ou agravá-los, além de gerar impactos na qualidade de vida do indivíduo exposto. Por exemplo, problemas de comunicação (é o primeiro sintoma visível), aumento da pressão sanguínea, ansiedade, perturbação da comunicação, irritação, fadiga, insônia, diminuição do rendimento do trabalho, nervosismo, baixa concentração, acidentes, etc. Entre os danos no aparelho auditivo que a exposição a níveis excessivos de ruído pode causar, citamos a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR), o Trauma Acústico e o “*Temporary Treshold Shift*” (TTS) ou Mudança Temporária do Limiar Auditivo.

Em ambiente ocupacional, a Disacusia, também denominada Hipoacusia ou Surdez Ocupacional, é causada pela exposição prolongada a níveis elevados de ruído. A perda auditiva induzida pelo ruído é indolor, gradual e seus sinais são quase imperceptíveis (zumbidos no ouvido durante ou após a exposição a níveis altos de ruído, dificuldade de manter uma conversação normal, sensação dos sons estarem abafados). Com a destruição das células ciliadas da cóclea, a orelha interna perde a capacidade de transformar as ondas sonoras em impulsos nervosos e, conseqüentemente, é o fim da audição. Infelizmente, não se conhece ainda a cura para células ciliadas destruídas.

O Trauma Acústico é conceituado como uma perda auditiva súbita, ocasionada por uma única exposição a níveis de ruído

muito altos. Em geral, acompanha-se de zumbido imediato, podendo acontecer rompimento do tímpano, hemorragia ou danos na cadeia ossicular. Já a mudança temporária do limiar auditivo ou “*Temporary Threshold Shift*” (TTS) ou simplesmente perda auditiva temporária é um efeito em curto prazo de uma mudança temporária do limiar auditivo e dependem da suscetibilidade individual, tempo de exposição, intensidade e frequência do ruído. A audição volta ao normal após algum tempo longe do ruído ou após o chamado repouso acústico. O zumbido, após a exposição a um ruído alto pode ser sinal de perda temporária.

Existem diversos fatores que podem levar à perda na audição, além da perda auditiva induzida por ruído. No ambiente de trabalho, as combinações entre agentes físicos agressivos e agentes químicos facilmente encontrados tornam-se riscos à saúde dos expostos. Por esse motivo, as perdas auditivas ocupacionais não devem ser restritas à perda auditiva induzida por ruído, pois podem ocorrer casos de perdas auditivas ocupacionais e não ocupacionais sem que haja, necessariamente, exposições ao ruído. Outros fatores, além da perda auditiva induzida por ruído e perdas auditivas ocupacionais, que podem levar à perda auditiva são:

- exposição durante lazer ou segundo ofício: diversas ocupações e atividades, pela natureza do trabalho, acabam por expor indivíduos a níveis excessivos de ruído, tais como: prática de tiro ao alvo, música alta, marcenaria doméstica, etc.;
- presbiacusia, que é a perda auditiva ocasionada por envelhecimento do sistema auditivo;
- causas patológicas, como rubéola, meningite, infecções do aparelho auditivo;
- surdez hereditária;
- trauma na cabeça;
- drogas ototóxicas: existem casos de problemas auditivos

relacionados ao consumo de medicamentos, como por exemplo, certos antibióticos, antidepressivos, etc.;

- agentes químicos ototóxicos, que por si só ou quando combinados ao ruído, podem causar danos à audição.

Devido ao desconhecimento do número real de colaboradores expostos ao sub-registro ou mesmo não notificação dos casos, os dados disponíveis sobre os acidentes de trabalho, em particular dos traumas acústicos e das doenças relacionadas à perda auditiva induzida por ruído, nas estatísticas oficiais, não permitem mensurar o impacto do que representa a exposição ocupacional ao ruído em epidemiologia ocupacional, mas existem registros indicando que no Brasil, a surdez é a segunda maior causa de doença colaboradora. O planejamento de Programas de Prevenção da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PPPAIR) impõe-se como principal medida de preservação da capacidade auditiva e de prevenção de outros agravos à saúde da força de trabalho, decorrentes das PAIR, especialmente o risco a que estão expostos estes colaboradores a acidentes do trabalho, pela redução do seu campo de percepção neuro sensorial.

De acordo com a Norma Regulamentadora n.07 (NR-07, 2013), segundo a Portaria n.º19, de 09 de abril de 1998 que instrui sobre os parâmetros de monitorização da exposição ocupacional ao risco de exposição à pressão sonora elevada. O critério de aptidão é dado pelo médico coordenador do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO) e não deve ter caráter discriminatório. Além do audiograma, devem ser levados em consideração a anamnese, idade, exame otoscópico, a demanda auditiva na função, exposição não ocupacional, capacitação do colaborador e o Programa de Conservação Auditiva (PCA) da empresa. Também instrui que o funcionário deve ser enquadrado no relatório anual do PCMSO. A Norma Regulamentadora n.09 (NR-09, 2013),

que disciplina sobre as ações do PPRA estabelece como condição fundamental no controle dos processos de trabalho em que há produção de ruído o monitoramento regular das fontes de emissão e a adoção de equipamentos de proteção coletiva (EPC), como enclausuramento ou abafamento e de proteção individual (EPI), os denominados protetores auditivos. Segundo a Norma Regulamentadora n. 15 (NR-15, 2013), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que define nos anexos 1 e 2 sobre agentes insalubres, limites de tolerância e os critérios técnicos e legais para avaliar e caracterizar as atividades e operações insalubres e o adicional devido para cada caso, visando ao pagamento de adicional de insalubridade. A exigência do MTE é para fazer Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção Civil (PCMAT) e Laudo de Insalubridade. Para se realizar uma dosimetria de ruído pela NR-15 utiliza-se dosímetro digital tem que estar configurado com o incremento de duplicação de dose com $q=5$, ou seja, deve ser utilizada a tabela de limite de tolerância, que pela NR-15 é obtida a partir de equação 1.

$$[(C_1/T_1)+(C_2/T_2)+(C_3/T_3)+\dots+(C_n/T_n)] \quad (1)$$

Onde:

- C_1 (C_n): indica o tempo total em que o colaborador está exposto ao nível de ruído;
- T_1 (T_n): indica a máxima exposição diária permissível a este nível.

Conforme a Norma de Higiene Ocupacional (NHO-01, 2001), que tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto que implique risco potencial de surdez ocupacional em quaisquer situações de trabalho, a exigência do Ministério da Previdência é para elaborar Laudo Técnico de Condições Ambientais do

Trabalho (LTCAT) e Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP). Para se realizar uma dosimetria de ruído pela referida norma, o dosímetro digital tem que estar configurado com o incremento de duplicação de dose $q = 3$, ou seja, deve ser utilizada a tabela de limite de tolerância, que pela NHO-01 é obtida a partir de equação da expressão 2:

$$TE=10*\log*[(480/TE)*(D/100)]+85 \quad (2)$$

Onde:

- TE: tempo de exposição do colaborador ao ruído;
- D: valor da dose de ruído;
- 100: constante da equação, que equivale a 100% da dose.

O limite de tolerância para a NR-15 e NHO-01 equivale a 85 dB (A) para 8 horas, conforme apresentado na Tabela 1. Pode-se notar na Tabela 1 que para uma exposição de 2 horas tem-se um limite de tolerância de 91 dB (A), quando considerada a NHO-01, indicando maior nível de prevenção e proteção para colaborador. Nas avaliações básicas do ruído, um medidor instantâneo de nível de pressão sonora (decibelímetro) pode ser utilizado para identificar as áreas de trabalho onde claramente não existe um problema de ruído e as áreas nas quais existe um potencial de ambiente perigosamente ruidoso. As avaliações básicas de ruído determinam os departamentos onde os colaboradores podem necessitar serem incluídos no PCA devido aos resultados das exposições diárias ao ruído (uma combinação entre os níveis de ruído e sua correspondente duração da exposição). Nas avaliações detalhadas do ruído, um medidor instantâneo de nível de pressão sonora (decibelímetro) e um cronômetro e/ou um medidor integrador de uso pessoal (dosímetro) podem ser utilizados para estimar a dose diária de ruído de um colaborador e a equivalente média ponderada no tempo. Nas avaliações para controle de engenharia um medidor instantâneo de nível de pressão sonora (decibelímetro), filtros de banda de oitava

e outros instrumentos podem ser utilizados para medir o nível de ruído produzido por uma máquina em vários modos de operação, a fim de avaliar o potencial para aplicação de controles de engenharia (na fonte, trajetória). No sentido da prevenção dos riscos de ruído ao colaborador, este trabalho tem objetivo de apresentar nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos na construção civil no Município de Belém.

MÉTODOS

A pesquisa de campo foi elaborada com 35 engenheiros civis em duas áreas de atuação da engenharia civil, onde 27 desses

colaboradores trabalham em construções prediais e reformas habitacionais em obras de caráter privado ou particular, e os oito colaboradores restantes trabalham na área de pavimentação e construção de infraestrutura rodoviária em obras de caráter público. Foi elaborado um questionário com 12 perguntas relacionadas diretamente ao nível de conhecimento do colaborador envolvido na gestão das obras no que se refere ao controle, as causas e consequências da exposição ao ruído. As entrevistas para preenchimento do questionário foram realizadas “in loco” com os colaboradores, conforme apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Comparação dos níveis de ruído e tempo de exposição entre as normas.

NR-15 – Anexo I		NHO-01	
Nível de ruído dB(A)	Tempo máximo diário permisível	Nível de ruído dB(A)	Tempo máximo diário permisível
85	8 horas	85	8 horas
90	4 horas	88	4 horas
95	2 horas	91	2 horas
100	1 hora	94	1 hora
105	30 minutos	97	30 minutos
110	15 minutos	100	15 minutos

Tabela 2: Questionário aplicado.

Nome:
1. Possui pós-graduação em engenharia de segurança: () sim () Não
2. Conhecimento do PCMSO: () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom
3. Conhecimento do PCMAT: () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom
4. Possui CIPA na obra: () Sim () Não
5. A CIPA é atuante: () Sim () Não
6. Conhecimento da realização de exames audiométricos: () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom
7. Conhecimento sobre ruído contínuo e intermitente: () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom
9. Em sua obra os colaboradores usam os EPI correto para proteção auditiva: () Nunca () As Vezes () Sempre
10. Conhecimento dos efeitos do ruído no corpo humano: () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom
11. Possui PCA (Programa de Conservação Auditiva): () Sim () Não
12. Conhecimento do PCA (Programa de Conservação Auditiva): () Insuficiente () Pouco () Regular () Bom () Muito Bom

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados do questionário obtiveram-se as Figuras de 1 a 11, em consideração ao universo de 35 empresas analisadas. Na Figura 1 nota-se que os colaboradores entrevistados de engenharia civil possuem entre pouco e regular conhecimento do PCMSO. Cabe ressaltar que PCMSO contém várias informações relevantes quanto à saúde dos colaboradores. Cambraia e Rocha (2012) indicaram carência de colaboradores de medicina do trabalho pela limitação do dimensionamento da Norma Regulamentadora nº 04 (NR-04). Deste modo ocorre contratação do quadro mínimo de médico do trabalho, que podem ocasionar ações menos abrangente e eficientes voltadas para controle médico e saúde ocupacional dos colaboradores. A Figura 2 mostra que os colaboradores entrevistados de engenharia civil possuem nível de conhecimento entre bom e muito bom a respeito do PCMAT. Na Figura 3 é possível constatar que aproximadamente o dobro das obras dos colaboradores entrevistados possui CIPA, indicando que as obras buscam a preservação da segurança no trabalho, com intuito de evitar acidentes e doenças ocupacionais. Nas obras que não dispõem da constituição de CIPA foi informada pelos colaboradores de engenharia civil que não havia a obrigatoriedade de constituição da CIPA, de acordo com Quadro I, da Norma Regulamentadora nº 5 (NR-05). Ganime et. al. (2010) diz que não importa somente cumprir legislação e atender fiscalização, contudo é relevante entender que ruído pode acarretar valoração de tempo e capital, a partir de ônus financeiro e doença ocupacional. Nas obras com constituição de CIPA, verificou-se que 66% da CIPA são atuantes. Isso demonstra a necessidade de maior eficiência da CIPA, conforme mostrado na Figura 4, o que impacta na melhora da qualidade de vida do colaborador; apesar do nível de conhecimento de exame audiométrico apresentar nível de regular a bom pelos colaboradores entrevistados

de engenharia civil, conforme mostra a Figura 5. Isto é importante, pois a análise de nível de pressão sonora de obras de construção civil é considerada como uma das principais fontes nas cidades, que interferem na qualidade de vida da população (KROHN, 2015). Na Figura 6 observou-se um nível de conhecimento entre bom e muito bom dos colaboradores de engenharia civil sobre ruído contínuo e intermitente, isto é extremamente relevante, pois os colaboradores expostos aos ruídos contínuos e intermitentes conseguem diferenciar o tipo de exposição e ser parte integrante do processo de prevenção.

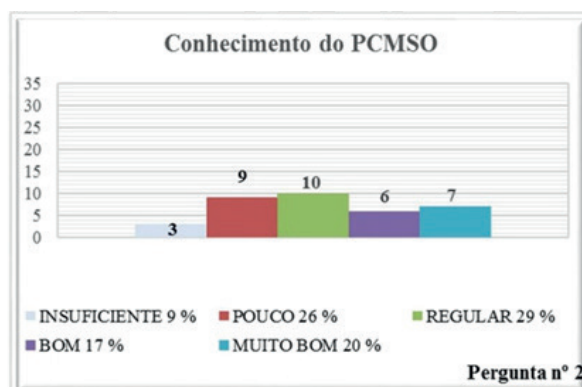


Figura 1. Nível de conhecimento quanto ao PCMSO

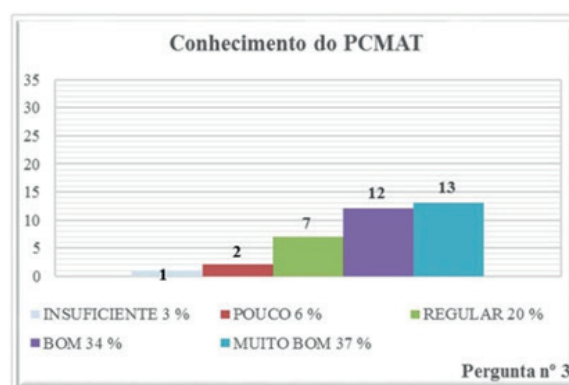


Figura 2. Nível de conhecimento quanto ao PCMAT.

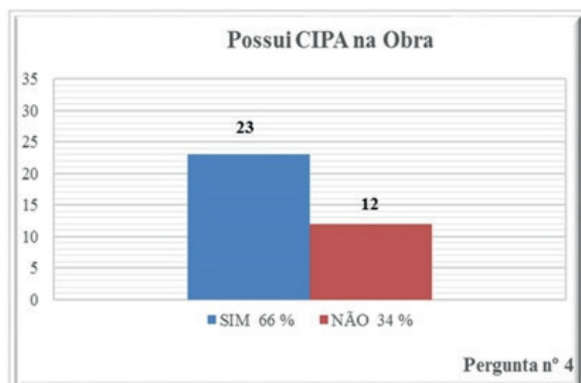


Figura 3. Constituição de CIPA nas obras.

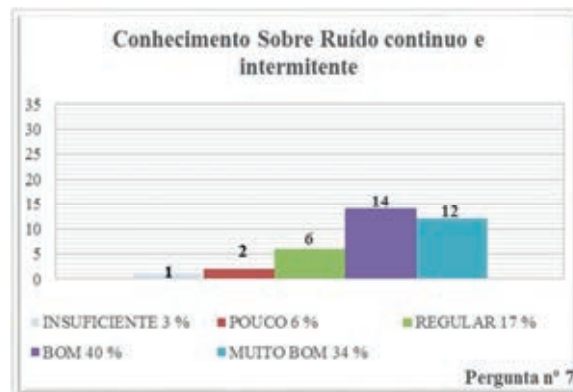


Figura 6. Nível de conhecimento quanto ao ruído contínuo e intermitente.

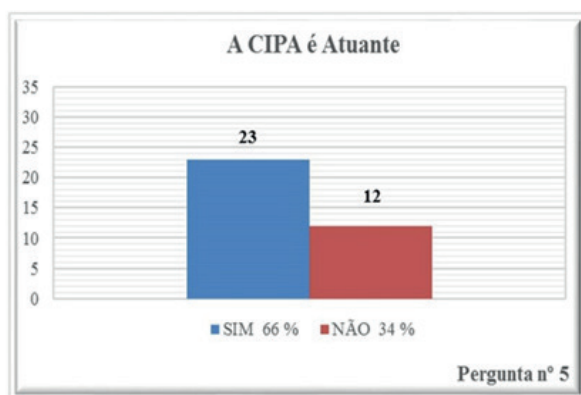


Figura 4. Atuação da CIPA nas obras.

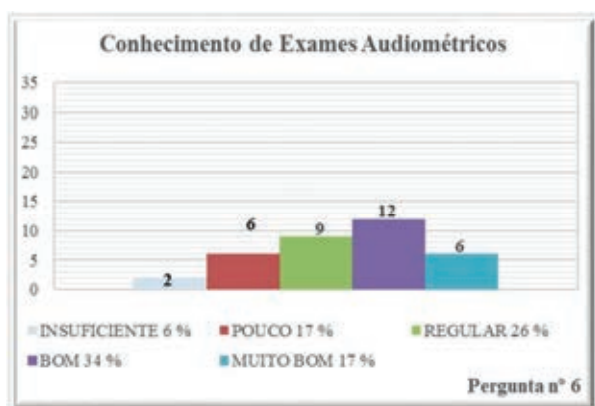


Figura 5. Nível de conhecimento de exames audiométricos.

A Figura 7 mostrou que na maioria das obras não há treinamentos e palestras para conscientização dos colaboradores, demonstrando pouca frequência da promoção de treinamentos e palestras voltadas ao ruído contínuo e intermitente. Constatou-se que 71% dos colaboradores fazem uso de EPI de maneira correta, conforme mostra a Figura 8, demonstrando que ainda são necessárias ações para a obtenção do percentual de 100% de uso correto do EPI, tendo em vista a enorme relevância e necessidade de EPI correto nas atividades da construção civil, devido ao alto grau de risco no canteiro de obra. Costa et. al. (2010) avaliou 14 empresas obtendo 21% com proteção adequada, 29% não utilizam, 43% com superproteção e 7% com proteção insuficiente.

Na Figura 9 foi possível observar que o nível de conhecimento dos colaboradores de engenharia civil quanto aos efeitos do ruído no corpo apresenta-se entre regular e muito bom, deste modo contribui para a eficácia da prevenção, e consequentemente melhora na qualidade de vida do colaborador.

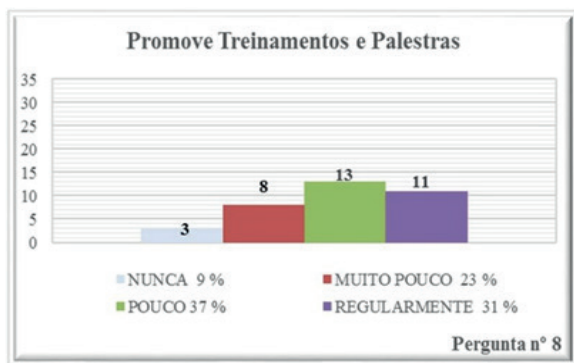


Figura 7. Promoção de treinamentos e palestras sobre ruído contínuo e intermitente.

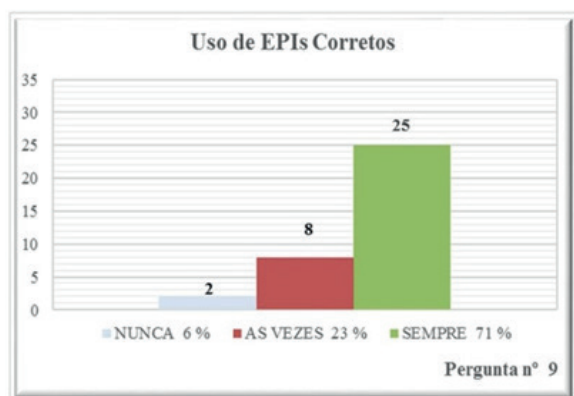


Figura 8. Uso do EPI correto para proteção auditiva.

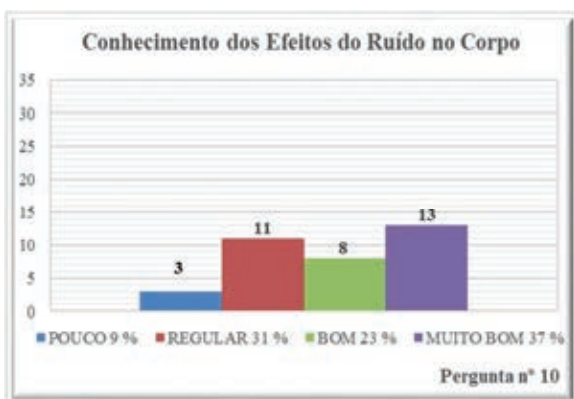


Figura 9. Nível de conhecimento dos efeitos do ruído no corpo.

A partir da Figura 10 é possível dizer que o PCA não está presente na grande maioria dos canteiros de obras, pois se observa que apenas 1% dos canteiros de obras avaliados possui PCA. Isto precisa

ser melhorado, tendo em vista que o PCA se trata de um conjunto de medidas coordenadas contínuas e dinâmicas que visa a prevenir a instalação ou evolução das perdas auditivas ocupacionais nas rotinas das obras. Isto é evidenciado pelo pouco nível de conhecimento do PCA pelos colaboradores de engenharia civil, conforme mostrado na Figura 11. Costa et. al. (2010) observou que a atividade desenvolvida por soldadores em obras de fundações atingiu nível de pressão sonora de 83,87dB (A), dentro do nível de ação. O nível pressão sonora medida não estava somente relacionada com a máquina de solda e maçarico, como também com equipamentos como lixadeiras, serras, policorte e esmeril utilizados no processo de soldagem.

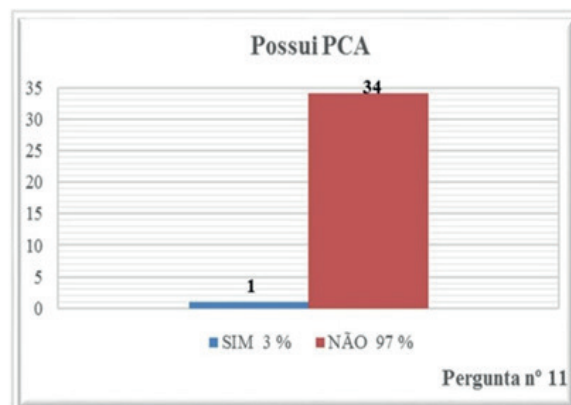


Figura 10. PCA nos canteiros de obra.

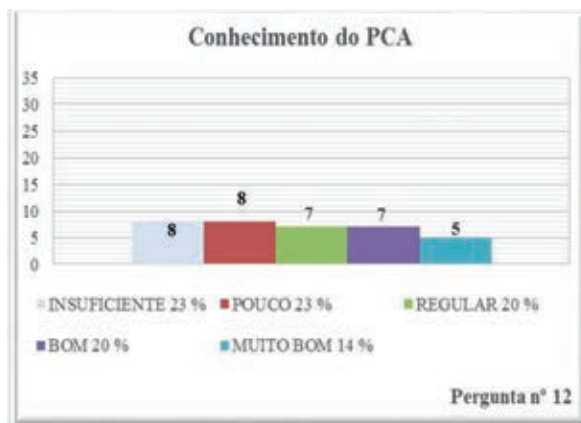


Figura 11. Nível de conhecimento do PCA nos canteiros de obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados do estudo realizado foi possível concluir que embora se tenham obras com engenheiro civil que não possui pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho, todavia houve um nível de conhecimento com resultados na faixa entre bom e muito bom em relação a existência e atuação de programa (PCMSO, PCMAT, PCA), CIPA, efeitos e medidas preventivas relacionadas aos distúrbios auditivos, o que pode contribuir para a redução de casos na construção civil. Torna-se relevante dizer que embora se tenha verificado menor número de engenheiro civil que possui pós-graduação em engenharia de segurança nas obras avaliadas, esta parcela contribuiu oportunamente aos resultados obtidos de níveis de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos, exatamente por dispor de nível de conhecimento e prevenção mais abrangente, deste modo podem atuar na prevenção dos efeitos e impactos na vida do colaborador. Ainda se constatou a necessidade de estimular a especialização do engenheiro civil em engenharia de segurança do trabalho, com intuito de melhorar a adoção e concretização de medidas de prevenção e proteção da saúde dos colaboradores da construção civil.

REFERÊNCIAS

CAMBRAIA, F. B.; ROCHA, L. S. *As relações entre atores de nível tático/operacional envolvidos na prevenção de doenças ocupacionais na construção de edifícios*. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora, MG, 2012.

COSTA, L. G; Agnoletto R. A., Catai RE, Romano C.A., Matosk A. *Análise do ruído na ocupação de soldador em empresas de Curitiba e Região Metropolitana*. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, 2010.

GANIME, J. F.; ALMEIDA, S. L.; ROBAZZI, M. L. C. C.; VALENZUELA, S. S.; FALEIRO, S. A. O ruído como um dos riscos ocupacionais: uma revisão de literatura. *Enfermaria Global – Revista Digital de Enfermaria*, 2010.

KROHN. *Ruídos gerados por obras da construção civil*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Brasília (DF): Universidade Católica de Brasília; 2015. 23p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). *Norma de Higiene Ocupacional nº 01 (NHO-01)*. Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. Fundacentro, 2001.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. A Revista ENGRENAGEM adota as normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os artigos devem ser elaborados no formato de texto, com extensão.doc, em folha no formato A4, com 3 cm de margens superior e esquerda e 2 cm de margens inferior e direita. Com o total de **20 (vinte) páginas, no máximo**.

2. Após a seleção dos artigos, os autores deverão **preencher e assinar o termo de cessão de direitos autorais** (solicitar modelo ao Conselho da Revista, via e-mail) do artigo a ser publicado e **enviá-lo** para o Conselho Editorial da Revista Engrenagem IFPA – Campus Belém (Endereço: Av. Almirante Barroso, 1155 – Marco – Belém/PA – CEP 66.093-020).

3. **A folha de rosto (coluna única)** deve conter, na seguinte ordem:

3.1. título em português, em negrito, não devendo exceder a 2 linhas, justificado, entrelinhas simples, a primeira letra em caixa alta (as demais somente quando necessário) e fonte arial (para todo o artigo), corpo 14;

3.2. título em inglês, em itálico, compatível com o título em português, seguindo a mesma formatação e separado deste por uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas simples);

3.3. nome de cada autor (**máximo quatro**), em corpo 10 e negrito, justificado, com entrelinhas simples, seguido, na linha imediatamente abaixo, da afiliação institucional e titulação por ocasião da submissão do trabalho, mantendo uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas simples) entre o título em inglês e o nome do primeiro autor bem como entre o nome do último autor e o Resumo. Manter, também, uma linha em branco entre os nomes dos autores (corpo 10 e entrelinhas simples). Endereços residencial e eletrônico somente do autor principal, antecidos das expressões em negrito “**Endereço:**” e “**E-mail:**”;

3.3. resumo, com título grafado em corpo 10, negrito, justificado e caixa alta (**RESUMO**), com conteúdo redigido em parágrafo único, corpo 10, espaço simples, alinhamento justificado e **Palavras-chave** (mínimo 3 e máximo 5) separadas por ponto, grafadas com as iniciais em caixa alta na linha imediatamente abaixo do resumo e antecida pela expressão “Palavras-chave:” em negrito, corpo 10, justificado, mantendo-se uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas simples) entre as palavras-chave e o abstract;

3.4. **ABSTRACT** e **Keywords** (inglês), compatíveis com seus correspondentes em português, obedecendo à mesma padronização, mas grafados em itálico, inclusive o seu conteúdo.

4. **Texto** propriamente dito, em fonte arial, corpo 12 e entrelinhas 1,5, em duas colunas, com espaçamento entre elas de 1,25 cm, contendo:

4.1. títulos das seções sem numeração, justificados, em caixa alta, negrito e entrelinhas simples. Os títulos das subseções devem obedecer ao mesmo padrão, mas sem negrito. Subdivisões menores também devem obedecer ao mesmo padrão dos títulos, mas apenas as iniciais em caixa alta e sem negrito. Evitar criar mais do que três níveis de divisão;

4.2. uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas 1,5 cm) entre o título das seções e subseções e o texto;

4.3. parágrafos alinhados a 1,25 cm da margem esquerda;

4.4. uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas 1,5 cm) entre o texto de cada seção ou subseção e o título da seção ou subseção seguinte;

- 4.5. referências em ordem alfabética, não numeradas, entrelinhas simples, corpo 12, justificadas, com entrelinhas dupla entre duas referências consecutivas, contendo todos os dados necessários à devida identificação das obras.
5. Citações bibliográficas, tabelas, quadros, figuras, siglas e abreviaturas, e fórmulas e equações, quando houver, devem obedecer à seguinte padronização:
- 5.1. citações bibliográficas feitas de acordo com as normas da ABNT (NBR 10520 – Informação e Documentação - Citações em documentos - Apresentação), adotando-se o sistema autor-data, sendo que, para citações diretas de mais de 3 linhas, adotar corpo 10, entrelinhas simples e recuo de 1,25 da margem esquerda;
 - 5.2. tabelas, quadros e figuras, apresentados/inseridos após o parágrafo onde foram referenciados e o mais próximo possível, podendo ser editados em coluna única como forma de preservar a qualidade da imagem/informação;
 - 5.3. tabelas em corpo 10, alinhadas à margem esquerda da página e abertas nas laterais, com cabeçalho em negrito. Sua identificação, exibida em cima, alinhada à esquerda, deve iniciar com a palavra **Tabela**, seguida do **número de ocorrência** no texto em algarismo arábico, seguido de ponto, ambos em negrito, com o texto que a identifique com a primeira letra em caixa alta (as demais somente quando necessária) e com ponto final (Exemplo: Tabela 1. Relação de coeficientes.). A referência da fonte de dados deve estar embaixo da Tabela, antecedida da palavra “Fonte” em negrito (Exemplo: Fonte: Oceanário de Lisboa (2014)). Ressalta-se que, quando se tratar de produção dos próprios autores, não é necessário informar a fonte. Deixar uma linha em branco (corpo 12 e entrelinhas 1,5 cm) entre a informação da Fonte e o texto na sequência, inclusive se for outra Tabela. Deixar também uma linha, com o mesmo padrão acima referido, entre o texto que vem antes da Tabela e a Tabela;
 - 5.4. quadros em fonte 10 com os quatro lados fechados, seguindo a mesma padronização das tabelas, inclusive quanto a sua numeração e à grafia da palavra “Quadro” (Exemplo: Quadro 1. Cenário base.);
 - 5.5. figuras (desenhos, fotografias, gráficos, mapas e plantas, esquemas, fluxogramas, organogramas, macrofluxos), identificação/título e fonte embaixo, obedecendo ao mesmo padrão de numeração e de grafia estabelecido para as tabelas, inclusive quanto à grafia da palavra “Figura” (Exemplo: Figura 1. Rodovia de pista simples.);
 - 5.6. siglas e abreviaturas devem ser evitadas, pois dificultam a leitura. Quando necessárias, devem ser introduzidas entre parênteses, logo após o emprego do referido termo na íntegra por extenso, quando do seu primeiro aparecimento no texto. Exemplo: Região Metropolitana de Belém (RMB). Após a primeira alusão no texto, usar somente a sigla ou abreviatura nas citações seguintes;
 - 5.7. fórmulas e equações numeradas, sequencialmente, e alinhadas à margem direita.
6. As Referências, além de obedecerem ao disposto no item 4.5., devem seguir o que estabelece a NBR 6.023 – *Informação e Documentação – Referências- Elaboração* (Ago. 2002), observando o seguinte:
- 6.1. no corpo do texto, quando diversos trabalhos forem citados no mesmo parágrafo, estes devem ser apresentados em ordem cronológica. Se houver mais de um trabalho do mesmo autor no mesmo ano, devem ser utilizadas letras para distingui-los. Exemplo: Coutinho (2003a), Coutinho (2003b), etc.;
 - 6.2. no caso de trabalho de até três autores, seus sobrenomes na citação devem vir separados por vírgula e pela palavra “e”. Exemplo: Silva, Coutinho Neto e Assunção (2007);

6.3. no caso de mais de três autores, indicar apenas o sobrenome do primeiro autor, acrescentando a expressão *et al.* Exemplo: Coutinho Neto *et al.* (2008), sendo que, nas Referências, deve constar o nome de todos os autores. Outras palavras em latim, como *apud*, também devem ser grafadas em itálico;

6.4. nas Referências, o sobrenome dos autores deve vir em caixa alta. Exemplo: BELLEN, H. M.V.;

6.5. deve-se indicar, em itálico, o título do periódico (para artigos) ou o nome da obra (para capítulos de livro);

6.6. Quando houver duas ou mais referências do mesmo autor, a partir da segunda, esta deverá ser separada da anterior por espaço simples e uma linha de seis toques substituirá o nome do autor;

6.7. As notas não bibliográficas devem ser colocadas no rodapé em corpo 8, entrelinhas simples, ordenadas por algarismos arábicos e deverão aparecer imediatamente após o segmento do texto ao qual se refere a nota.

7. Os artigos publicados na REVISTA ENGRENAGEM têm como proprietário dos direitos autorais o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Desta forma, a reprodução total dos artigos desta revista em outras publicações, ou para qualquer outra utilidade, está condicionada à autorização por escrito do Presidente do Conselho Editorial (Editor-chefe).

8. O presente documento encontra-se disponível em: <http://www.belem.ifpa.edu.br/engrenagem>

O Conselho Editorial da REVISTA ENGRENAGEM está disponível nos seguintes contatos: Av. Almirante Barroso, n.º 1.155 – Bloco “N”, piso superior - Marco – CEP 66.093-020 - Belém/PA; Fone (91) 3201-1723; E-mail: revista.engrenagem@ifpa.edu.br e sítio eletrônico: <http://www.belem.ifpa.edu.br/engrenagem>

SUMÁRIO

Editorial

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos

Domestic Solid Waste Residues

Francisco de Assis Pinto Bezerra

Leandro Kazuyuki Hosogoshi

Mylene Cristina Sena Manso

Nayana do Socorro Farias de Sousa

O Método Científico aplicado ao estudo dos ecossistemas costeiros como metodologia de ensino na Educação Básica

The Scientific Method applied to the study of coastal ecosystems as teaching methodology in Basic Education

Helane Súzia Silva dos Santos

Explicando o Formalismo de Dirac pela polarização da luz

How to explain the Dirac's Formalism by using light polarization

Raimundo Nonato Nogueira Reis

Márcia Cristina Palheta Albuquerque

Estudo do nível de conhecimento dos resíduos sólidos e a segurança do trabalho na construção civil: Estudo de caso

Study of the level or recognition of solid wastes and work safety on civil construction: Case Study

Bruno Pantoja Figueiredo

Ana Karla Costa de Pinho

Valdeíza de Souza Abreu

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

Estudo sobre um dispositivo (bengala inteligente) para auxiliar deficientes visuais em seus deslocamentos

Study on a device (electronic cane) to assist the visually impaired in their displacements

Antonio Dionathan de Paiva da Costa

Arthur Coelho Pereira

Jean Rafael Nonato Neves

Benedito Coutinho Neto

Propriedade mecânica e absorção de água de compósito de matriz de resina poliéster e resíduo particulado utilizando MDF

Mechanical properties and water absorption of a residue matrix composite polyester and particulate waste using MDF

Tamires Isabela Mesquita Botelho

Erick Junior Cardoso da Costa

Felipe Fernandes de Azevedo

Laércio Gouvêa Gomes

Aumento horizontal de atrofia de rebordo ósseo pela técnica do split crest com instalação imediata de implante osseointegrável: relato de dois casos

Horizontal ridge increase by split crest technique with immediate installation of osseointegrable implant: two case report

Carolina Lopes Lima

Jorge Alex Pereira Rodrigues

Rogério Bentes Kato

Darlan Rocha de Souza

Estudo do nível de conhecimento e prevenção dos distúrbios auditivos na construção civil no Município de Belém: Estudo de caso

Study of the level of knowledge and prevention of auditory disorders in civil construction in the Municipality of Belém: Case study

Marcelo D. Bezerra Vieira

Jailton Santana Sousa

Marco Antonio Barbosa de Oliveira

Mike Pereira da Silva

Instruções aos autores

