



# rica

Revista Interdisciplinar  
de Ciência Aplicada



Outubro . 2016 . Ano II . Nº 2

*Luciano  
Massoco*



## ***Autores e Idealizadores***

Editores

Me. Ana Valquíria Prudêncio

Dra. Gladis Franck da Cunha

Dra. Marilda Machado Spíndola

Me. Tiago Cassol Severo

Projeto Gráfico

Cleper Ravanello

Andressa Aline Borges

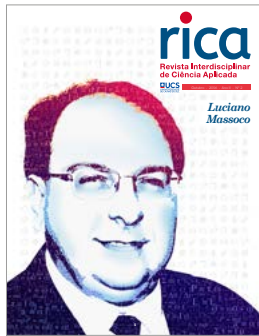
Editoração

Jones Daniel Porsche

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

Universidade de Caxias do Sul

- 01 Dois professores inesquecíveis para guardar nos corações e mentes p. 4
- 02 Propelentes sólidos para foguetes: avaliação teórica do desempenho da mistura nitrato de potássio/açúcar p. 10
- 03 A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico p.14
- 04 Eficiência energética em sistema eletromotriz de ventilação: uma análise comparativa entre motor de indução trifásico x motor de ímã permanente p. 22
- 05 Atuação do Design Estratégico junto aos saberes artesanais p. 38
- 06 Relações entre o perfil cultural e psicológico de estudantes universitários e a habilidade de interpretação de gráficos p. 46
- 07 Uma breve discussão sobre estratégias e processos de dispersão em Ostracoda p. 54



**Professora Me. Ana Valquíria Prudêncio**  
**Professora Dra. Gladis Franck da Cunha**  
**Professora Dra. Marilda Machado Spindola**  
**Professor Me. Tiago Cassol Severo**  
 Editores da Revista Interdisciplinar  
 de Ciência Aplicada

Este segundo número da RICA traz como uma novidade a seção “Suplemento Especial” que foi criada para publicação de Anais de resumos apresentados em eventos especiais organizados e sediados no Campus Universitário da Região dos Vinhedos (CARVI) tais como: Mostras, Semanas Acadêmicas, Seminários, Congressos, etc. Nesse sentido, tais eventos deverão primar pelo seu caráter científico e interdisciplinar, abrangendo áreas que vão das ciências e pedagogia até engenharias e tecnologia. Estes resumos estarão disponíveis apenas na versão on-line da revista.

Também como novidade foi criada a seção “Orientações aos Autores” que apresenta modelos em Word em dois formatos DOCX e DOC, com todas as informações necessárias para a estruturação do artigo. Nele são descritas as características de artigos e tamanho recomendado para cada seção, formatação, estilo de fonte, inclusão de figuras, formatação das referências. Enfim, sugere-se que os autores que utilizem este modelo para escrever e submeter seus artigos para RICA, atendendo as especificações da revista.

Neste número, a seção “Modelo de Professor” está marcada pela emoção ao homenagear dois professores da UCS que atuaram no Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia, mas que por força da natureza nos deixaram de forma prematura e inavisada. O artigo intitulado “Dois professores inesquecíveis para guardar nos corações e mentes” abre mão do estilo adotado em textos científicos ou acadêmicos para homenageá-los de forma mais sensível ou poética e deseja que os leitores também possam ser tocados pelos seus exemplos de vida.

Nas “Comunicações Curtas” temos um artigo que trata de propelentes sólidos para foguetes, descrevendo o método de utilização de softwares de simulação para prever o desempenho de um propelente sólido. O segundo artigo desta seção aborda o ensino de evolução, enfatizando sua importância para a formação do pensamento científico e buscando alternativas de solução para a problemática do ensino de evolução, que ainda reside na dicotomia entre ciência e religião.

“Artigos Completos” traz três artigos. O primeiro apresenta um método de análise, dimensionamento e especificação da eficiência energética de um sistema de ventilação industrial empregado em uma indústria de móveis planejados. O segundo tem como tema central a atuação, por meio do design estratégico, na integração de manufaturas ou técnicas artesanais de pequenos municípios gaúchos, explorando contemporaneamente suas potencialidades produtivas. Já o terceiro analisa as dificuldades evidenciadas por estudantes de engenharia na resolução de tarefa, que envolveu a memória trabalho.

O “Artigo de Revisão” de Cláudia Pinto Machado tem seu foco nos mecanismos de dispersão utilizados por Ostracodes. Que são organismos encontrados em praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos, desde a plataforma continental até planícies abissais, bem como em reservatórios de águas de epífitas. Neste trabalho é apresentada uma nova possibilidade de foresia para a dispersão dos ostracodes marinhos, por meio de tartarugas.

Para finalizar a seção “Indo além” traz a solução para o problema apresentado no número anterior e propõe um novo desafio aos leitores.

Assim, apresentado o número 2 da RICA, desejamos que aproveitem a leitura e participem das próximas edições!

# Dois professores inesquecíveis para guardar nos corações e mentes

Ana Valquíria Prudêncio  
Cícero Zamboni  
Douglas Onzi Pastori  
Eloice C Pavoni  
Gladis Franck da Cunha  
Marilda Machado Spindola  
Tânia Morelato  
Tiago Cassol Severo  
Centro de Ciências Exatas da Natureza e  
Tecnologia (CENT-CARVI-UCS)  
Bernardete Schiavo Caprara  
Centro de Ciências Sociais e da Educação  
(CCHE-CARVI-UCS)

**Resumo:** O presente artigo abre mão do estilo adotado em textos científicos ou acadêmicos para homenagear de forma mais sensível ou poética dois professores amigos e colegas que nos deixaram de forma inesperada e precoce. Apesar de terem vivido por um período relativamente curto, ambos deixaram como legado de vida exemplos de competência, humanidade e conhecimento que enriqueceram a trajetória de vários colegas e alunos com os quais conviveram. Cada um deles a seu modo está nos corações e mentes daqueles que tiveram a felicidade de conviver com estas pessoas ímpares. Neste sentido, a homenagem aos professores Luciano Antônio Massoco e Silvana Fehn Bastianello quer não apenas lembrá-los, mas deseja que os leitores também possam ser tocados pelos seus exemplos de vida e assim possam também mudar seu jeito de olhar o mundo e a buscar sempre a grandeza no sentido de ir para além de si mesmo, sem medo de ao cometer erros, corrigir o percurso e seguir adiante. Este artigo está estruturado a partir do depoimento de cada um dos autores de modo que diversas experiências pessoais e únicas possam ser compartilhadas para que permaneça viva na memória a presença destes professores inesquecíveis.

**Palavras-Chave:** Luciano Antônio Massoco; Silvana Fehn Bastianello; exemplos de vida; homenagem da RICA.

**Abstract:** This article pays tribute to two teachers of UCS who left us suddenly way. Despite their short live to the present day, they left legacies that affected hearts and minds of the colleagues and friends from their works. This honor also aims to share with readers the experiences of some of these friends and colleagues, who are also touched by his life examples.

**Keywords:** Luciano Antônio Massoco; Silvana Fehn Bastianello; examples of life; honor of RICA.

## 1. Introdução

Charles Dickens (1812-1870), o mais popular dos romancistas ingleses da era vitoriana, escreveu "Um conto de Natal" [1], publicado pela primeira vez em dezembro de 1843. Este conto se tornou um dos maiores clássicos natalinos de todos os tempos e uma das mais célebres obras de Dickens. Neste conto, a personagem Ebenezer Scrooge é um homem avaro que abomina o Natal e inferniza a vida de Bob Cratchit, o seu pobre, mas feliz empregado, que deveria aparecer para trabalhar normalmente, sem atrasos, no dia de Natal. Ele é então visitado pelo seu antigo sócio, que está no inferno e o avisa de que será visitado por três espíritos do Natal: do passado, do presente e do futuro. Por mais que os fantasmas do passado e presente tenham se empenhado é somente o fantasma do futuro que consegue fazer Scrooge mudar ao fazê-lo defrontar-se com sua própria morte solitária, na qual seu corpo mor-

to jazia abandonado na enormidade de uma casa vazia, sem um homem, uma mulher ou uma criança que recordasse alguma ação generosa sua. Este conto, além de muito lido, já serviu de inspiração para filmes, animações, musicais e peças teatrais por trazer a tocante ideia de que embora a morte chegue para todos, são infelizes aqueles que desaparecem no esquecimento daqueles com quem conviveram.

Este artigo, representa o oposto, ele traz as lembranças de duas personalidades marcantes Luciano Antônio Massoco, um gigante pela própria natureza, e Silvana Fehn Bastianello, uma pequena notável, que de maneiras diferentes imprimiram sua personalidade no Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia (CENT) e na RICA no sentido da busca do mais bem feito, do ir além. Quando convivemos com pessoas especiais nos modificamos e uma parte destas pessoas passa a fazer parte e viver em nós mesmos. Assim seguem abaixo os depoimentos dos autores deste artigo que foge ao estilo científico mas registra sentimentos ou experiências pessoais e únicas para que possam ser compartilhadas. Esta homenagem quer que permaneça vívida na memória a presença destas pessoas inesquecíveis, não apenas para lembrá-los, mas para que os leitores também possam ser tocados pelos seus exemplos de vida e possam mudar um pouco mais no sentido de sempre buscar a grandeza e ir para além de si mesmo, sem medo de errar, mas tendo sempre a coragem para corrigir o percurso e seguir adiante.

## **2. Luciano Antônio Massoco (Um gigante pela própria natureza!)**

### **2.1. Um amável crítico por natureza!**

O Luciano (Massoco) foi, sem dúvida, um importante elo construtor do Campus Universitário da Região do Vinhedos. Graças aos seus esforços e de outras pessoas, hoje contamos com os cursos de engenharia e design no CARVI e a infraestrutura que os acomoda.

Por ter sido o primeiro diretor do CENT (Centro de Ciências Exatas da Natureza e de Tecnologia), foi responsável por implementar e viabilizar as condições para que o CARVI ocupasse a posição de destaque dentro da UCS e mudar os paradigmas dos cursos superiores da Meso Região onde Bento Gonçalves está inserida.

Crítico por natureza, o Luciano também foi uma pessoa amável e simpática, característica que o tornou inesquecível como professor e colega, deixando saudades em todos aqueles que tiveram o prazer de conhecê-lo.

Pessoalmente, lembro do Massoco praticamente todo dia desde a sua partida. Sinto falta das nossas conversas, do seu humor, muitas vezes ácido, mas inteligente. Lembro dos happy hours em um bar de Bento Gonçalves onde eu, ele e o prof. Renato Hansen resolvíamos todos os problemas da cidade e do mundo Hansen. Esteja aonde estiver amigo, desejo a mais profunda paz e saiba que sentimos sua falta. *(Cícero Zanoni)*

### **2.2. Um engenheiro mecânico que falava sobre educação!**

Pensar no Massoco é lembrar muitas coisas, das conversas, dos desabafos, do sonhar com uma educação melhor, e porque não seres melhores e mais comprometidos, de pensar na instituição, UCS, como o lugar que se queria pertencer, de falar dos alunos e das coisas, lembro da minha inquietude de pensar que a educação deveria permear pelas várias áreas do saber e um dia começamos a falar em unir os conhecimentos de um Engenheiro Mecânico e sua paixão pela sala de aula e



Figura 1: Foto do Prof. Massoco publicada pela Câmara Municipal de Vereadores de Bento Gonçalves em sua nota de pesar de 11/08/2014.

por vários sábados.

Isso ocorreu em 2004, quando nos reuníamos, eu, o Massoco e mais dois colegas para pensar numa especialização juntando as várias áreas do conhecimento, um falava o outro respondia e assim depois de vários encontros, nasceu a Especialização em Gestão Estratégica em Educação, que no Carvi está na terceira edição, mas já foi ofertada em Canela e Vacaria. O Massoco trabalhou em quatro edições e foi sempre o professor homenageado em todas, ele também atuaria na oferta em curso, mas foi dar aulas em outro plano.

Ele dizia que eu era louca em chamar um engenheiro mecânico para falar sobre educação, um Engenheiro Mecânico, com cara de professor, grande no tamanho, mas maior ainda no seu entusiasmo pela vida, pelo conhecimento e que encantava a todos com sua fala. Ou seja, ele falava para engenheiros e para educadores com muita desenvoltura não tinha medo e era um entusiasta da inovação. Sabia do que falava e de onde falava. Faz falta. *(Bernardete Schiavo Caprara)*

### **2.3. Um gestor e professor eficiente!**

Quando entrei na UCS em 2001, o Luciano era diretor do CENT. Muito proativo, habilidoso e carismático, buscava com determinação um ensino de qualidade. Sempre que conversávamos sobre propostas de projetos de extensão ele dizia: "O que você precisa?" ... não demorava uma semana e estava tudo organizado. Graças ao apoio incansável dele, pude dar início ao projeto GINCARVI - Gincana de Tecnologia do CENT, que hoje encontra-se na sua 9 edição. Além disso, ele promoveu o aumento da infraestrutura dos laboratórios de engenharia e estabeleceu parcerias com empresas através do ATUE, impulsionando o avanço tecnológico do CENT. Saudades do Colega e Amigo! *(Tânia Morelato)*

### **2.4. Energia, dinamismo e talento incrível para liderar!**

Foram diversas as vivências boas com o Prof. Luciano, não lembro de algo específico, mas sim dele, que, antes de tudo, era um colega simples, amigo, queria saber se estava tudo bem, empático...sempre autêntico, sorriso espontâneo.

Lembro bem, principalmente dos primeiros anos em que trabalhamos juntos, por vê-lo sempre com muita energia, dinâmico, decidido, e com um talento incrível para liderar, ele puxava a equipe toda, animava, dava responsabilidades, cobrava, mas sabia cobrar com gentileza sem omitir se não estava de acordo. Como sabia bem o que queria da gente, ensinava, e como se aprendia com ele...

Ele sempre quis que o Centro fosse "o melhor", que se destacasse no que oferecia, que crescesse, com cursos, serviços, qualificação de funcionários e ficava feliz com a gente quando crescíamos, tanto pessoal quanto profissionalmente, e mais... tinha uma percepção muito à frente das coisas!

Em compensação, quando ficava estressado ou bravo, caminhava com muita pressa, a passos mais largos ainda, para quem o conhecia era visível o seu estado emocional.

Deixou muitas saudades quando saiu da Direção do CENT, quando solicitou redução de Carga Horária, pois já víamos ele bem menos por aqui, apesar disso aquela pessoa alegre e de passos largos, disposto, sempre nos abanava de onde estivesse, vinha sempre trocar uma palavra ou dar um Oi, nem que fosse para reclamar de algo, mas de repente nos deixou para sempre... isso foi triste demais, pois sabemos que perdemos um grande colega! Para mim foi uma perda enorme, sem palavras para descrever! *(Eloice C. Pavoni)*

### **2.5 A vontade de transformar, construir e fazer diferente!**

Nossas poucas palavras são apenas um alento a memória daqueles que partiram sem despedidas. O professor Massoco, pouco mais de dois anos, deixou significativos rastros de sua passagem. Minha memória evoca sua fala forte e precisa, sua vontade de transformar, de construir, de fazer diferente. Um personagem ilustre que marcou pelos seus feitos e por suas ideias inovadoras. No meio acadêmico, o Massoco construiu parte de sua vida e contribuiu significativamente para a formação de muitos outros, hoje engenheiros. Cumpriu a missão, embora tenha partido tão cedo. *(Marilda Machado Spíndola)*

### 3. Silvana Fehn Bastianello (Nossa pequena notável!)

#### 3.1. Uma pequena carta

O discurso científico deve falar sobre a verdade, assumir a posição que cabe à verdade. E quando se fala a verdade, trata-se basicamente de um enunciado que se opõem à mentira e ao erro. Ou seja, há uma valoração inerente ao discurso científico, à sua forma de expressão: o artigo acadêmico. Porém, a verdade de uma amizade cabe na forma da ciência? É possível ser verdadeiro, caso ainda se faça questão de seguir tal axiologia, quando se justapõe afetividade e discurso científico? Ou então a pergunta definitiva: qual a melhor forma de falar sobre o afeto de uma amizade?

Não é possível saber sem experimentar. Adotarei, portanto, a primeira pessoa do singular para conjugar verbos, e farei da subjetividade o fundamento da emissão discursiva da verdade para versar sobre um objeto especial, uma amiga. A forma de expressão, uma pequena carta. Se esta posição ocupa o antípoda do artigo científico, com ela provarei que a verdade pode habitar outros lugares, se formar de outros modos, sem abandonar os valores positivos a ela que oriundam.

Meu objeto, a colega Silvana Bastianello, professora do curso de Design da Universidade de Caxias do Sul, chegou ao campus de Bento Gonçalves quando da implantação do curso de design gráfico, que logo entrou em processo de oclusão devido à baixa procura pelo processo de formação, vindo a ser absorvido pelo curso design de produto, fundindo-se no curso vigente de design. Ou seja, tempos de turbulência que este espírito aguerrido teve de superar para sobreviver numa terra onde a referência familiar por vezes diz mais do que a pessoa em si (sua natalidade, a cidade de Santa Maria,

afastava dos círculos de formação do espírito local).

Silvana era a mulher estrangeira numa terra que não valorizava o design gráfico.

Porém, persistentemente, com uma crença inabalável de formação, permaneceu, turma após turma de Composição Visual, projeto gráfico, análise e produção gráfica, TCCs, no processo de institucionalização do design gráfico na terra das videiras e dos móveis seriados. Hoje, após seu falecimento, sabemos que o crescente número de agências de publicidade e escritórios de design que oferecem o design gráfico como diferencial de projeto, tem em seus métodos e matérias primas de trabalho, os pequenos dedos e o olho preciso dessa professora que fez da sua vida uma pequena batalha de sobrevivência: primeiro para sair de casa do interior de Santa Maria, depois para sair do estado e lecionar em terras quase que estrangeiras (Joinville), e então, se estabelecer na Universidade de Caxias do Sul.

Professora que tinha na agressividade e no amor maternal uma forma de método, pois não tinha alunos, mas sim filhos e não sabia ensinar nem aprender de outro modo a não ser esse apaixonado, hoje colhe um curso que muito lhe orgulhava, colegas que muito a respeitavam, e alunos que estão mudando o perfil criativo da cidade e da região.

Vê-la trabalhar e mudar e enfrentar as adversidades conosco foi um prazer. Hoje esse prazer assume notas mais escuras na forma das saudades. E as saudades assume a forma de um compromisso na manutenção e desenvolvimento da alta qualidade gráfica que acabamos conquistando no aprendizado coletivo a partir do convívio contínuo que tivemos, qualidade que se expressa no fortalecimento do pensamento e dos afetos que unem quem por aqui ficou, nós, professores e alunos de design. (Douglas Onzi Pastori)



Figura 1: Foto do Prof. Massoco publicada pela Câmara Municipal de Vereadores de Bento Gonçalves em sua nota de pesar de 11/08/2014.

### 3.2. A ciência por trás da beleza!

Colega da Silvana há alguns anos, ela sempre me chamou a atenção pelo seu senso de humor em comentários sarcásticos, mas elegantes que pronunciava com uma voz doce e suave. Contudo, quando passamos a construir a RICA nossos laços afetivos se estreitaram e pude ver seu olhar atento aos detalhes do Design Gráfico. Todos que tiveram acesso à versão impressa da RICA vol.1 nº1 comentaram o quanto ela era uma revista bonita, em grande parte tem a mão da Silvana nesta beleza pois ela orientou a criação deste projeto gráfico do Cleper Ravello e da Andressa Aline Borges.

Silvana também me fez enxergar um pouco deste mundo quando estávamos fazendo as correções no arquivo para impressão desse volume, pois ao sugerir que reduzíssemos a margem inferior ela foi categórica: as coisas estão assim por um motivo. Ou seja, há toda uma ciência por trás da beleza e se todos gostaram da revista isto não foi obra do acaso, mas do conhecimento, da pesquisa e da atenção aos detalhes. Depois deste evento, também passei a olhar o mundo com um pouco de mais cuidado aos pequenos detalhes tentando descobrir os segredos da escolha das cores, fontes e imagens das publicações impressas e, mesmo que não as entenda sei que não estão ali por acaso. Como me disse Silvana: elas têm um porquê! Saudades “riquinha”! (Gladis Franck da Cunha)

### 3.3. Uma visão mais elaborada e bonita do mundo!

A professora Silvana sempre foi de um profissionalismo exemplar. Em inúmeras situações tive a sua contribuição em meus trabalhos voltados a UCS que foram desde a concepção da nossa própria RICA até seus trabalhos na organização da arte visual de nos-

sa Semana Acadêmica da UCS CARVI CENT. A mesma sempre teve um parecer positivo e sensível a nossas ideias, muitas vezes, essas quadradas providas de um mundo cartesiano de ângulos retos e com poucas curvas. A professora Silvana conseguia aproveitar nossas ideias cartesianas e transformar em algo mais sensível, mais humano, mais elaborado e sublime. Lembro que sempre foi proativa e sempre transmitiu seu conhecimento de uma forma espetacular com seus estagiários e estudantes, que muito trabalharam em parceria com nossos projetos. A professora Silvana nos deixa, mas sua visão mais elaborada e bonita de um mundo fica em nossos corredores, salas e corações. (Tiago Cassol Severo)

### 3.4. Uma saudade ficou, um vazio no corredor!

Querida Sil: que vida loka! Ficou a lembrança do nosso último abraço, trocado rapidamente antes da viagem a Caxias, poucas horas antes da sua última partida. Uma saudade ficou, um vazio no corredor, principalmente para aqueles que te admiravam de perto. Não conseguimos concluir nossos projetos, ficou faltando o fechamento da revista, outras coisas mais...enfim, nos fizeste uma surpresa. (Marilda Machado Spindola)

### 3.5. Muito mais que uma colega de trabalho!

Este é um texto impossível de escrever no momento! O que está escrito aqui é apenas a compilação de algumas das minhas poucas falas, organizadas por colegas da revista. Se ainda não escrevo ou falo pouco sobre Silvana é porque ainda dói demais tê-la perdido.

Ela era para mim bem mais do que uma colega de trabalho, era a madrinha do meu filho, um menino que ainda não completou um ano de idade. Mas também ela era colega e, no papel de

Coordenadora do Curso de Design tive muita dificuldade em vencer o grande desafio de conseguir fazer sua substituição nas várias disciplinas que ela ministraria no segundo semestre de 2016. Não foi um desafio totalmente vencido, porque tivemos que cancelar uma destas disciplinas até encontrar outro professor com mesmo domínio dos seus conteúdos conceituais e procedimentais. Fica ainda nesta edição da RICA o registro da sua orientação de TCC que deu origem a um dos artigos, bem como a concepção gráfica e o desafio para continuar fazendo bonito!

(Ana Valquíria Prudêncio)

## 4. Considerações finais

Muito ainda deveria ser escrito se quiséssemos homenagear estes dois colegas e amigos da forma como merecem, mas não é fácil colocar em prosa sentimentos e emoções eivados pelas saudades. A montagem deste texto foi marcada pela emoção, não foi muito fácil selecionar e colocar aqui as fotos que relembram estas pessoas tão queridas.

Assim, acabamos por ser sucintos pela simples impossibilidade de dominar um pouco da dor de lembrar quem tão cedo nos deixou. Mas, a versão da RICA para impressão trará duas capas, que também se constituirão em um tributo afetivo para guardar nos corações e mentes.

Há culturas que recebem a morte com alegria, infelizmente não somos assim e a montagem deste artigo, em vários momentos nos levaram às lágrimas, porém queremos deixar aqui não a dor, mas o exemplo de vida que nos legaram.

A professora Silvana foi um exemplo de que é possível endurecer-se sem perder a ternura como diria Che Guevara! Assim, apesar de ser tão exigente, sem deixar escapar nenhum detalhe, ela inspirava carinho e muitos



de seus orientandos e colegas viraram seus grandes amigos! Sua figura miúda, com menos de 1,60 m e voz suave, impressionavam pela força e disposição que continha. Assim, se num momento era capaz de fazer uma crítica contundente que incomodava bastante, passado o impacto e percebendo que ela tinha razão se ficava com vontade de abraça-la.

Em relação ao Prof. Massoco, solicitamos aos leitores que atentem aos textos escritos aquele que foi nosso primeiro Diretor. Ou seja, ele foi nosso chefe e era bastante exigente, apesar disso não tínhamos o ímpeto de criticá-lo para desabafar e reduzir o estresse, como é comum acontecer. Pelo contrário, todos que se lembram dele incluem palavras eivadas de afeto. Surpreendente não é mesmo? Um chefe por quem tivemos e ainda temos carinho. Um chefe que alguns chamam de irmão e ainda mantém sobre suas mesas de trabalho a foto desse grande amigo (não é mesmo Renato Hansen?).

Contudo, como todo chefe o Massoco também era perigoso, pois bastava chegarmos com uma ideia boa que ele já dizia: "Então vamos!" "Não vamos nos queimar por pouco, sejamos grandes!" Ou seja, nos sentíamos compelidos a deixar nossos medos para trás e a ir em frente! Prezados leitores percebam o perigo disso! Todavia, ele sempre se colocou como parceiro nestas empreitadas enfrentado conosco os perigos e, se tantas coisas foram construídas, elas se deveram, em parte, a este companheirismo sem medo que ele emprestava.

Para nossa felicidade, sua partida não deixou somente a saudade porque seu espírito empreendedor contaminou a todos com quem conviveu e as ideias inovadoras continuam surgindo e sendo efetivadas. Assim, embora tendo nos deixado tão cedo este homem talentoso, com quase dois metros de altura e voz de trovão, deu suporte às mudinhas que cresceram fortes e

podem continuar agindo com entusiasmo e autonomia.

Contudo a saudade destes queridos e inspiradores amigos persiste. Para dar vazão a este sentimento vamos recorrer a um dos maiores poetas brasileiros: Chico Buarque de Holanda, que nos versos da canção "Pedaço de mim", composta para Ópera do Malandro, escrita em 1978 [2] explora todos os significados possíveis para o sentimento da saudade. Esta canção foi composta para registrar a morte do filho de Zuzu Angel, Stuart Angel Jones, assassinado pelos militares durante a ditadura militar na década de 70 e pode ser interpretada quase como um hino a todos que perderam entes queridos, vítimas de um destino que altera a ordem natural do ciclo de vida [3].

Assim sendo, finalizamos este artigo de forma poética, já que os versos de Chico Buarque retratam várias formas de sentir saudades e podem refletir as diferentes saudades que os autores deste artigo, bem como aqueles tantos outros admiradores destas duas personagens podem estar sentindo:

### **Pedaço de Mim**

Oh, pedaço de mim  
Oh, metade afastada de mim  
Leva o teu olhar  
Que a saudade é o pior tormento  
É pior do que o esquecimento  
É pior do que se entrevar

Oh, pedaço de mim  
Oh, metade exilada de mim  
Leva os teus sinais  
Que a saudade dói como um barco  
Que aos poucos descreve um arco  
E evita atracar no cais

Oh, pedaço de mim  
Oh, metade arrancada de mim  
Leva o vulto teu  
Que a saudade é o revés de um parto  
A saudade é arrumar o quarto  
Do filho que já morreu

Oh, pedaço de mim  
Oh, metade amputada de mim  
Leva o que há de ti  
Que a saudade dói latejada  
É assim como uma fisgada  
No membro que já perdi

Oh, pedaço de mim  
Oh, metade adorada de mim  
Lava os olhos meus  
Que a saudade é o pior castigo  
E eu não quero levar comigo  
A mortalha do amor  
Adeus  
(Chico Buarque, 1978 [4])

## **5. Referências**

[1] DICKENS, Charles. *Um Conto de Natal*. Trad. Ademilson Franchini e Carmen Seganfredo. Porto Alegre: L&PM Pocket, 2011.

[2] WIKIPÉDIA. *Ópera do Malandro*. S.d. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%93pera\\_do\\_Malandro](https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%93pera_do_Malandro), acesso em 07/10/2016.

[3] MORAIS, R. *Pedaço de mim com Chico Buarque - recordação*. Blog do Roberto Moraes, 2014. Disponível em: <http://www.robertomoraes.com.br/2014/02/pedaco-de-mim-com-chico-buarque.html>, acesso em 07/10/2016.

[4] HOLANDA, C. B. *Pedaço de mim!* Disponível em LETRAS: <https://www.letras.mus.br/>, acesso em 07/10/2016.

# Propelentes sólidos para foguetes

## Avaliação teórica do desempenho da mistura nitrato de potássio/açúcar

Rafaela Baldissera  
Douglas Moraes Soares  
Tiago Barreto Gedoz  
Tânia Morelato  
Tiago Cassol Severo  
Matheus Poletto

Grupo Gincarvi Jr. de Tecnologia em  
Foguetes  
Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de  
Tecnologia (CENT)  
Universidade de Caxias do Sul (UCS)  
Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil.

**Resumo:** A propulsão de foguetes é uma área bastante desafiadora onde conceitos de física e química podem ser amplamente explorados. Para projetar um motor de foguete que utiliza propelente sólido uma série de fatores deve ser avaliada, uma vez que os compostos utilizados na formulação do propelente são explosivos e devem estar balanceados para melhores resultados de propulsão. Este trabalho utiliza softwares de simulação para prever o desempenho de um propelente sólido utilizado em foguetes, onde o impulso específico, a velocidade de exaustão característica, a temperatura de combustão e os produtos gerados com a combustão do propelente a base de nitrato de potássio e açúcar (KNSu) fo-

ram avaliados. Os resultados demonstraram que os valores de velocidade de exaustão característica e temperatura de combustão obtidos para a simulação da queima do propelente estão de acordo com os valores encontrados na literatura, enquanto que o impulso específico apresentou valor ligeiramente inferior. Os produtos da reação de queima do KNSu são em sua maioria dióxido de carbono, monóxido de carbono e água. A simulação utilizada para prever o desempenho do propelente sólido para foguetes é uma alternativa segura e viável para desenvolver motores foguete.

**Palavras-chave:** Foguete, propelente sólido, impulso específico.

**Abstract:** Rocket propulsion is a very challenged field in science. To design a solid-propellant rocket motor a lot of factors must be considered because the compounds used in the propellant formulation are explosives. This work uses computer simulation to predict the performance of a solid rocket propellant based on the results of specific impulse, characteristic exhaust velocity, combustion temperature and combustion reaction products of potassium nitrate/sugar (KNSu). The results demonstrated that characteristic exhaust velocity and combustion temperature presents values similar to the literature, while the specific impulse showed lower values when compared with the literature values. The reaction products from KNSu combustion are

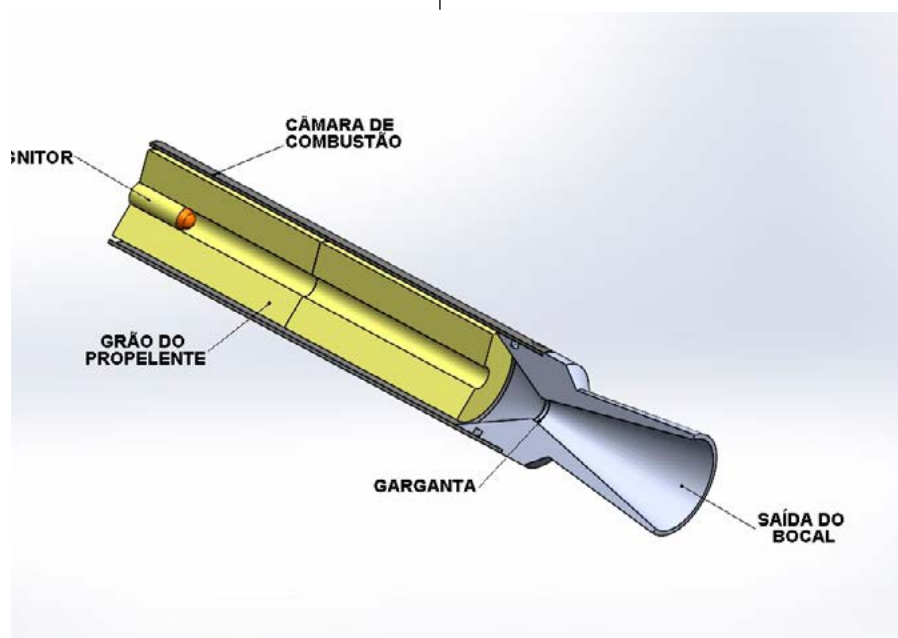


Figura 1: Seção transversal de um motor de foguete que utiliza propelente sólido

mostly carbon dioxide, carbon monoxide and water. The simulation used to predict the performance of a solid rocket propellant is a safe and viable alternative to be used to design rocket motors.

**Keywords:** Rocket, solid propellant, specific impulse.

## 1. Introdução

Motores de foguetes que utilizam propelentes sólidos constituem um método eficaz de propulsão [1]. Estes propelentes são utilizados por construtores amadores de foguetes, mas também podem ser utilizados em aplicações espaciais e militares.

O propelente sólido é uma mistura complexa e estável de compostos oxidantes e redutores. Em um motor de foguete o propelente que irá gerar a propulsão para o mesmo está contido em uma câmara de combustão [2,3]. Esta câmara consiste em um vaso de pressão que é projetado para suportar as elevadas pressões geradas pelos gases oriundos da combustão do propelente [2].

Cada parte do propelente disposta na câmara é chamada de grão [2]. Quando o grão é ignitado deverá queimar de maneira contínua e homogênea, gerando calor e formando moléculas gasosas de baixa massa molecular [4]. Os gases fluem através de um bocal convergente-divergente proporcionando a impulsão ao foguete [2,5]. A Figura 1 mostra o design típico de um motor de foguete que utiliza propelente sólido.

O propelente constituído por sacarose e nitrato de potássio, conhecido como KNSu, é um propelente tradicionalmente utilizado em minifoguetes. Os componentes para produção do combustível são de fácil obtenção e este propelente produz um impulso específico relativamente elevado [6]. O açúcar atua como combustível, en-

quanto que o nitrato de potássio age como oxidante. Diversos experimentos são realizados utilizando esse tipo de propelente [1-5], uma vez que ele é barato, não requer equipamentos complexos para sua produção e apresenta bom desempenho durante sua queima quando comparado a propelentes mais avançados como o perclorato de amônio.

O objetivo deste trabalho é prever o desempenho de um motor de foguete que utiliza propelente sólido a base de KNSu utilizando softwares de simulação para otimizar o projeto do futuro motor sem a necessidade de construção e teste de vários motores.

## 2. Desenvolvimento

A formulação do propelente utilizada para as simulações foi baseada na literatura [6]. O KNSu é normalmente produzido através de uma mistura de 65% em massa de nitrato de potássio e 35% em massa de açúcar. Os parâmetros teóricos obtidos para a queima do propelente foram encontrados utilizando o software ProPEP 3 (Propellant Performance Evaluation Program) versão 1.0.1, com pressão na câmara do motor igual a 1000 psi (68 atm). A massa de propelente considerada na simulação foi igual a 1 kg. Para a simulação no software ProPEP 3 foram adotadas as seguintes condições [3]:

- Os produtos gerados com a combustão do propelente são homogêneos;
- Os gases provenientes da combustão obedecem à lei dos gases ideais;
- A razão do calor específico ( $C_p/C_v$ ) dos gases de combustão é constante em todo o motor;
- Nenhum calor é trocado através da parede do motor e o fluxo de calor é adiabático;
- A variação da temperatura e da pressão é somente axial e o fluxo

no bocal de saída do foguete ocorre em apenas uma dimensão.

Para avaliar o comportamento do motor e do propelente na geração do impulso do foguete foi utilizado o SRM 2014 (Solid Rocket Motor Performance). Este programa permite escolher uma pressão máxima desejável para a câmara do motor e a partir de dados como as dimensões do motor e do grão do propelente pode-se estimar a desempenho do foguete. A pressão máxima escolhida na câmara do motor foi de 1000 psi, ou seja, a mesma pressão utilizada para a simulação no ProPEP 3.

## 3. Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os parâmetros teóricos obtidos com a queima do KNSu utilizando o software ProPEP 3. Os valores obtidos nesse trabalho são comparados com valores obtidos em outros estudos que também utilizaram KNSu como propelente.

**Tabela 1 – Diversos parâmetros utilizados para comparar o desempenho de propelentes**

parâmetros	Unidade	KNSu [7]	KNSu [4]	KNSu
Impulso específico	s	130	164,4	115,9
Velocidade de Exaustão	m/s	946,7	913,4	924,6
Densidade	g/cm <sub>3</sub>	1,80	1,888	1,888
T combustão	K	1720	1720	1722
Calor específico (C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub> )		1,044	1,0437	1,0437

De maneira geral, todos os resultados obtidos nesse trabalho apresentaram proximidade a outros valores encontrados na literatura [4,7], a única exceção é o impulso específico. Provavelmente esse comportamento pode ser resultante de diferentes condições de contorno adotadas por outros autores para determinação dos parâme-

tros teóricos. A velocidade de exaustão característica é normalmente utilizada para comparar a performance de diferentes sistemas de propulsão para foguetes [8]. Esta velocidade pode ser relacionada com a eficiência da combustão na câmara do motor e é essencialmente independente das características do bocal [8]. A velocidade de exaustão característica obtida através do software ProPEP 3 é semelhante aos outros valores encontrados na literatura, bem como os valores de densidade, temperatura de combustão e também da relação do calor específico.

A variação da força com o tempo total de voo do foguete obtida através da simulação no SRM 2014 está mostrada na Figura 2. A força máxima obtida é de 559N depois de transcorridos 0,45s do lançamento. De acordo com a simulação, após transcorridos menos de 0,1s do lançamento a força atinge aproximadamente 400N, o que demonstra que um elevado impulso é obtido em um curtíssimo período de tempo, resultando em uma elevada aceleração do foguete com a queima do propelente. No entanto, após 0,5s a força começa a diminuir e o tempo para a queima total do propelente, de acordo com a simulação, é de aproximadamente 1,1s.

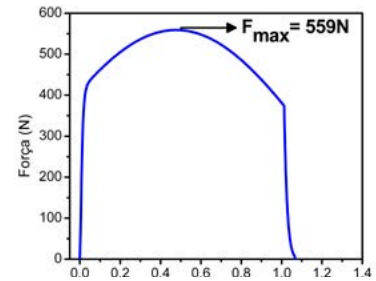
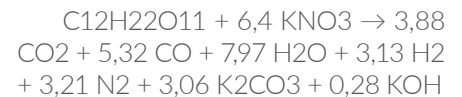


Figura 2: Variação da força em função do tempo para a simulação do foguete utilizando KNSu como propelente

A reação de queima do propelente envolve a oxidação da molécula de sacarose presente no açúcar pelo nitrato de potássio. A reação, além da liberação de energia, gera diversos produtos. A reação proposta obtida com auxílio do software ProPep 3, pode ser observada conforme a equação química abaixo:



Sob as condições de temperatura e principalmente pressão em que esta reação ocorre, a maioria dos produtos gerados está na forma de gás. Estes gases contribuem para aumentar a pressão na câmara do motor e à medida que são expelidos auxiliam ainda mais na impulsão do foguete.

A Figura 3 mostra um lançamento realizado pela equipe Gincarvi Júnior da UCS. Pode-se verificar o foguete na base de lançamentos instantes antes de ser lançado, Figura 3(a), e depois de transcorridos 1-2 segundos do lançamento, Figura 3(b) e Figura 3(c), respectivamente.

O teste de lançamento foi positivo e o motor do foguete suportou a elevada temperatura dos gases gerados, bem como a pressão exercida dentro da câmara do motor. Observa-se também a grande quantidade de gases liberados com a queima do propelente KNSu. As maiores quantidades de gases liberados, segundo a reação anterior, são vapor de água, monóxido de

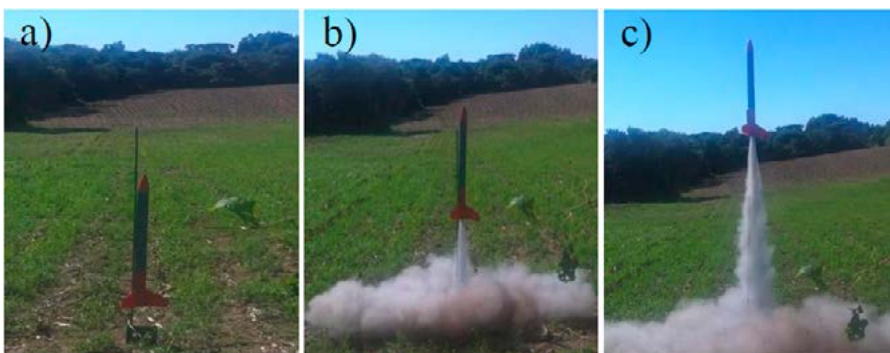


Figura 3: Teste de lançamento utilizando KNSu como propelente

carbono e dióxido de carbono, respectivamente [9].

O gás nitrogênio é inerte, enquanto o gás hidrogênio formado pode se combinar com o oxigênio do ar produzindo água. O carbonato de potássio e o hidróxido de potássio apresentam certa reatividade, mas não são considerados tóxicos. Ressalta-se ainda que traços de outros gases tóxicos podem ser formados, tais como, metano, NOx, entre outros, no entanto sua quantificação requer equipamentos mais avançados e medições in situ.

#### 4. Conclusões

Os resultados mostraram que os valores de velocidade de exaustão e temperatura de combustão obtidos durante a simulação estão de acordo com os valores encontrados na literatura. O impulso específico apresentou valor inferior, provavelmente em função de adoção de diferentes condições de contorno adotadas para determinação dos parâmetros teóricos.

Os produtos da reação de queima do propelente são em sua maioria dióxido de carbono, monóxido de carbono e água. O teste de lançamento foi bem-sucedido, o que demonstra que a simulação utilizada para prever o desempenho do propelente sólido para foguetes é uma alternativa segura e viável para desenvolver motores foguete.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade de Caxias do Sul por apoiar este projeto de pesquisa.

#### 6. Referências

- [1] CARTER, M.G. *An investigation into the combustion and performance of small solid-propellant rocket motors. Final Thesis Report. University of New South Wales*. 2008; 1-34.
- [2] ALIYU, B.K.; OSHEKU, C.A.; OYEDEJI, E.O.; ADETORO, M.A.; OKON, A.A.; IDOKO, C.M. *Validating a novel theoretical expression for burn time and average thrust in solid rocket motor design*. 2015, v. 5, n., p. 1-11.
- [3] KUMAR, M.P.; PALEKAR, S.G. *Design and performance analysis of aluminized sugar aided rocket propulsion using MATLAB*. *International Journal of Science and Research*. 2015, v. 4, n. 10, p. 624-627.
- [4] OLAYOYE, O.S.; ABUDULHAFEEZ, O.A. *Design and performance characteristics of a rocket using potassium nitrate and sucrose as propellants*. *International Journal of Science and Research*. 2014, v. 3, n.8, p. 1892-1897.
- [5] SCIAMARELI, J.; TAKAHASHI, M.F.K.; TEXEIRA, J.M. *Propelente sólido compósito polibutadiênico: I - influência do agente de ligação*. *Química Nova*, 2002, v. 25, p. 107-110.
- [6] FOLTRAN, A.C.; MORO, D.F.; da SILVA N.D.P.; FERREIRA, A.E.G.; ARAKI, L.K.; MARCHI, C.H. *Burning rate measurement of KNSu propellant obtained by mechanical press*. *Journal of Aerospace Technology and Management*. 2015, v. 7, n. 2, p. 193-199.
- [7] NAKKA, R. *KN-Sucrose propellant chemistry and performance characteristics*. *Richard Nakka's Experimental Rocketry Web Site*. 1999.
- [8] SUTTON, G.P.; BIBLARZ, O. *Rocket Propulsion Elements*. *John Wiley & Sons*. 2000.
- [9] BALDISSERA, R.; GABRIEL, L.; POLETO, M. *Propelentes sólidos para foguetes - Avaliação da geração de gases tóxicos com base nas reações de combustão*. *5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves*, 2016.

# A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico.

Ariane Pegoraro  
Luana Gonçalves Soares  
Mariluz Zucco Rizzon  
Eliete Dal Molin  
Fabiana Martins Fernandes  
Luciana Bonato Lovato

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática  
Gladis Franck da Cunha  
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática  
Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

**Resumo:** A evolução é um conceito chave na compreensão das ciências da vida e tem como ideia central a mutabilidade dos seres vivos. Contudo em pleno século XXI ainda encontra muita resistência, especialmente em virtude de falta de conhecimento e de aspectos religiosos. Esta resistência deve ser levada em conta uma vez que o estudo

da evolução pode trazer importantes subsídios para o desenvolvimento tecnológico inserido no desafio da sustentabilidade. Com o objetivo de destacar a importância do estudo da evolução para a ciência aplicada, este artigo foi elaborado pelas mestrandas da disciplina Tópicos atuais em Biologia Molecular, Genética e Evolução do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, que foram desafiadas, a partir dos respectivos projetos de pesquisa, a responder à questão: Qual a importância do ensino de evolução para o desenvolvimento científico? Os argumentos desenvolvidos sugerem que o ensino de evolução pode contribuir de forma direta com uma educação crítica e científica porque integra diferentes áreas e estrutura uma visão de mundo. Contudo, para enfrentar os desafios impostos aos educadores da área científica, sua formação docente deve incorporar as discussões sobre os conteúdos específicos e seus dilemas e conflitos com outras visões de mundo, para que não seja cometido o erro conceitual de confundir questões teológicas e científicas, pois o conceito teológico de criação não é um conceito científico e os conhecimentos científicos sobre evolução não respondem aos questionamentos religiosos, constituindo-se, portanto em áreas distintas da educação.



Figura 1: Nesta charge um gorila aos prantos reclama ao fundador da sociedade de prevenção à crueldade com os animais, Sr. Bergh: "Este homem quer reivindicar o meu pedigree. Ele diz ser um dos meus descendentes". Admoestando Darwin, o Sr Bergh diz: " Ora Sr. Darwin, como você pode ofendê-lo desta maneira?" [2]

**Palavras-chave:** ensino de evolução, diferentes visões de mundo, formação docente.

**Abstract:** Evolution is a key concept in understanding of life sciences and its central idea is the mutability of living beings. But in the XXI century is still a lot of resistance, especially due to lack of knowledge and religious aspects. This resistance must be taken into account as the study of evolution can contribute significantly to the technological development inserted in the sustainability challenge. In order to highlight the importance of studying the evolution of applied science, this article was prepared by Masters students of the discipline Tópicos atuais em Biologia Molecular, Genética e Evolução in the Master Professional in Science and Mathematics Teaching, which were challenged, from their research projects, to answer the question: How important is the teaching of evolution to scientific development? Developed arguments suggest that the teaching of evolution can contribute directly to a critical and scientific education because it integrates different areas and structure a worldview. However, to address the challenges facing educators in the scientific field, their teacher training should incorporate discussions on the specific contents and their dilemmas and conflicts with other worldviews, that is not made the conceptual mistake of confusing theological and scientific questions, as the theological concept of creation is not a scientific concept and scientific knowledge about evolution not respond to religious questions, constituting themselves thus in different areas of education.

**Keywords:** teaching of evolution, different worldviews, teacher training

## 1. Introdução

A evolução é um conceito chave na compreensão das ciências da vida, mas para a maioria dos estudantes universitários ela se constitui em conteúdos que foram abordados apenas durante o Ensino Médio, quando é o caso. Apesar de sua importância, a ideia central de que os seres vivos sejam mutáveis desde a publicação do livro “A origem das espécies”, até os dias de hoje ainda encontra muita resistência [1].

A figura 1 mostra uma das muitas charges pejorativas sobre as ideias evolutivas de Darwin publicada em jornais ingleses após a publicação do livro “A origem das espécies” em 24 de novembro de 1859 [2]. A não aceitação deste fato pode ser atribuída a três fatores: falta de conhecimento sobre a natureza da ciência; falta de conhecimento sobre evolução; aspectos religiosos. No caso das religiões há muitas variações desde aquelas que ainda defendem que a Terra seja plana, ou os que negam a Terra plana, mas defendem o Geocentrismo. Tais religiões tem muita abrangência de modo que, em pesquisa recente foi revelado que um entre quatro americanos (25%) acreditam que o Sol gira em torno da Terra [3]. Por outro lado, há os adeptos do “design inteligente” que aceitam as descobertas científicas sobre evolução, sem cair no extremo oposto ao criacionismo, ou seja, o materialismo evolucionista.

Em estudo interdisciplinar realizado na Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, em 2006 e 2007, verificou-se que entre 920 estudantes universitários de vários cursos como Ciências Biológicas, Filosofia, Física, Geografia, História e Química, 8,9% não aceitam a evolução e acreditam na versão da Bíblia para a criação, porém 57,7% aceitam a evolução e acreditam que isso não descarta a existência de um Deus. No total, mais de 90% dos entrevistados escolheram alternativas

que indicam a aceitação da evolução, especialmente, os processos de microevolução [4]. Apesar de ainda ser um tema controverso do século XXI, o estudo da evolução pode trazer importantes subsídios para o desenvolvimento tecnológico inserido no desafio da sustentabilidade.

Nesse sentido, o presente artigo, objetiva destacar a importância do estudo da evolução para a ciência aplicada, especialmente no que tange à natureza mutável dos seres vivos, sua interdependência e relações com o ambiente.

## 2. Estruturação do artigo

Este artigo apresentará argumentos em favor do ensino de evolução. Para tanto, as mestrandas da disciplina Tópicos atuais em Biologia Molecular, Genética e Evolução do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática foram desafiadas a responder à questão: Qual a importância do ensino de evolução para o desenvolvimento científico? Foram também desafiadas a responder esta questão a partir dos respectivos projetos de pesquisa. Assim, os quatro subtítulos dos resultados se relacionam às temáticas das pesquisas das seis mestrandas, que estão trabalhando com projetos sobre corpo humano, sustentabilidade, feiras de ciências e água.

Neste mestrado, o contexto dos projetos é o Ensino de Ciências, o qual deve incluir habilidades e competências para aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver com os outros e aprender a ser. Assim, cada autora enfatizará como o ensino ou os conhecimentos sobre evolução contribuirão para que tais habilidades e competências sejam desenvolvidas com educandos da educação básica. Ariane trata da importância deste conhecimento para conscientização sobre hábitos alimentares saudáveis. Luana destaca que as relações entre os processos

evolutivos e os problemas ambientais que enfrentamos pode levar os educandos a questionar as relações da espécie humano com os ambientes naturais e alertar para a necessidade de busca de alternativas sustentáveis para nossa sobrevivência. Mariluz destaca que o conhecimento dos processos investigativos realizados por Charles Darwin possibilita desafiar os educandos a realizarem pesquisas fundamentadas pela metodologia científica. Eliete, Fabiana e Luciana partem das teorias de origem da vida e seguem pela evolução humana, mostrando que a água permeia todos os processos evolutivos, bem como é fundamental para a sobrevivência humana, buscando sensibilizar os educandos para a importância da preservação dos recursos hídricos.

As discussões e conclusões foram escritas a “sete mãos”, retomando a essência de cada uma das reflexões individuais e sugerindo alternativas para que o ensino de evolução não seja excluído da educação básica, nem gere conflitos com diferentes áreas, tais como o ensino religioso.

### 3. Resultados

#### 3.1 Alimentação: Evolução ou Extinção da Espécie Humana?

O ato de “comer” perpassa simplesmente o ato de suprir energeticamente o corpo. Comer ao longo da evolução do homem sempre representou um ato simbólico cultural, um momento de aumentar os laços familiares e sociais. Vários são os estudos realizados, em diferentes países, que mostram que o hábito alimentar de todos os ancestrais do *Homo sapiens* passaram por uma mudança lenta e gradual. Por muitos séculos a alimentação se dava basicamente pela coleta de vegetais como folhas, raízes, tubérculos. De coletores, passaram a ser caçadores, sendo a caça um recurso mais ener-

gético e fácil de assimilar. Outro fator decisivo para a sobrevivência da nossa espécie em detrimento de outros homínídeos foi o domínio do fogo, pois os alimentos, quando cozidos, liberavam um maior valor calórico. Consequentemente com um maior ganho calórico os homens puderam conquistar todas as partes do planeta.

Com a evolução da cultura surgiu a agricultura, o ser humano, então, passa a produzir os produtos necessários a sua subsistência. “O invento da agricultura, entre 10 e 15 mil anos atrás, foi um marco histórico na evolução do homem. Momento que o homem deixa de ser nômade passando a ser sedentário.” [5]. Com a Revolução Industrial, os espaços utilizados para a agricultura perderam para a urbanização e começou a ocorrer a escassez de alimento, surgindo, assim, a indústria dos alimentos, que ampliou a sua disponibilidade de forma marcante, a partir do início do século XIX. Assim, a maior disponibilidade, aliada ao sedentarismo e às mudanças de comportamento, mudou não somente o perfil alimentar da nossa espécie, mas também a sua saúde.

Neste contexto, o estudo da evolução tem demonstrado que as alterações na cultura alimentar humana sempre redundaram no desaparecimento de grupos humanos que não se adaptaram. Na atualidade, há pessoas que não são afetadas pelos alimentos hipercalóricos e pelo sedentarismo, permanecendo magras e saudáveis, porém as pessoas não resistentes que estão se tornando obesas, estão morrendo antes e, talvez, sejam eliminadas da população. Haverá somente este caminho?

Uma pesquisa divulgada pela Revista *Época* [6], alerta para a Síndrome Metabólica, onde “uma pessoa pode ser muito gorda, mas ter genes que não favorecem a elevação dos níveis de colesterol e triglicérides ou magra e pode ter os genes que fazem esses níveis aumentarem muito”. Nesse arti-

go, Segatto salienta que “a obesidade é uma condição mal compreendida. Ela não pode ser explicada apenas como fruto de escolhas pessoais inadequadas. Nem pela preguiça ou pela falta de amor-próprio. É resultado de uma intrincada combinação de fatores biológicos, psicológicos, sociais e culturais” [6]. Conhecer as pesquisas e teorias sobre a obesidade é de suma importância, uma vez que o número de pessoas acima do peso cresce em países ricos e pobres. O autor ainda ressalva que o Brasil vive um paradoxo, pois em 8% dos lares, simultaneamente, moram algumas pessoas obesas e outras desnutridas.

Vive-se uma realidade preocupante, pois quando uma população sofre grave desnutrição, uma grande parcela dos indivíduos morre. Além disso, os estudos evolutivos sugerem que a humanidade passou por vários períodos de fome, assim, somos os descendentes daqueles que tinham organismos capazes de estocar o máximo de energia. Quando uma criança sofre desnutrição ainda no útero da mãe ou nos primeiros anos de vida, é bastante provável que se torne obesa no futuro. Por tais motivos, num projeto educativo, no qual um dos focos é a melhoria da saúde humana, o estudo da evolução pode ressaltar a importância da busca de alternativas tecnológicas e comportamentais, que indiquem outros caminhos culturais ao ser humano, visando sua própria sobrevivência enquanto espécie.

#### 3.2 O ensino da evolução e o desafio da sustentabilidade

O ensino de Evolução Biológica é considerado um eixo integrador de conteúdos da área biológica, tornando-se um componente considerável dos currículos de Biologia do Ensino Médio. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM [7] sugerem que os conteúdos de Biologia sejam



abordados sob o enfoque ecológico-evolutivo. As OCEM salientam ainda que o tema origem e evolução da vida sejam tratados ao longo de todos os conteúdos de Biologia, não representando uma diluição do tema, mas sim uma articulação com outras áreas.

A teoria da evolução foi também fundamental para a consolidação da Biologia enquanto ciência [8], pois ao postular que os seres vivos são relacionados entre si por provirem de um ancestral comum, áreas que antes eram consideradas independentes passaram a integrar a Biologia como forma de explicar e compreender a diversidade de espécies e as relações de parentesco entre elas. Assim, a evolução funciona como eixo articulador das subáreas que compõem a ciência de referência, como Zoologia, Citologia e Botânica [9], e contribui para a compreensão de diversas disciplinas biológicas, como a Biologia Molecular, Fisiologia e Ecologia [10]. Ao aprofundarmos este aspecto, podemos fazer uma investigação sobre como o estudo da evolução pode trazer importantes subsídios para o desenvolvimento tecnológico, atendendo ao desafio da sustentabilidade.

É de extrema importância que o professor consiga relacionar os conteúdos sobre evolução com os fatos reais que vivenciamos hoje, mas esta não é uma tarefa fácil. Ao estabelecer relações entre os processos evolutivos e os problemas ambientais que enfrentamos, é possível entender mais sobre a interação da espécie humana com os ecossistemas naturais e sua capacidade de transformar o ecossistema planetário. Uma abordagem interessante seria fazer com que os educandos relacionem as transformações atuais com os vários eventos de extinção em massa em decorrência de alterações ambientais drásticas, levando-os a questionar a interação da espécie humana com os ecossistemas naturais e sua capacidade de transformá-los de acordo com sua vontade, inteligência ou ambição.

Ao compreender que a evolução biológica é um processo lento, dependente de um ambiente e da interação constante dos seres vivos que nele habitam e, além disso, que requer um longo tempo para se estabelecer é possível analisar com maior criticidade que também somos o resultado deste processo. Desse modo, como qualquer outra espécie viva precisamos nos adaptar às mudanças ambientais, mas não há garantia de sucesso e, como já ocorreu com inúmeras outras, podemos nos extinguir para sempre. Este conhecimento pode contribuir para a percepção de que a espécie humana se encontra numa encruzilhada que pode levá-la ao colapso ou à sustentabilidade, dependendo de suas escolhas e atitudes.

### **3.3 A importância do ensino de evolução para mostras científicas e tecnológicas.**

Uma mostra científica e tecnológica tem como objetivos levar os educandos a desenvolver projetos científicos, proporcionando a investigação, a observação, os registros de materiais coletados, experimentações e elaboração de conclusões referentes ao tema pesquisado. Neste contexto, a história dos processos investigativos realizados pelos evolucionistas pode servir de parâmetro atitudinal e procedimental.

Darwin sugere pela primeira vez, com um esboço de um esquema em seu primeiro caderno de anotações a “diversificação dos seres vivos”, marcando um momento ímpar no processo científico: o nascimento de uma teoria. Ele passou as duas décadas seguintes reunindo evidências que sustentassem e explicassem sua recente descoberta [11]. Neste modelo os estudantes podem se espelhar para dar início às suas próprias investigações científicas e tecnológicas. A observação de um fato, por mais simples que seja, pode gerar diversos pontos de vista, discussões e

curiosidade. Estas devem estar devidamente anotadas para então serem investigadas.

Quanto maior forem as evidências encontradas, maior será a “certeza” que suas ideias ou então “teorias”, são válidas e dignas de um aprofundamento maior. Teorias científicas não nascem prontas, cabe aos cientistas e pesquisadores aprofundá-las e reformulá-las. Teorias são ideias que tentam explicar e interpretar os fatos, são modelos de como o mundo funciona. Segundo Karl Popper (1902-1994), “as teorias são redes lançadas para capturar aquilo que denominamos o ‘mundo’: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas de rede cada vez mais estreitas” [11].

Todas as perguntas em ciências, observações, experimentações, interpretações de resultados são possíveis e tem sentido graças às teorias. Sem a teoria da evolução, por exemplo, não teríamos como explicar a diversidade do mundo natural, numa visão científica e não criacionista. Porém, para chegarmos a uma teoria é indispensável que o cientista ou pesquisador seja observador, tenha registros de todas as evidências encontradas e investigadas, compartilhe suas descobertas para que outros possam também analisar, criticar ou comprovar.

O naturalista e evolucionista Charles Darwin, durante suas viagens a bordo do Beagle, por exemplo, fez vários registros descritivos e gráficos sobre suas observações e as enviava para outros especialistas, também naturalistas, solicitando aconselhamento e opiniões [12]. Darwin costumava apresentar suas descobertas, ideias e argumentos como hipóteses, depois procurava maneiras de testá-las, a fim de verificar se elas podiam ser confirmadas ou não [12]. Esta postura científica foi crucial, uma vez que suas ideias poderiam derrubar os principais pilares da ciência de seu tempo e isso não poderia ser feito

de forma leviana. Assim, ao estudar a história de Charles Darwin como um pesquisador perspicaz, eficiente e responsável, é possível “descobrir” que durante qualquer investigação científica e tecnológica, as hipóteses serão norteadoras para que se chegue ao veredito inicial, serão o guia de todos os testes e experimentos a serem realizados. Somente dessa forma é possível abandonar o conhecimento advindo do senso comum, onde o empirismo ingênuo predomina, e construir o conhecimento em bases científicas, onde o empirismo consciente e crítico permite a descoberta e possível aplicação tecnológica das ciências naturais.

### **3.4 O ensino de evolução e a sensibilização para o uso sustentável dos recursos hídricos.**

A criação do mundo e a origem da vida são assuntos que geram curiosidade e controvérsia entre as pessoas. A origem da vida ainda é uma questão em aberto. A formação da crosta terrestre, segundo estudos geológicos, ocorreu cerca de 4,4 bilhões de anos, ou seja, 160 milhões de anos após a formação do nosso planeta. Antes a Terra era provavelmente estéril, pois sua superfície era formada por rochas em fusão. No entanto, sabemos que há cerca de 3,5 bilhões de anos, já havia na Terra Primitiva atividade de organismos unicelulares, as cianobactérias [13].

Em 1924, Alexander Oparin sugeriu, a partir de experimentos, que a primeira forma de vida muito provavelmente tenha surgido na água, especificamente no oceano primitivo. Oparin acreditava que na atmosfera primitiva aconteciam fortes tempestades com descargas elétricas que solidificavam a crosta terrestre. Com essas descargas, gases como metano, amônia, hidrogênio e vapor de água reagiam entre si, formando grandes moléculas que precipitavam no oceano primitivo e deram

origem aos coacervados, que teriam possibilitado a primeira forma de vida no planeta. Assim, os estudos evolutivos indicam com clareza que nosso planeta não teria se transformado em um ambiente apropriado para a vida sem a água. Desde a sua origem, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinaram para dar origem ao elemento-chave da existência da vida.

O que sabemos é que mesmo com a evolução dos organismos durante milhões de anos, a água continua sendo um constituinte essencial para a manutenção e sobrevivência das diferentes espécies de seres vivos e está presente em todas as formas de vida conhecidas. Ou seja, ela é um recurso renovável que faz parte da evolução das diferentes civilizações, pois além de garantir a vida e a sobrevivência, possui significados entre os mais variados costumes e crenças. As significações simbólicas da água estão presentes em todas as culturas desde as mais antigas tradições, permeadas de conteúdos mágicos. Através de mitos e religiões, estas alegorias sobre a água eram relacionadas com o símbolo e a origem da vida, meio de purificação e cerne de regeneração humana [14]. Com o crescimento e desenvolvimento tecnológico da população humana, começaram a surgir os problemas, não só relativos à quantidade de água disponível, como também à sua qualidade. Assim, os recursos hídricos passaram a ser valorizados não só pela sua capacidade de satisfazer às necessidades básicas, mas também pela qualidade que este bem apresenta em relação aos parâmetros organolépticos.

Ao longo de milhares de anos, nossa espécie ocupou territórios, cresceu e se desenvolveu com base nesse bem natural tão importante e valioso. No entanto, ao longo da história, modificações aconteceram na relação do homem com a natureza e, por consequência, na sua relação com a água. Com o passar do tempo e as descobertas

tecnológicas, a humanidade deixou de utilizar métodos simples, como carregar baldes com água para abastecer suas casas e passou a usufruir de sistemas de abastecimento canalizado, que garantem o acesso a água que se torna potável ao passar pelas etapas de purificação nas estações de tratamento. Contudo, em muitos locais do planeta Terra a tecnologia não tem sido suficiente para evitar ou amenizar a escassez da água provocada pela ação do homem, por fenômenos climáticos e desequilíbrios ambientais.

O acesso a água potável ou purificada é uma necessidade que tem acompanhado as diferentes civilizações desde as épocas mais remotas. Os povos primitivos procuravam habitar locais próximos a uma fonte de abastecimento de água, para garantir a própria sobrevivência e também de seus rebanhos.

Os estudos evolutivos e antropológicos evidenciam que a presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações. Em linhas gerais, a educação para a sustentabilidade da água não pode, dessa forma, estar centrada apenas nos usos que fazemos dela, mas na visão de que ela é um bem que pertence a um sistema maior, integrado, que é um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas.

Compreender as propriedades físico-químicas da água, o ciclo hidrológico, a dinâmica fluvial, os aquíferos, bem como os riscos geológicos associados aos processos naturais é essencial para que possamos entender a dinâmica da hidrosfera e como esta se refletiu e pode ainda interferir nos processos evolutivos e sobrevivência das espécies na Terra.

Desta forma, o tema água deve estar presente no contexto educacional, tanto na educação formal como na

não-formal, com enfoque na ética e na formação do cidadão consciente do lugar que ocupa no mundo, num mundo real, dinâmico, que parte do local e se relaciona com o global, onde todas as coisas podem tomar parte de um processo maior, de um sistema integrado. Assim, segundo Compiani e Carneiro [15], é possível sair do paradigma da causalidade tão enraizado no Ensino de Ciências e praticar um ensino mais contextualizado, situar espaço-temporalmente os fenômenos, ou seja, levar em conta seu aspecto histórico e assim compreender a complexidade do contexto e causalidade de um fenômeno.

Segundo o Biólogo evolucionista Ernest Mayr [16] a evolução é o conceito mais importante de toda a Biologia, pois demonstra como houve um crescimento e aperfeiçoamento das espécies, e que estas estão unidas a uma única árvore genealógica. Baseando-se nestes preceitos, promover a popularização da relação da água com a origem da vida e a evolução dos seres vivos, permite uma importante reflexão sobre os estudos que sugerem que a vida teve início no ambiente marinho (onde há a maior biodiversidade do planeta e é base da maioria das teias e cadeias alimentares, seja diretamente como fonte de alimentos ou indiretamente como produtor de O<sub>2</sub> atmosférico).

Assim, o estudo da evolução pode contribuir para sensibilizar os educandos em relação à importância da água para vida e a necessidade da conservação dos recursos hídricos. Ou seja, se os educandos não compreenderem por si mesmos o significado da água para a vida, de nada valerão todas as informações científicas que receberem. Refletir sobre as suas origens é essencial se desejamos buscar soluções para a continuidade da vida!

#### 4. Discussão e conclusões

A importância das aulas de Ciências é entendida quando se analisa a relevância do conhecimento científico para compreensão do mundo nos tempos atuais, a fim de garantir a manutenção da vida no planeta Terra, bem como, do ser humano com saúde e qualidade de vida. Em outras palavras, a “educação científica” por meio do ensino de Ciências pode nos ensinar a conviver de forma sustentável neste e com este planeta.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel [17], quando proporcionamos novas possibilidades de aprendizagem, devemos vinculá-las aos conhecimentos anteriormente adquiridos pelos educandos em sua vivência, facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido, tornando a aprendizagem significativa, através do crescimento e modificação do conceito subsunçor. Assim, para este autor, os conhecimentos prévios dos educandos devem ser valorizados, para que possam construir estruturas mentais que permitam descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz. Neste sentido, através da promoção da investigação científica, pode-se abandonar a prática da transmissão de conteúdos e possibilitar ao educando sentir, refletir, questionar e conduzir a construção do seu conhecimento, por meio do confronto entre o senso comum e as teorias científicas. Tal proposta pedagógica coaduna com a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - UNESCO [18] a qual declara que a educação científica deve ser trabalhada em todos os níveis de escolaridade, sendo requisito essencial para a democracia do conhecimento.

Reis [19] orienta que a educação científica deve proporcionar conhecimentos e desenvolver capacidades

e atitudes indispensáveis à vida diária dos cidadãos. Para isso, é necessário que se promova nas escolas, uma cultura metodológica voltada a práticas que permitam o desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes. O ensino de evolução pode contribuir de forma direta com estes propósitos por ser uma Ciência que integra diferentes áreas e estrutura uma visão de mundo. Contudo, apesar da importância da evolução biológica para a constituição da Biologia enquanto Ciência, seu ensino na educação básica é permeado por desafios. Nesse sentido, deve ser destacada a importância de a formação docente incorporar discussões que envolvam as relações entre conteúdos específicos e os dilemas e conflitos que a interação dos mesmos com outras visões de mundo é capaz de trazer [20].

A teoria da evolução, ao postular que os seres vivos são relacionados entre si e provirem de um ancestral comum, integrou áreas que antes eram consideradas independentes, as quais passaram a explicar e compreender a diversidade de espécies e as relações de parentesco entre elas. Por tais motivos, no âmbito do sistema educacional brasileiro, a evolução biológica é um dos temas articuladores dos currículos das disciplinas escolares Ciências e Biologia, o que pode ser observado nos principais documentos oficiais do governo, que versam sobre a educação básica. Entretanto, apesar da importância da evolução para a Biologia, nos diferentes níveis educacionais, diversos estudos apontam que seu ensino nas escolas ainda não é satisfatório, sendo um dos temas mais complexos e polêmicos trabalhados em sala de aula. A persistência de algumas ideias errôneas sobre o processo evolutivo, mesmo em profissionais experientes que afirmam terem travado contato com o tema em várias disciplinas durante a graduação, revela as dificuldades teóricas ligadas à apropriação de um tema tão complexo, com ideias recorrentes que resistem à

alteração. Tal situação permite ainda inferir o quanto seu aprendizado pode se mostrar problemático para educandos no ensino básico [20].

A raiz desta problemática do ensino de evolução reside ainda na dicotomia entre ciência e religião, que permeia os atores sociais e, por conseguinte, a Escola. No século XXI esta dicotomia ainda permanece bem vívida, pois se de um lado noticiou-se que o Papa Francisco I declarou que as teorias da Evolução e do Big Bang são reais e Deus não é “um mágico com uma varinha” [21], por outro, também circulam notícias de que deputados da Câmara Federal e do Rio de Janeiro querem que o MEC proíba o ensino de evolução nos cursos de Ciências Biológicas [22].

Uma interessante ultrapassagem dialética desta questão, que poderia contribuir para um ensino de qualidade e desenvolver a educação científica, como subsidiária da tecnologia partidária da sustentabilidade ambiental é dada por Anthony Mills em publicação on-line da organização Aleteia, que se constitui como uma rede sobre fé Cristã que encoraja o debate e diálogo com todos [23]. Nesta publicação, Mills destaca que o problema não é Darwin, mas a noção moderna de que a teologia só pode discutir o que a ciência não consegue explicar, pois quando alguém professa a sua religião a partir das lacunas do conhecimento científico, inevitavelmente, será esmagado quando essas lacunas se fecharem. Sugere que é melhor seguir Tomás de Aquino, que fez uma distinção de natureza entre questões teológicas e natural-científicas, já que tanto a Teologia quanto a Biologia Moderna perguntam: “Por que há seres humanos?”. Mas elas entendem a questão de forma diferente. Para a primeira, a pergunta significa: “Como e quando os seres humanos entraram em cena?”. As respostas para essas perguntas podem invocar leis

probabilísticas, seleção natural ou o que a teoria científica mais recente sugerir de melhor. Já a Teologia pergunta por aquilo que Tomás de Aquino chama de causas “primárias”: “Qual é a fonte extramundana do ser?”, “Qual é o significado e o desígnio da criação?”. Nem os registros fósseis, nem a seleção natural respondem a tais questões. E não porque sejam ferramentas defeituosas, mas porque não são as ferramentas adequadas para esta tarefa. Confundir questões teológicas e científicas é cometer um erro de categoria, pois o conceito teológico de criação não é um conceito científico. São os ideólogos contemporâneos do cientificismo os que “não enxergam o xis da questão” no tocante à evolução. A evolução não refuta Deus, assim como o eletromagnetismo não refuta a consciência moral. E o Papa Francisco não é o primeiro a reconhecer isso.

Assim sendo, não se pode querer transformar o Criacionismo em conhecimento científico, pois faz parte do Ensino Religioso que deve tratar das questões teológicas, nem se deve privar o Ensino de Evolução aos estudantes, uma vez que ela tem bases científicas, ou seja, é testável, possui uma história e uma metodologia investigativa, cujo conhecimento contribui para a construção do pensamento científico.

## 5. Referências

- [1] LIGNANI, L. B.; AZEVEDO, M. J. C. Aceitar o fato e questionar as teorias: desafios para o ensino da evolução. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 55, n. 321, p.28-31, julho, 2015.
- [2] THE GUARDIAN. The best Darwinian sites on the web. *Science*, 09/02/2008. Disponível em: <https://www.theguardian.com/science/2008/feb/09/darwin-websites> acesso em 03/10/2016
- [3] WILLEMART, R. H.; MARQUES, A. C. Por que é tão difícil aceitar a evolução? *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 53, n.315, p. 24-27, junho, 2014.
- [4] SOUZA, R.F.; CARVALHO, M.; MATSUO, T.; ZAIA, D.A.M. Evolucionismo X Criacionismo: aceitação e rejeição no século 21. *Ciência Hoje*, São Paulo, v.43, n.256, p. 37-41, Janeiro/Fevereiro, 2009.
- [5] SANTOS, A. B. D.; NASCIMENTO, F.S.D. Transformações ocorridas ao longo da evolução da atividade agrícola: algumas considerações. *Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Goiânia, vol.5, n.8, 2009. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/transformacoes.pdf> acesso em 01/11/2015
- [6] SEGATTO, C. Os magros são mais saudáveis? Nem sempre. As surpreendentes descobertas sobre as razões e consequências da obesidade que avança no Brasil e no mundo. *Revista Época*. São Paulo. Fevereiro de 2009, Disponível em: <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,E-RT62212-15257-62212-3934,00.html> acesso em 04/11/2015.
- [7] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, volume 2, p. 135, 2006.
- [8] RIDLEY, M. Evolução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 752, 2006.
- [9] SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. Disciplina Escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Org.) *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: EDUFF, 2005.
- [10] FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. 3.ed. Ribeirão Preto: Ed. FUNPEC, p. 829, 2009.
- [11] AMABIS, J.M. BITNER-MATHÉ, B.C. Darwin e a teoria da evolução. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 44, n. 261, p.34-39, julho, 2009.
- [12] WAIZBORT, RICARDO. Bisbilhotando a caixa postal de Darwin. *Ciência Hoje das Crianças*, São Paulo, ano 21, n. 194, p.12-15, setembro, 2008.
- [13] PACHECO, J. A. F. Quando a vida surgiu no universo? *Ciência Hoje On-line*, Publicado em 11/09/2014 | atualizado em 11/09/2014, disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2014/318/quando-a-vida-surgiu-no-universo> acesso em 25/11/2015.
- [14] CHEVALIER, J. GHEERBRANT, A. *Dicionário de símbolos, mitos, sonhos, costumes, gestos, formas, figuras, cores, números*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1988, p. 996.
- [15] - COMPIANI, M.; CARNEIRO, C. R. Os papéis didáticos das excursões geológicas.

*Enseñanza de las Ciencias de La Tierra*, v.1.2, p.90-8, 1993.

[16] FONSECA, A. T. Resenha: MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. *Varia hist.* vol.22 no.36 Belo Horizonte July/Dec. 2006. Versão on-line, disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-87752006000200019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-87752006000200019&script=sci_arttext) acesso em 15/11/2015.

[17] AUSUBEL, D. P. A Teoria da Aprendizagem Significativa. *Rev. PEC, Curitiba*. V.2, n.1, p.37-42, jul.2001-jul.2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br> acesso em 03/05/2015.

[18] UNESCO. *A reforma curricular e a organização do ensino médio*. 2000. Disponível em: <http://desenvolve.org/biblioteca/b1reformam.htm> acesso em: 12/02/ 2015.

[19] REIS, P. *Ciência e Educação: Que relação? Interações*, n.3, p.160-187, 2006.

[20] SOUZA, E. C. F.; DORVILLÉ, L. F. M. *Ensino de evolução biológica: concepções de professores protestantes de ciências e biologia*. *Revista da SBEnBio*, n. 7 outubro de 2014; V Enebio e II Erebio Regional 11. Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0784-1.pdf> acesso em 25/11/2015.

[21] Hype Science. *Ponto para a Igreja Católica: Papa Francisco declara que teorias da Evolução e do Big Bang são reais. Sem data de publicação*. Disponível em: <http://hypescience.com/papa-francisco-evolucao-big-bang/> acesso em 25/11/2015.

[22] M.Portal. *Projeto proíbe professores de falar sobre política, teoria da evolução e gênero nas escolas*. Publicado em 7 de Setembro de 2015. Disponível em: <http://portalmetropole.com/2015/09/projeto-proibe-professores-de-falar-sobre-politica-teoria-da-evolucao-e-genero-nas-escolas.html> acesso em 25/11/2015.

[23] MILLS, A. *O papa acredita na evolução: Os ideólogos do cientificismo não enxergam o xis da questão quando o assunto é a criação*. *Aleteia*, publicado em 17 de junho de 2014, disponível em: <http://pt.aleteia.org/2014/06/17/o-papa-acredita-na-evolucao/> acesso em 25/11/2015.

# Eficiência energética em sistema eletromotriz de ventilação: uma análise comparativa entre motor de indução trifásico x motor de imã permanente

Eng. Eduardo Thies  
Engenheiro eletricitista – Móveis Bertolini  
Prof. Eng. Cícero Zanoni  
Prof. Do Curso de Engenharia Elétrica,  
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

**Resumo:** No Brasil, não só a demanda por energia aumenta, mas existe um claro crescimento dos valores das tarifas médias aplicadas ao setor industrial, limitando ainda mais a competitividade do setor secundário. Desta forma, mesmo em setores industriais em que a energia elétrica não se apresenta como um item de custo elevado, é esperado que aumentem também as ações de racionalização do uso da energia. Nesta perspectiva, este trabalho apresenta um método de análise, dimensionamento e especificação da eficiência energética de um sistema de ventilação industrial empregado em uma indústria de móveis planejados. Para análise do desempenho energético de uso final foi empregada a metodologia PDCA, descrita pela Norma ISO 50.001, com o objetivo de obter indicadores para direcionar os esforços para reduzir custos com energia elétrica, com foco nos sistemas de exaustão. Os resultados obtidos com a combinação dos dampers automáticos e a variação de velocidade com motor de maior rendimento no sistema de exaustão foram considerados satisfatórios, visto a possibilidade do tempo de retorno de investimento ser menor do que o inicialmente projetado.

**Palavras-Chaves:** eficiência energética, motores, sistemas de exaustão.

**Abstract:** This paper presents a methodology for analysis, design and specification of the energy efficiency of an industrial ventilation system employed in an industry of customized furniture. To analyze the energy performance of the end use was employed PDCA methodology, described in ISO 5000, in order to obtain indicators to direct efforts to reduce electricity costs, focusing on exhaust systems. The results obtained with the combination of automatic dampers and change in greater efficiency motor speed with the exhaust system were satisfactory, since the possibility of return on investment of time to be smaller than originally designed.

**Keywords:** energy efficiency, electric motor, exhaust systems,

## 1. Introdução

O consumo de energia elétrica no Brasil vem crescendo consideravelmente. Isso se justifica em função do crescimento econômico experimentado nos últimos 6 anos e, conseqüentemente do aumento da distribuição da renda per capita da população brasileira.

Segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional - BEN de 2012 (ano base 2011), o consumo final de energia elétrica aumentou 2,6% [1]. É um valor menor do que o crescimento apontado em 2010, onde esse valor foi de 4,5%. No que diz respeito ao consumo industrial de eletricidade, os dados do BEN 2011 apontam que, aproximadamente, 60% da energia elétrica é utilizada apenas para funcionamento de sistemas motrizes, o que significa dizer que o maior consumo de eletricidade no setor industrial, deve-se às aplicações que envolvem conversão de energia elétrica em mecânica, representando um importante item nos custos de produção.

Segundo o Plano Nacional de Energia (PNE 2030), divulgado pela Empresa de Planejamento Energético (EPE), nas próximas duas décadas o consumo de energia por parte do setor industrial brasileiro apresenta, mesmo que abaixo da média nacional, um crescimento expressivo. Neste trabalho são apresentados possíveis cenários econômicos mundiais e nacionais sobre os quais foram traçadas tendências do crescimento da demanda de energia no Brasil, correlacionados com os dados apresentados. Em todos os cenários apresentados, o consumo energético industrial no Brasil apresenta forte tendência de crescimento – valores entre 87,40% e 187,20% no período, dependendo do cenário apresentado. Não só a demanda por energia aumenta, mas existe um claro crescimento dos valores das tarifas médias aplicadas ao setor industrial brasileiro, limitando ainda

mais a competitividade do setor secundário no Brasil.

Desta forma, mesmo em setores industriais onde a energia elétrica não se apresenta como um item de custo elevado, é esperado que aumentem também as ações de racionalização do uso da energia no setor.

## 2. Justificativa

Entre os vários custos gerenciáveis de uma empresa, a energia vem assumindo uma importância crescente, motivada pela redução dos custos decorrentes do mercado competitivo, pelas incertezas das disponibilidades energéticas futuras e por restrições ambientais [2].

O elevado consumo apresentado pelos sistemas motrizes, os quais chegam a 28,5% do total do consumo nacional [3], torna este uso final o principal foco de atuação de programas de eficiência energética voltados ao setor industrial. Esses gastos com energia elétrica representam uma parcela significativa nos custos de produção, e conseqüentemente são fatores a considerar na otimização dos recursos.

O uso racional da energia elétrica pode ser enquadrado como uma das medidas de reduções de custos da empresa, visto que quando se faz necessário aumentar a produção isto implica em aumento de demanda e consumo de energia elétrica. Nem sempre esse aumento é planejado com a antecedência necessária a fim de prever um provisionamento anual completo, uma vez isto depende da demanda de consumo que o mercado impõe aos produtos. Nesse sentido, é comum haver um crescimento acima do esperado, e para compensar isso é possível adotar medidas preventivas a fim de evitar investimentos em infra-estrutura fabril que seriam necessários para cobrir esses acréscimos de produção, tais como aumento da demanda contratada, criação de horários alternativos como for-

ma de diminuir as cargas instantâneas, substituição de gerador de energia (horário de ponta), entre outros.

No caso específico da indústria moveleira, onde foi realizado este estudo e implantação das medidas de eficiência energética motriz, o consumo médio mensal de energia é decorrente da distribuição de cargas alimentadas, ilustrada na Figura 1.

Neste gráfico pode-se constatar que as maiores parcelas de consumo estão nos sistemas motrizes (MIT dos exaustores centrífugos e do compressor), sendo responsáveis por 50% do total das cargas. Confrontando os números nacionais com os do estudo de caso, considerando também os motores com potências inferiores à 5 cv, comprova-se que este percentual chega bem próximo aos 60% da média nacional.

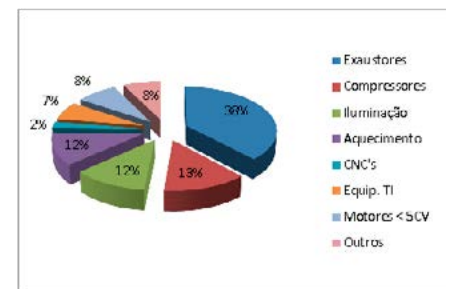


Figura 01: Distribuição de cargas de energia elétrica em uma indústria

## 3. Objetivos

Como estudo de caso, serão aplicados os conceitos básicos da Norma ISO 50.001 em uma indústria de móveis planejados, descrevendo o processo de análise e, eventual troca de equipamentos ou inserção de novas tecnologias que possibilitem menor consumo de energia, sem perder produtividade ou afetar a qualidade dos produtos manufaturados. Desta forma, pretende-se que estes procedimentos possam ser replicados em outros setores industriais brasileiros.

Dentro do escopo deste trabalho,

com propósito de gerenciamento do consumo de energia no ambiente industrial, a aplicação dos conceitos básicos da Norma ISO 50.001 servirá para obter indicadores a fim de direcionar os esforços para reduzir custos com energia elétrica, com foco nos sistemas de exaustão. Dado as suas parcelas de contribuição significativas no somatório das cargas consumidoras desta unidade, o objetivo principal foi, através da interpretação dos indicadores, atuar na implementação ou substituição tecnológica, diante das alternativas propostas, valendo-se da dinâmica do ciclo PDCA.

## 4. Fundamentação teórica

### 4.1 Motores Elétricos

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. Os motores elétricos podem ser de motores de corrente contínua (C.C) e motores de corrente alternada (C.A.). Nos motores C.C. ou C.A., a conversão eletromecânica de energia se processa através da interação de campos magnéticos. Os princípios físicos básicos que explicam o funcionamento dos motores C.C. e dos

motores C.A. são basicamente os mesmos e obedecem às leis propostas por Ampère e por Faraday (indução eletromagnética) [5].

Em aplicações industriais, o motor mais empregado é o motor de indução trifásico (MIT). Este tipo de máquina ganhou grande espaço em diversas aplicações industriais devido à sua robustez, baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando – com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos [4]. Seu estator é formado por chapas de aço de alta qualidade e a superfície interna tem ranhuras para acomodar um enrolamento trifásico, cujos eixos dos fasores de tensão estão defasados de 120 graus elétricos.

A Figura 2 ilustra as possibilidades de construção dos motores de corrente alternada.

#### 4.1.1 Motores de indução trifásicos

O enrolamento do estator de uma máquina de indução é excitado com correntes alternadas, de forma que só o estator é ligado à rede de alimentação. O rotor não é alimentado externamente e as correntes que circulam nele, são induzidas eletromagneticamente pelo estator [4], daí o seu nome de motor de indução. O motor de indução pode ser visto como um transformador [5] generalizado em que a potência elétrica é transformada entre o rotor e o estator juntamente com uma mudança de frequência e um fluxo de potência mecânica.

Existem basicamente dois tipos de motor de indução, o de anéis - também chamado de rotor bobinado ou ainda rotor enrolado [6] - e o do tipo 'gaiola de esquilo', assim denominado primeiramente pelos americanos por ter sua estrutura semelhante ao de uma gaiola de esquilo - Squirrel Cage [4].

O motor de indução do tipo gaiola de esquilo, amplamente usado, é composto fundamentalmente por duas partes: rotor e estator. O enrolamento de um motor de indução ao qual a energia elétrica é conectada é distribuído ao redor do estator e produz no entreferro um campo magnético girante que roda em sincronismo com a frequência da rede elétrica. Conforme o campo magnético gira, o fluxo magnético "corta" os condutores dos enrolamentos do rotor gerando uma tensão elétrica nos mesmos e por consequência uma corrente nestes enrolamentos, a qual produz um fluxo magnético que se opõe ao criado no estator [7].

As correntes que circulam nas barras da gaiola de esquilo ou das bobinas são induzidas pelo campo magnético gerado no estator da máquina [6]. Os enrolamentos são na realidade barras sólidas de alumínio que são fundidas nas ranhuras do rotor, e colocadas em curto-circuito por anéis de cobre, ou alumínio nos de tamanhos menores.

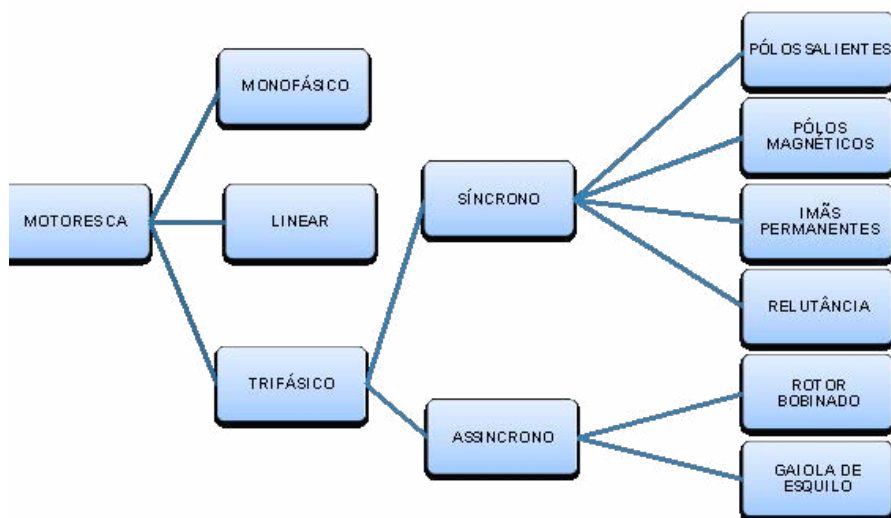


Figura 02: Tipos de motores elétricos de corrente alternada



Diferentemente de uma máquina síncrona, o rotor em si de uma máquina de indução não gira em sincronismo; há um ‘escorregamento’ do rotor em relação ao fluxo síncrono da armadura, dando origem às correntes induzidas no rotor e, portanto, ao conjugado. Os motores de indução operam em velocidades inferiores à velocidade mecânica síncrona [5].

#### 4.2 Carregamento de motores de indução

Um fator determinante nas análises dos motores já instalados ou a serem dimensionados, é saber qual potência de fato a aplicação exige, uma vez que o valor do rendimento em motores elétricos varia exponencialmente de acordo com a mesma. A essa variação de potência é dado o nome de percentual de carga dos motores [4], ou o quanto da potência nominal é realmente solicitada pelo processo. Assim, conhecer o rendimento torna-se indispensável para a análise do consumo de energia elétrica, pois a potência nominal dos motores elétricos refere-se à potência mecânica fornecida na ponta do eixo para movimentar a carga.

O método mais simples e por isso mais usual, para analisar a carga de motores é por meio da corrente de trabalho, comparando-a com os valores especificados em função do carregamento pelos fabricantes, e descrito na placa de identificação de cada motor. Essa medição é feita com multímetro alicate diretamente na caixa de ligação do motor ou na saída do dispositivo de manobra e/ou controle deste, como na Figura 3.



Figura 03: Medição da corrente de trabalho de um motor de indução

#### 4.3 Rendimento e perdas

O rendimento nominal dos motores de indução trifásicos [4] define-se como sendo o “[...] percentual da potência de entrada convertida em potência mecânica”. O motor obtém o maior rendimento dentro da faixa de operação que vai de 80% a 110% da carga nominal. Desta forma, sempre que possível, deve-se evitar deixar o motor funcionando sob carga muito inferior à sua potência nominal, uma vez que isto acarreta baixo rendimento e um baixo fator de potência, ambos indesejados.

$$\eta = \frac{P_m}{P_e} \times 100 = \left( \frac{P_e - P_p}{P_e} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$\eta$  - rendimento do motor [%]

$P_m$  - potência mecânica útil no eixo [W]

$P_e$  - potência elétrica de entrada eixo [W]

$P_p$  - somatório das perdas [W]

O aumento percentual no rendimento dos motores trifásicos de indução (gaiola de esquilo) no decorrer dos anos foi fundamental para o início dos trabalhos de eficiência energética na indústria. A evolução tecnológica é ilustrada na Figura 4.

A Portaria Interministerial nº 533, de 08 de dezembro de 2005, estabelece os níveis mínimos de eficiência



Figura 04: Evolução do rendimento dos motores elétricos de indução. Fonte: WEG

energética dos motores elétricos de indução com rotor gaiola de esquilo, determinando um rendimento nominal mínimo que compreende uma faixa de 1 a 250 cv. Paralelo a isso, a Portaria nº 488, de 08 de dezembro de 2010, revisa os requisitos de avaliação da conformidade para esses motores e em seu artigo 4º estabelece [8] “[...] que a partir de 12 (doze) meses, contados da data de publicação desta Portaria, os motores elétricos de indução trifásicos rotor gaiola de esquilo, do tipo aberto, deverão ser fabricados e importados somente em conformidade com os Requisitos ora aprovados”.

#### 4.4 Motores de ímãs permanentes

A partir da década de 80, com o advento dos ímãs de Neodímio Ferro Boro (NdFeB), de elevada energia, houve um aumento no número de aplicações industriais [4], como por exemplo as aplicações usando os motores síncronos de ímãs permanentes. Motores síncronos a ímãs permanentes (Permanent Magnet Synchronous Motor -PMSM) alimentados por inversor de frequência podem ser utilizados na indústria, onde a variação de velocidade com torque constante e alto desempenho são requeridos, como em compressores, ventiladores, etc. Os motores da linha “Wmagnet” do fabricante WEG, possuem ímãs permanentes de terras raras de NdFeB inseridos no rotor, ao invés da convencional gaiola de esquilo, eliminando assim a perda por efeito joule no rotor [9], que responde por uma parcela significativa das per-

das totais. Com isto, são obtidos níveis de rendimento muito superiores aos mínimos exigidos pela norma NBR-7094.

O motor de ímãs permanentes possui enrolamento de estator trifásico, similar ao motor de indução, e no rotor são montados os ímãs permanentes, conforme a Figura 5, ao invés da “gaiola de esquilho”.

Estes motores não são projetados para serem ligados diretamente à rede elétrica, apresentando uma configuração única de seis polos e frequência elétrica variável. Os motores de 1800 rpm e 3600 rpm, apresentam, respectivamente, frequências de 90 Hz e 180 Hz, devendo ser acionados através de inversor de frequência conforme a Figura 6. Segundo a WEG Equipamentos Elétricos S/A [10]:

Os ímãs permanentes eliminam a necessidade de indução de corrente no rotor (corrente de magnetização), portanto, sem carga o motor apresenta um valor de corrente muito baixo, apenas para suprir as perdas. Além da corrente de magnetização, o motor Wmagnet também não necessita da compensação de escorregamento, pois a velocidade do eixo não varia com a carga.

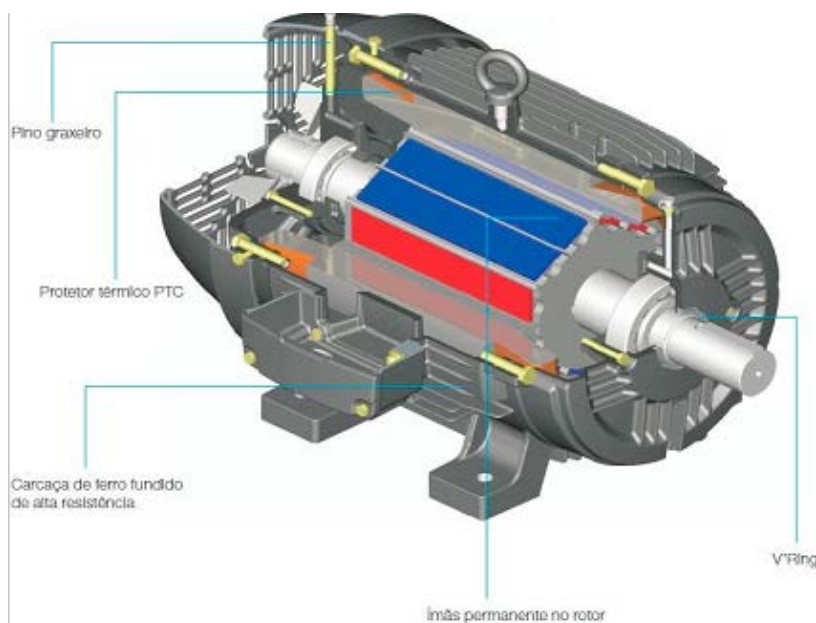


Figura 05: Detalhes do motor de ímã permanente WMagnet. Fonte: WEG



Figura 06: Motor de ímãs permanentes e inversor de frequência: conjunto Wmagnet (fabricante WEG).

## 5. Sistemas motrizes

A especificação e dimensionamento de um sistema motriz envolvem a seleção de um motor elétrico, o acoplamento motor-carga, seu acionamento e a forma de transmissão de energia para a carga. Este sistema é normalmente determinado pelo critério do menor custo inicial, não considerando os custos de operação do equipamento durante sua vida útil. Além disso, há uma tendência generalizada de se especificarem motores com potência significativamente superior à necessária,

por desconhecimento ou propositalmente, sob alegação de se manter uma potência de reserva que iria aumentar a confiabilidade do acionamento.

No que diz respeito aos sistemas motrizes sobredimensionados, as razões para tal seleção envolvem:

- Desconhecimento das características da própria carga e de métodos para determinação destas;
- Aplicação de sucessivos fatores de segurança em várias etapas do projeto;
- Expectativa de aumento de carregamento;
- Desconhecimento de motores com fator de serviço;
- Permitir margem de segurança em processos vitais;
- Substituição de motores danificados por outros com potências maiores, devido à inexistência de motores de reserva iguais;
- Redução do nível de produção;

Por todos esses motivos, é imprescindível conhecer bem as características da carga a ser acionada, para depois sim, verificar se o sistema pode ser objeto de eficiência energética. O sistema motriz, como dito anteriormente compreende, além do motor elétrico, o seu acionamento envolvendo dispositivos de proteção, comando e controle, transmissão mecânica e a própria máquina acionada. Assim, o motor elétrico selecionado deve ter condições de acionar a máquina dentro das exigências de conjugado, potência e velocidade, atendendo ainda às características de confiabilidade, segurança, eficiência energética e vida útil elevada, entre outras.

Quando uma carga mecânica necessita de determinada potência, afirma-se que essa carga requer um determinado valor de conjugado a uma dada velocidade de rotação. Assim, matematicamente, existem inúmeras combinações de velocidade mecânica

ca, em rad/s) e de Tmec (torque mecânico, em N.m) de modo a resultar no mesmo valor de Pm (potência mecânica, em watt). A curva de conjugado em função da rotação apresenta tal dependência, sendo, portanto, uma característica fundamental para o processo de seleção do motor adequado ao acionamento, visando um funcionamento estável, econômico e satisfatório ao sistema.

## 6. Variação de velocidade dos motores elétricos

Durante décadas as necessidades dos processos de aplicações industriais que exigiam velocidade variável eram limitadas pela tecnologia disponível, pelo custo e manutenção dos componentes empregados. Nestas condições, os sistemas mais utilizados com velocidade variável foram implementados com motores de indução de velocidade fixa, e necessitavam de um segundo dispositivo que utilizavam componentes mecânicos, hidráulicos ou elétricos.

No início dos anos 80, com o advento da eletrônica de potência e o barateamento de circuitos integrados, o dispositivo de conversão de energia elétrica para mecânica continuou sendo o motor de indução, mas os dispositivos secundários foram substituídos por dispositivos eletrônicos de variação de velocidade, os quais foram chamados de inversores de frequência.

A velocidade síncrona de um motor de indução pode ser alterada pela mudança do número de pólos ou da variação da frequência da linha e o escorregamento pode ser mudado variando a tensão da linha, variando a resistência do rotor ou ainda aplicando tensões de frequência adequadas aos circuitos do rotor. Convém esclarecer que mesmo com todas as alternativas disponíveis para variação de velocidade, existem aplicações em que não se justifica a implementação de inversor de frequência e, por vezes a aplicação

dá-se em conjunto com um redutor, o qual faz o acoplamento motor-carga, impondo também determinado torque.

Controlar a velocidade de um motor acionado por um inversor de frequência significa simplesmente programar ou colocar uma referência de velocidade numa entrada do inversor, sem ter informação real se essa velocidade programada está presente no eixo do motor [12]. Em sistemas que não requerem muita precisão ou que são acoplados a cargas conhecidas e constantes, o comando de velocidade pode ser suficiente para atingir as especificações projetadas.

No entanto, em sistemas que requerem maior precisão no valor da velocidade no eixo do motor é necessário inserir um sensor que informe, em um sistema de malha fechada, qual o valor real da 'variável' rotação da máquina. Os valores obtidos pelo sensor, realimentam um regulador no inversor que atuará no sentido de diminuir a diferença entre o valor desejado (programado) e o valor lido no eixo da máquina. É assim que o sensor, continuamente, está informando ao inversor o valor real da variável, para este poder corrigir dinamicamente o desvio do valor programado. Os inversores de frequência possuem basicamente duas estratégias para controlar a velocidade:

- a. Controle escalar: baseado na estratégia de comando chamada "V/F constante", que mantém o torque constante, igual ao nominal, para qualquer velocidade de funcionamento do motor;
- b. Controle vetorial: baseado no cálculo das componentes vetoriais que microprocessadores executam milhares de ciclos por segundo "Id" (corrente de magnetização - produtora de fluxo) e "Iq" (corrente produtora de torque). O motor de indução submetido a uma tensão senoidal PWM, proveniente de um inversor de frequência, estará sujeito a tensões harmôni-

cas (componentes de frequência acima da frequência fundamental). Dependendo da frequência de chaveamento e de particularidades do controle, o motor poderá apresentar aumento de perdas e temperatura, aumento dos níveis de vibração e ruído e perda de rendimento. Não existe normalização quanto aos valores limites de distorção harmônica de tensão e corrente [12], nem tampouco uma norma que especifique o procedimento de ensaio do rendimento do sistema (inversor + motor). Contudo, a experiência adquirida até o momento, permite que se façam as seguintes considerações:

- O motor de indução, quando alimentado por um inversor de frequência PWM, tem seu rendimento diminuído, em relação a um motor alimentado por tensão puramente senoidal, devido ao aumento nas perdas ocasionadas pelas harmônicas;
- Em aplicações de motores de indução de gaiola com inversores de frequência, porém, deve ser avaliado o rendimento do sistema (conjunto inversor + motor) e não apenas do motor;
- Cada caso deve ser analisado em particular, para serem consideradas as características do inversor e do motor, tais como: frequência de operação, frequência de chaveamento, condição de carga e potência do motor, taxa de distorção harmônica do inversor;
- O aumento da frequência de chaveamento diminui o rendimento do inversor e aumenta o rendimento do motor;
- Motores de alto rendimento alimentados por inversores de frequência mantem seu rendimento superior, em comparação com motores standard alimentados por inversores.

- Em termos de qualidade de energia, ainda é aconselhável coletas de medidas das distorções harmônicas da planta fabril antes da implementação de inversores de frequência de maior porte. Existem considerações normativas sobre rendimento de motores alimentados por inversor de frequência. É o caso da "MG1 Part 30", da Norma NEMA, a qual indica que o rendimento do motor cairá, quando operado em um controle.
- Os harmônicos presentes elevarão as perdas elétricas, que reduzirão o rendimento e acarretarão aumento também da temperatura do motor, reduzindo ainda mais o rendimento do motor. Já a IEC 60034-17 [12], diz que:

As características de desempenho das aplicações com motores de indução alimentados por inversores de frequência são influenciadas por todo o sistema, compreendendo a fonte de alimentação, o inversor, o motor, a carga mecânica e o equipamento de controle. Devido à complexidade das interações técnicas entre os sistemas e as várias condições de operação, está fora do escopo da especificação técnica a quantificação de valores numéricos relacionados com tais aplicações. Não existe método simples para calcular as perdas adicionais e não pode ser feita qualquer afirmação genérica sobre seu valor.

Uma comparação em termos de rendimento e velocidade pode ser feita levando em conta os motores de indução trifásicos e os motores de imãs permanentes, conforme a Figura 7.

O exemplo é de um motor de 200 cv – 3600 rpm, de um compressor. A linha mais escura representa a curva de rendimento do motor de imãs permanentes ao variar a velocidade. Em comparação com o MIT, nota-se um melhor rendimento em todas as faixas de frequência.

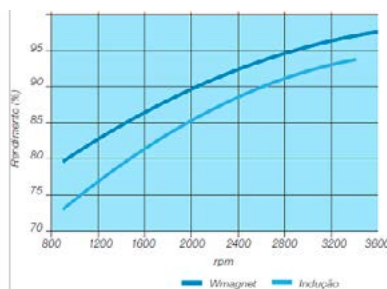


Figura 07: Comparativo de rendimento x rotação entre um motor de indução e um motor de imã permanente. Fonte: WEG

## 7. Ventilação industrial

A ventilação industrial é a operação realizada por meios mecânicos que visa o controle de parâmetros [13], tais como temperatura, distribuição do ar, umidade, e eliminação de agentes contaminantes ou poluentes, entre eles: gases, vapores, poeiras, névoas, microorganismos e odores.

Os sistemas de ventilação se classificam em sistemas de ventilação geral e em sistemas de ventilação local exaustora. O sistema de ventilação geral, como o próprio nome induz, proporciona a ventilação de um determinado ambiente, de um modo geral e global. O sistema de ventilação local exaustora realiza-se com um equipamento captor de ar próximo à fonte poluidora [14], isto é, que produz poluente nocivo à saúde, de forma a remover o ar da fonte poluidora para a atmosfera. O ar da fonte poluidora é removido através de sistema de exaustão, devendo ser tratado, com a finalidade de ser convenientemente entregue à atmosfera, sem qualquer risco de poluição ambiental.

Segundo a ABNT – NBR 10131, de 1987, os ventiladores se classificam de acordo com a forma do rotor em: centrífugos ou radiais, mistos e axiais [14].

### 7.1 Ventiladores centrífugos

Um ventilador centrífugo consiste em um rotor com pás chamado impelidor, uma carcaça de conversão de pressão e um motor de acionamento. O ar entra no centro do rotor em movimento de entrada [15], sendo acelerado pelas pás e impulsionado da periferia do rotor para fora da abertura de descarga.

Os ventiladores centrífugos podem operar [16] pequenas vazões e grandes pressões. Nestes a trajetória de uma partícula no rotor se realiza em uma superfície que é um plano perpendicular ao eixo. Um exemplo é visto na Figura 8.

Normalmente, as instalações dos ventiladores operam com rotação constante e para variar a vazão, no caso para diminuir, são utilizados dampers que fecham os dutos nos pontos de captação ou dutos principais.

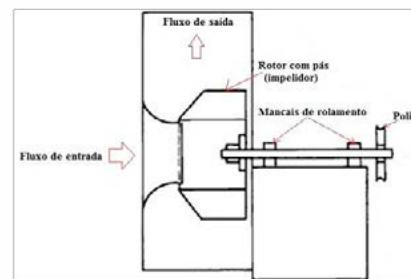


Figura 08: Ventilador centrífugo com transmissão por correias e polias

### 7.2 Eficiência através de estratégias de controle de vazão

Tipicamente, uma vez que um sistema de exaustão foi projetado e instalado, o exaustor opera a uma velocidade constante. Na prática, há ocasiões em que uma mudança na vazão é desejável, pois são adicionados ou retirados pontos de captação de resíduos. Normalmente o fluxo de ar deve ser aumentado por inclusão de equipamentos que necessitam de captação de pó e a redução no fluxo acontece

quando há ociosidade dos equipamentos onde aconteceria a captação [13]. Para variar o fluxo de ar nos dutos do sistema de exaustão, podem ser usados os seguintes métodos:

- Mudança na relação de transmissão motor versus rotor: a troca de polias da relação é a maneira mais simples de variar a vazão. Só é adotada quando uma alteração de volume do ventilador é necessária em caráter permanente, dado o trabalho envolvido nesta alteração;
- Controle com damper: alguns ventiladores centrífugos são projetados com a possibilidade de regular a vazão fechando ou abrindo dampers na saída ou entrada do ventilador, mudando assim a curva característica do sistema;
- Palhetas na entrada do rotor: são palhetas de seções curvas posicionadas na entrada do ventilador. Quando estão abertas o fluxo é máximo, e ao se fecharem, criam uma turbulência na entrada do alojamento do rotor que muda as características da curva de ventilador;
- Acionamento por velocidade variável: é o método mais caro, porém o que oferece infinitas possibilidades de velocidade de vazão dinamicamente. Ao reduzir a velocidade do ventilador para necessidades de fluxo menores, reduz-se também em relação cúbica a potência do motor.

A Figura 9 ilustra uma comparação entre os métodos de controle de vazão em relação ao consumo de energia. A análise deste gráfico comparativo, indica que o método de controle de velocidade é o que mais se aproxima da curva da potência requerida pelo ventilador. Assim, a possibilidade de operar o ventilador em velocidade variável caracteriza-se numa forma de melhorar a eficiência energética dos sistemas de ventilação. A partir do desenvolvi-

mento da eletrônica de potência é possível substituir métodos clássicos de controle de vazão (damper), por acionamentos de velocidade variável, ou ainda aliar os dois métodos em conjunto com um transdutor de pressão no duto principal. Ao se utilizar o acionamento eletrônico, é muito importante conhecer a característica conjugado-velocidade da carga, para uma correta especificação do sistema de acionamento.

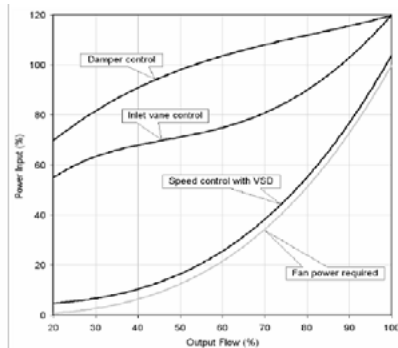


Figura 09: Comparação entre métodos de controle de vazão

Para contemplar este efeito, a curva característica do ventilador, consequentemente, deverá ser recalculada para uma condição média de operação [16]. Este procedimento é realizado recorrendo-se à definição da pressão total e às relações de similaridade das máquinas de fluxo. As equações resultantes são chamadas de Leis dos Ventiladores. Essas leis estabelecem [17] uma relação linear, quadrática e cúbica de vazão, pressão e potência em relação à rotação, e são mais frequentemente usadas para calcular mudanças na vazão, pressão e potência de um ventilador quando o seu tamanho, velocidade ou densidade do fluido forem alterados.

Assim, tal tese considerando primeiramente apenas mudanças na rotação (sistema constante) em determinado ventilador e em determinado sistema utilizando ar numa dada densidade, resulta nas equações simplificadas a seguir:

$$Q_2 = Q_1 \times \left( \frac{N_2}{N_1} \right) \quad (2)$$

$$P_2 = P_1 \times \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \quad (3)$$

$$W_2 = W_1 \times \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^3 \quad (4)$$

Onde:

P – pressão (total, estática ou dinâmica);

Q – vazão;

N – rotação do ventilador;

W – potência do ventilador.

## 8. Metodologia

Diante deste cenário, para minimizar os impactos na produção, reduzindo o valor da fatura de energia elétrica, propõe-se utilizar os preceitos básicos da norma ISO 50.001 para realizar estudos de melhorias em eficiência energética com enfoque nos sistemas de exaustão, por serem estas as maiores cargas nominais instaladas na fábrica. Para isso, serão detalhados a seguir, os passos do ciclo PDCA dentro do contexto deste estudo de caso.

### 8.1 Planejar

O planejamento das ações visa estabelecer as análises técnicas e econômicas que serão realizadas na etapa do diagnóstico. Nesta etapa também é criada a linha de base do diagnóstico, isto é, relata-se as condições operacionais atuais dos sistemas a serem analisados em termos de serviço prestado e consumo de energia.

#### 8.1.1 Perfil atual de energia

Neste estudo de caso, a identificação das maiores cargas e a análise dos perfis de operação, foram feitas por meio de medições de corrente de consumo das cargas no quadro geral de distribuição.

As cinco linhas de exaustão juntas somam 187,5 kW de potência nominal instalada, tendo suas partidas aciona-

das por soft-starter. Logo após partir o MIT, este dispositivo não tem mais atuação sobre o funcionamento do motor, ou seja, independentemente se há a necessidade de sucção a ser feita ou não, irá operar na velocidade nominal. Tem-se aí, um ponto a melhorar. Na Figura 10, vê-se uma foto de um dos ventiladores centrífugos antes da montagem dos dutos.



Figura 10: Exaustor centrífugo motor de 45 kW (VENTO675).

Os ventiladores realizam a sucção do pó de diversas máquinas distribuídas em toda fábrica, com tubulações que foram sendo alteradas ao longo dos anos conforme crescimento da área de ocupação da fábrica e inclusão de equipamentos que necessitavam de exaustão. Em consequência disso, a análise de todas as linhas se torna um pouco complexa porque em alguns pontos da rede existe a passagem de dutos de exaustão de um mesmo exaustor que passam por setores diferentes. Por isso a análise inicial será feita em uma linha em específica de 45 kW. Esse ventilador é exclusivo de duas máquinas somente, instaladas em 2008.

Utilizando apenas um multímetro alicate, pode-se ver que a corrente de consumo deste motor é 64,8 A, sendo a corrente nominal do motor para esta tensão nominal 81,3 A obtêm-se um fator de carregamento de aproximada-

mente 78,5%.

Em estudo inicial, percebeu-se que o exaustor com motor de 45 kW, nomeado como VENTO675, que realiza a sucção do equipamento da Linha Esquadribordas B4 (apresentado na Figura 10), apesar de operar em dois turnos inicialmente, permanece um período de tempo considerável em que a sucção não necessitaria estar sendo efetuada, pois os equipamentos atendidos por esse sistema de exaustão estão em regime de setup, limpeza ou ainda manutenção. Ainda existe a possibilidade de fechamento localizado por grupo deste equipamento, ou seja, conforme o tipo de peça a ser feita neste equipamento alguns grupos não teriam necessidade de operação, podendo então ter seus respectivos dutos fechados. Existem também alguns dutos correspondentes específicos de limpeza, que poderiam ser abertos somente no momento de limpeza da máquina.

Neste contexto, podem ser analisadas várias hipóteses de controle, verificando a viabilidade econômica de cada uma delas:

- Implementar o fechamento automático dos bocais e, em conjunto, variar a velocidade do motor, utilizando controle eletrônico de velocidade que possua entradas digitais, levando em conta um controle que use uma entrada de tempo real em determinados horários (por exemplo, horário de ponta);
- idem ao anterior, com fechamento dos dutos principais, ou seja, fechando o duto principal na entrada de cada equipamento, assim, sem necessitar de um controle individual sobre cada bocal de captação do pó;
- implementar o fechamento dos bocais e, em conjunto, variar a velocidade do motor, utilizando um controle em malha fechada com transdutor de vazão no duto mes-

tre da tubulação de exaustão;

- estudar viabilidade e tempo de retorno de investimento de outro tipo de motor que possua rendimento superior (e potência a ser definida), implementando além dos dampers automáticos nos dutos principais, o controle de velocidade. Se a hipótese for escolhida, ainda poderão ser realocados os motores, retirando assim do processo o de menor rendimento dentre todas as linhas de exaustão.

O estudo de viabilidade econômica e eficácia das hipóteses deverá contemplar um monitoramento dos tempos efetivos de produção de cada máquina, ou seja, identificar e quantificar os tempos em que as máquinas poderiam estar com a exaustão inoperante. Deve-se levar em conta também que a linha base de consumo é influenciada pelo acréscimo de cargas e/ou aumento dos níveis de produção, porém pode-se estipular que ao final do estudo de caso, as ações de eficiência energética sejam suficientemente capazes de suprir qualquer acréscimo de carga ou aumento de produtividade.

## 9. Desenvolvimento e descrição do trabalho

### 9.1 Implementação do plano de ação

A implementação do plano de ação envolve uma série de medidas para obtenção de resultados eficazes. Através das análises das hipóteses de controle do sistema de exaustão apresentadas no item 5.1.1, o controle por damper automático nos dutos principais foi o passo inicial, em seguida fez-se o estudo e implementação da variação de velocidade com substituição tecnológica do motor em questão. Esses passos são detalhados a seguir.

### 9.1.1 Controle do sistema de exaustão por damper

Nas duas máquinas em que o exaustor de 45 kW realiza a sucção do pó, denominadas pelos números 0710 e 0720, um monitoramento foi realizado colocando-se um horímetro, o qual somava o tempo em que haviam peças a serem processadas no interior de cada máquina, por meio de sinal identificado no CLP desta. Estas amostras foram feitas em dias aleatórios de produção, contemplando produções de peças diferentes, em que o tempo de setup pode variar.

Os resultados apontaram a possibilidade de fechamento total dos bocais em 33% do tempo nas duas máquinas em que este exaustor de 45 kW realiza a sucção do particulado. Em seguida, para efetuar a medição com analisador de energia, foi feito o fechamento manual do duto (simulando um damper) que realiza a sucção de apenas um dos dois equipamentos. A análise, resultou nos gráficos ilustrados na Figura 11.

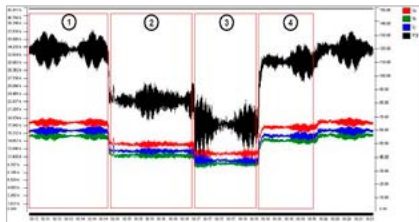


Figura 11: Leitura de potência e corrente por fase, em tempo real.

Foram obtidos com o fabricante dados do cálculo utilizado para determinação de potência necessária na instalação, a qual foi de 53 cv (39 kW). Estes resultados foram planejados, resultando assim a TABELA 01.

Tabela 01: Potência consumida em cada situação de operação numerada.

Medição	Situação	Potência Cons. (kW)
1	Sistema em plena carga	33,7
2	Fechamento do damper da máquina 0710	23,2
3	Fechamento total (0710 e 0720)	18,1
4	Fechamento do damper da máquina 0720	31,3

Com o teste de fechamento manual foi possível constatar que esta medida imediata seria viável, sem grandes investimentos e, assim, a implantação do damper automático foi efetuada nos dutos principais das duas máquinas atendidas pelo exaustor de 45 kW (máquinas 0710 e 0720) (Figura 12). Diferentemente do teste manual, onde uma chapa de metal obstruiu totalmente a sucção, no damper com atuador pneumático é necessário manter uma distância de segurança (de 3 a 5 mm) entre a chapa metálica de obstrução e as paredes internas do duto. Por essa abertura que percorre toda circunferência interna dos dutos, ocorrem perdas de sucção e, portanto, o resultado do consumo de corrente do motor com fechamentos simultâneos dos dois equipamentos resultou em 43A, ou seja, um valor pouco maior do que os 40A encontrados com os fechamentos simultâneos feitos de forma manual.



Figura 12: Damper automático com atuador pneumático (Maq. 0710).

O objetivo de implantar o damper automático é obter um regime de trabalho que independa da ação dos ope-

radores da máquina, pois como visto na Figura 12, são inúmeros bocais que deveriam ser controlados, assim, corre-se o risco de haverem falhas involuntárias (o operador poder esquecer de atuar um ou mais dampers) e isso comprometeria os resultados. As tecnologias atuais usadas em empresas européias adotam este fechamento dos dutos aliado à variação de velocidade através de controle com inversores de frequência. Esta análise deve ser feita baseada na Lei das Afinidades, que rege o comportamento dos ventiladores centrífugos [17].

### 9.1.2 Hipóteses combinadas para o controle do sistema de exaustão

Com a implementação do fechamento automático dos bocais principais já em operação e com resultado positivo constatado em medições de corrente de consumo do motor de indução do exaustor VENTO675, o passo seguinte foi estudar a viabilidade de implantação do controle de velocidade com o motor existente ou com um motor de tecnologia mais recente, com rendimento superior ao atual, reduzindo assim o tempo de retorno de investimento.

Para inserir a variação de velocidade controlada por inversor de frequência no sistema VENTO675, é necessário adquirir o inversor de frequência, independentemente de usar o motor atual ou outro de maior rendimento e/ou potência diferente. Para esse estudo foram feitos os seguintes orçamentos:

- inversor de frequência para motor com potência nominal de 60 cv;
- motor de maior rendimento disponível no mercado: ímãs permanentes;
- motor de maior rendimento com potência nominal diferente do motor atual
- (MIT de 60 cv), a ser estudado qual valor que possa vir a suprir futura-

mente demanda maior em parque fabril novo.

Assim, fez-se estudo com fornecedores de motores de rendimento acima do atual motor, e diante das situações de demanda do processo, foram apresentadas propostas de fornecimento de motor com maior rendimento e de potências diferentes, sendo ofertado o motor síncrono de ímãs permanentes. Este motor possui rendimento 96,5 %, contra 93% dos motores de indução gaiola de esquilo de mesma capacidade instalado nessa aplicação. O consumo estimado pelo fabricante, optando pela inclusão da variação de velocidade, está exposto na Tabela 02 com dados estimados pelo fabricante do motor Wmagnet.

**Tabela 02: Dados estimados pelo fabricante do motor Wmagnet.**

Situação	Consumo c/ dampers (kW)	Consumo com variação velocidade (kW)
Sistema em plena carga	33,7	32
Fechamento do damper da máquina 0710	23,2	11,4
Fechamento do damper da máquina 0720	31,3	14,2
Fechamento total (dampers 0710 e 0720)	18,1	11,4

Fonte: WEG

Aplicando uma média ponderada levando em conta os dados da Tabela 02l e os valores de demanda do processo (obtidos com horímetro instalado em cada máquina), obtém-se um consumo médio de 20,27 kW, contra 26,5 kW do sistema de fechamento com dampers. O estudo pode ser compreendido melhor analisando o quadro representado na Tabela 03, que apresenta um resumo das possibilidades com alguns resultados esperados considerando a situação daquele momento.

**Tabela 03: Resumo da proposta: damper com variação de velocidade.**

RESUMO DA PROPOSTA				
Indicadores	Antigo	Com damper	Com damper aliado a variação de velocidade	
Custo unitário (R\$/kWh)	0,265			
Dias de operação / ano	260 (3900hs)			
Horas de operação / dia	15			
Alternativas propostas	-	Automático	Wmagnet Drive System	
			60 cv	75 cv
kWh consumido	33,7	26,5	20,75	20,27
Consumo anual (kWh)	131.430,00	103.350	80.925,00	79.053,00
Redução consumo de energia (R\$/ano)	-	28.080,00	50.505,00	52.377,00
Economia com remanejamento de motores	(kWh/ano)	-	-	7.683,00
	(R\$/ano)	-	-	2.035,96
Venda de motor usado 60 cv (R\$)	-	-	2.000,00	2.000,00
Investimento previsto (R\$)	-	1.000	28.330,00	32.665,70
Retorno de investimento (ano)	-	< 2 meses	2,1 anos	1,9 anos

No item 5.1.1, na descrição das hipóteses de controle para o sistema de exaustão, não foi considerada a hipótese de controle de velocidade com inversor de frequência utilizando o MIT atual de 60 cv, pois haveria o risco de a implementação resultar em uma perda de rendimento do motor, conforme estudos apresentados [12], pois a aplicação em questão exige uma faixa de frequência baixa em uma situação específica que não tenha necessidade de sucção em nenhuma das duas máquinas. Além disso, com a inserção de um motor novo seria possível um remanejamento de motores usados, tirando de uso um dos motores de indução mais antigos, fabricado de 1987.

Outra consideração é que o tipo de motor escolhido para substituição, só pode ser alimentado através do inversor de frequência por possuir configuração fixa de seis pólos. Logo, o custo considerado na Tabela 03 inclui o inversor de frequência para controlar o motor.

### 9.1.3 Implementação do controle de velocidade

A partir dos resultados esperados, optou-se pelo motor de 75 cv por ter o menor tempo de retorno e garantia de rendimento superior ao motor de indução trifásico. Também com o objetivo de aproveitar esse mesmo sistema em um futuro parque fabril, onde há possibilidade da potência necessária ser maior do que os atuais 60 cv.

Os dados técnicos deste motor podem ser vistos na Figura 13. No detalhe, a data de fabricação de janeiro de 2012.

Para controlar a velocidade do exaustor por meio de sinal das duas máquinas atendidas pelo sistema de exaustão, de forma a atuar o damper e, simultaneamente, variar a velocidade conforme as quatro situações possíveis, foi instalado no painel elétrico do inversor de frequência um CLP. Para esse CLP, criou-se um programa que recebe na entrada os sinais 0 e 24 Vdc de acordo com o estado de operação das duas máquinas. Neste programa em ladder, a impostação de valores de velocidade para o inversor obedece à lógica binária conforme Tabela 04.



Figura 13: Dados de placa do motor de ímã permanente implementado.



Fonte: Autor

Tabela 04: Lógica de controle de velocidade do motor

Rotação do motor (RPM)	300	1200	1400	1800
Frequência (Hz)	15	60	70	90
Sinal máquina 0710	0	0	1	1
Sinal máquina 0720	0	1	0	1

Este estado por sua vez, é determinado por duas condições: esteira transportadora ligada e presença de peças no interior da máquina. A combinação desse estado das duas máquinas nas entradas do programa irá definir qual saída atuará do CLP, que por sua vez são as entradas de velocidade do inversor de frequência. Os parâmetros de velocidades do motor foram estabelecidos no inversor de frequência por teste empírico. O inversor de frequência, display e demais dispositivos inseridos no painel elétrico podem ser vistos na Figura 14 e o motor de ímãs permanentes é visto na Figura 15.

Figura 14: Painel elétrico externo (coluna esquerda) e interno da implementação (coluna direita).



Figura 15: Motor instalado no VENT0675.



## 10. Resultados e discussões

Algumas implementações existentes no mercado são feitas com a utilização de um transdutor de vazão fixado na tubulação principal. Isto se aplica de forma usual quando o sistema realiza sucção de várias máquinas. Assim, se houver fechamento ou abertura dos dutos (automático ou manual) o transdutor de vazão informa para o controle que houve uma diferença de vazão na rede, e a lógica de controle atua, aumentando ou reduzindo a velocidade. Porém, a atuação dos dampers deve anteceder essa ação. Considerando que o custo do transdutor de vazão orçado foi de R\$5.800,00 e nesse estudo de caso são somente duas máquinas que influenciam o controle de tomada de decisão (qual velocidade o exaustor deve operar?). A informação é considerada direta, pois ao mesmo tempo em que o sinal da máquina atua o damper, envia o sinal para o CLP. Este, por sua vez, através do programa irá atuar suas saídas correspondentes, que são as entradas multi speed do inversor de fre-

quência. Elimina-se a necessidade do transdutor, porém caracteriza mesmo assim um sistema autônomo, que independe do fator humano.

### 10.1 Variação de velocidade

A Tabela 03 foi uma estimativa, porém o realizado foi diferente porque no momento da instalação foi utilizada uma polia motora de menor diâmetro. Isso porque para poder usar a mesma polia, foi necessário modificar as suas dimensões devido a diferença da carga entre o MIT de 60 cv (carcaça 225) e o motor modelo Wmagnet de 75 cv (carcaça 200). Estes resultados podem ser vistos na Tabela 05.

Tabela 05: Resultado parcial, com polia motora menor

Situação	Consumo (kW)	
	somente dampers	dampers + variação velocidade
Sistema em plena carga	33,7	12
Fechamento do damper da máquina 0710	23,2	10
Fechamento do damper da máquina 0720	31,3	4,5
Fechamento total (dampers 0710 e 0720)	18,1	0,2

A rotação do rotor do exaustor é dada por (5) a seguir.

$$N_M \times D_{PM} = N_R \times D_{PC} \quad (5)$$

Onde:

$N_M$  – Velocidade do motor;

$N_R$  – Velocidade do rotor

$D_{PM}$  – Diâmetro da polia motora (acoplada ao motor)

$D_{PC}$  – Diâmetro da polia conduzida (acoplada no mancal comum ao rotor)

Desta forma, para a plicação em questão, obtém-se o seguinte valor para velocidade do rotor:

$$1780 \times 255 = N_R \times 280 \Rightarrow N_R = 1620rpm$$

# Artigos Completos

Como a polia motora era de diâmetro menor, durante todo o primeiro mês (março) o sistema operou com a velocidade do rotor reduzida, com valores obtidos através de (5):

$$1800 \times 255 = N_R \times 280 \Rightarrow N_R = 1640 \text{rpm}$$

Como a polia motora era de diâmetro menor, durante todo o primeiro mês (março) o sistema operou com a velocidade do rotor reduzida, com valores obtidos através de (5):

$$800 \times 255 = N_R \times 280 \Rightarrow N_R = 1640 \text{rpm}$$

Assim, a exaustão mesmo de forma visual mostrou-se insuficiente na captação do pó das duas máquinas. E para ter-se um parâmetro mensal, a recolocação da polia foi feita somente após um mês de operação do sistema com motor de ímãs permanentes, obtendo assim um histórico de consumo que pudesse ser usado em termos de comparações entre polias motoras de diferentes diâmetros, num período de amostragem que englobou todas as possíveis situações de produção.

Para montagem dos resultados obtidos, no mesmo formato de quadro resumo da estimativa apresentada na Tabela 03, foram coletadas informações mais reais possíveis quanto:

- dias úteis que a empresa trabalha por ano: são 245 dias, já descontadas as férias coletivas;
- operação diária de 19 horas no mês de março, onde a média de horas/dia foi feita através do somatório de horas dos dois turnos de trabalho (descontadas duas horas de operação do gerador), com as horas extras semanais;
- operação diária 21 horas no mês de abril, onde a média de horas/dia aumentou devido ao início de um terceiro turno de trabalho;

- em relação ao resumo da proposta apresentado na Tabela I, o investimento necessário para a colocação do sistema em funcionamento aumentou, pois foram contabilizados os valores do CLP, armário elétrico, dispositivos de manobra e demais dispositivos de controle;
- através dos parâmetros “Contador de kWh” (P044) e “Número de horas em operação” (P043) do inversor de frequência CFW-11 foi possível obter o valor da potência média de 10,77 kW, fazendo a divisão conforme (6):

$$\text{Potência Média (kW)} = \frac{\text{Parâmetro P044}}{\text{Parâmetro P043}}$$

Inserindo os valores em (6), obteve-se:

$$\text{Potência Média (kW)}_{\text{Março}} = \frac{4868 \text{ kWh}}{451,6 \text{ h}} = 10,778 \text{ kW}$$

$$\text{Potência Média (kW)}_{\text{Abril}} = \frac{6828 \text{ kWh}}{426,8 \text{ h}} = 16 \text{ kW}$$

Com esse valor e levando em conta as demais considerações necessárias já citadas, é apresentada a Tabela 06, com objetivo de analisar o tempo de retorno de investimento real para cada situação, sempre comparando com a situação antiga de potência consumida de forma contínua de 33,7 kW e o panorama do mês atual.

Tabela 06 – Resumo da implementação damper + variação de velocidade.

Indicadores	Março	Abril
Custo unitário (R\$/kWh)	0,265	0,265
Dias operação / ano	245 dias (4655hs)	245 dias (5145hs)
Horas de operação/ dia	19	21
Alternativa implantada	Wmagnet 75 cv	Wmagnet 75 cv
Média em kWh	10,75 (polia menor)	16 (polia 'original')
Consumo anual (kWh)	50.041,25	82.320
Redução em relação ao sist. antigo (kWh/ano)	106.832,25	91.066,5
Redução consumo de energia (R\$/ano)	28.310,54	24.132,62
Economia com remanejamento de motores (R\$/ano)	13.965,00	15.435,00
Venda de motor usado 60 cv (R\$)	3.700,73	4.090,27
Investimento realizado (R\$)	2.000,00	2.000,00
Retorno de investimento (anos)	36.665,70	36.665,70
	= 1,08	= 1,21
Redução em emissão de CO2 (t/ano) <sup>9</sup>	11,28	9,62

A média de 16 kWh obtida no mês de abril é o panorama definitivo, pois quando há sucção nas duas máquinas

o rotor do sistema de exaustão está girando na mesma velocidade antiga, ou seja, velocidade nominal quando o motor está em 1800 rpm. Dados coletados no início e fim dos primeiros seis meses amostrados, indicaram também outros valores que apresentam valores concretos de economia acumulada, conforme a Tabela 07.

Uma implementação auxiliar foi feita através dos valores dos tempos de uso de cada máquina, fornecendo aos gestores da produção dados percentuais de quanto tempo cada máquina está operando de fato, visto que os sinais coletados nos contadores do programa elaborado no CLP indicam valores individuais de cada equipamento operando, valores em que o equipamento está inoperante (não separa se é por setup de máquina, limpeza ou manutenção) e ainda valores totais de operação. Com isso, obtêm-se valores percentuais de utilização do equipamento, que podem ser usados como sendo o rendimento da máquina.

Tabela 07 – Economia efetiva acumulada nos primeiros seis meses.

Mês	Potência média [kW]	Horas trabalhadas [hs]	Consumo evitado [kWh]	Economia efetiva [R\$]
Março	10,75	451,6	10.364,22	2.746,51
Abril	16,44	433	7.664,1	2.030,98
Mai	16,18	516,6	9.143,83	2.423,11
Junho	13,91	468,7	9.275,57	2.458,02
Julho	14,50	511	9.806	2.598,77
Agosto	12,60	540	11.394	3.019,41
TOTAL	14,06 (média)	2.920,9 hs	57.647,72 kWh	R\$15.276,8

## 10.2 Remanejamento de motores

Foram remanejados dois motores, retirando assim do processo o de menor rendimento dentre todas as linhas de exaustão, um MIT do sistema de exaustão VENT732.1, o qual possui tecnologia antiga empregada na sua fabricação em 1987, época em que o rendimento não era item obrigatório a constar nas placas de identificações dos motores.

A maioria dos fabricantes possui um sistema a base de troca, onde

o cliente entrega seu motor usado na compra de um motor novo, e é o que pode ser levado em consideração neste caso.

No sistema de exaustão deste motor, foi colocado o motor que até então estava no VENTO675, um MIT com rendimento de 93%. A corrente elétrica de consumo do motor antigo era de 64 A, e efetuando a troca, mantendo todas as demais características do conjunto inalteradas, este consumo baixou para 58 A. Adaptando (7) para cada caso, tem-se as duas situações:

$$P(kW) = \frac{\sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi}{1000} \quad (7)$$

a) Para o motor antigo (MIT 60 cv de 1987 – rendimento nominal desconhecido)

$$P(kW) = \frac{\sqrt{3} \times 64 \times 380 \times 0,87}{1000} = 36,66kWh \quad (8)$$

b) Para o motor retirado (MIT 60 cv de 2008 – rendimento nominal de 93%) do ponto em que foi colocado o motor de ímãs permanentes:

$$P(kW) = \frac{\sqrt{3} \times 58 \times 380 \times 0,89}{1000} = 33,97kWh \quad (9)$$

Logo, a redução no consumo nessa modificação é a subtração de (8) com (9), obtendo assim o valor de 2,67 kWh. E usando (10), obtém-se:

$$245 \text{ dias} \times 15 \text{ hrs} \times 2,67 \text{ kW} \times 0,26 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} = \text{R\$}2.551,18 \quad (10)$$

O remanejamento efetuado resultou em uma economia direta de aproximadamente R\$ 2.551,18 ao ano.

### 10.3 Economia com o gerador

Outra consequência das implementações que geraram uma economia no consumo de energia elétrica, foi a economia no consumo de óleo diesel

do gerador, isso porque o percentual menor de carregamento consome menos combustível. Anteriormente, o consumo era de 175 litros de óleo diesel a cada noite de utilização no horário de ponta. O consumo diminuiu para aproximadamente 145 litros por noite, e considerando média de 21 dias úteis mensais, e valor do óleo diesel R\$2,00 ao litro, essa diminuição do consumo de óleo diesel gerou uma economia direta de aproximadamente R\$1.260,00 por mês.

Com base nas implementações realizadas, a Tabela 08 mostra o ganho obtido com todas as implementações, considerando o tempo de análise de um ano.

Tabela 08: Resumo executivo das implementações realizadas.

AÇÃO	ECONOMIA DE ENERGIA	INVESTIMENTO [R\$]	GASTOS EVITADOS [R\$]
Varição velocidade + damper	91.066,5 [kWh/ano]	R\$36.665,70	R\$24.132,62
Remanejamento de motores	9.812,25 [kWh/ano]	-	R\$2.551,18
TOTAL	100.878 kWh/ano	R\$36.665,70	R\$ 26.683,8

Fazendo-se um somatório dos gastos evitados, inclui-se a economia com óleo diesel (aproximadamente 6.125 litros/ano), o equivalente a R\$11.943,75, e chegando-se assim num valor de gastos evitados de R\$ 38.627,55.

A demanda contratada não foi diminuída devido à variação de processos dentro da fábrica, ou seja, a diminuição do consumo registrado nesses pontos foi suficiente para suprir a demanda de novas cargas em outros setores que aumentam de forma sazonal e bem dinâmica.

O efeito da inclusão de uma carga não-linear do porte do inversor de frequência de potência nominal de 75 cv, foi percebido em um equipamento que possui diversos servo-acionamentos e servomotores, que trabalha também em horário de ponta, onde a fonte de energia elétrica passa a ser o gerador. Os dispositivos de controle dos servomotores de uma máquina operatriz apresentavam alarme quando o exaus-

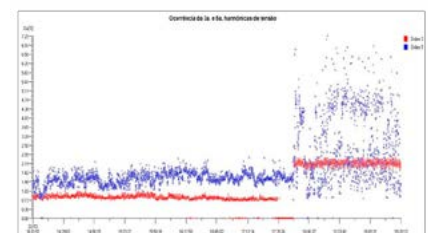
tor (inversor de frequência) variava a velocidade durante o horário de funcionamento do gerador.

Para confirmar a influência do inversor nas anomalias de tensão detectadas pelos acionamentos, instalou-se um analisador de medidas elétricas na entrada do inversor de frequência, e posteriormente no QGBT. Nesta ocasião, fizeram-se testes simulando as possibilidades reais e registrando em que horário foram feitas, para depois comparar o efeito de cada ação com o resultado da medição:

- somente exaustor (inversor de 75 cv) ligado;
- somente máquina que sinalizava anomalia quando exaustor ligado, em horário de ponta;
- máquina e exaustor inoperantes;
- máquina e exaustor ligados;

Estas medições contemplaram períodos em que a fonte de energia era a concessionária e também horário de ponta, onde a fonte era o gerador. Um resultado parcial pode ser visto na Figura 16.

Figura 16: Resultados das medidas.



Constatou-se uma contribuição significativa do inversor de frequência nos distúrbios totais da rede elétrica interna da planta, que se refletem sobre um monitoramento que o software destes acionamentos de servomotores fazem na qualidade da energia. Por outro lado, esta máquina que possui esses acionamentos, servomotores, inversores de frequência, motores de 200 Hz, também contribui para a inclusão de tensões de diferentes frequências.

ências da fundamental (harmônicas 9). Iniciou-se então um estudo paralelo, para verificar a necessidade de implementação de filtros específicos para a tensão harmônica de maior contribuição no distúrbio, especificamente, a 5ª harmônica (filtro passivo) ou filtro com correção dinâmica (filtros ativos). Ainda a definir, se em ambas fontes (inversor de frequência do exaustor e máquina operatriz) ou de forma individual. Uma publicação direcionada ao assunto de qualidade de energia, [18] descreve circunstância semelhante:

[...] o filtro harmônico passivo LC é chamado de filtro não compensado, porém há, genericamente, um outro tipo de filtro passivo, chamado de filtro de harmônicas compensado, que é particularmente recomendado para instalações onde seja utilizada uma fonte de substituição de energia, como, por exemplo, grupos geradores.

A esse respeito, a fim de evitar ou limitar a intensidade de ruídos causados pela introdução das harmônicas na rede, seguindo recomendação do fabricante [9] de que “[...] entre 0 e 240 rpm o acionamento através da opção PM Sensorless apresenta ruído magnético de maior intensidade característico do método de controle”, a rotação mínima foi estabelecida em 300 rpm, ocasião em que os dutos principais das duas máquinas estão fechados. Essa teoria se comprova em outras medições efetuadas, onde em um período de amostragem percebeu-se que quanto menor é a velocidade imposta ao inversor de frequência, maior é a distorção de harmônica resultante. Nestas condições, ainda por trazer economia de energia elétrica considerável com uma rotação inferior (conforme diferenças apontadas entre os meses março e abril), uma rotação mínima deve ser estabelecida de modo a não acumular particulado (pó e demais resíduos de MDF) no interior dos dutos.

Ressaltando os aspectos que envolvem perspectivas de continuidade

do trabalho, sobre as ações de eficiência energética, é fundamental o conhecimento do processo passível de melhoria, não apenas em análises pontuais, mas sim através de estudos que aliem ações de eficiência a cada particularidade dos processos. No caso dos sistemas motrizes, é recomendável não atuar sobre os motores somente, mas também agir tirando proveito de situações do processo, como o realizado no estudo de caso apresentado.

O ciclo PDCA, programa de referência da Norma ISO 50.001, continuará sendo utilizado como base para sequência do estudo apresentado, que não pode ser dado como concluído, visto as demais cargas citadas ainda são passíveis de melhorias. A este propósito, segue um resumo executivo do ciclo PDCA:

- P: estudo das cargas, levantamento das possibilidades de redução dentre as hipóteses levantadas demonstrado no item “8.1 PLANEJAR”;
- D: execução das ações, demonstradas no item “9.1 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO”;
- C: verificação dos resultados, demonstrados entre os itens “10.1 à 10.3 - RESULTADOS”;
- A: discussões, correção das etapas do ciclo, definição de novos limites e futuras implementações

## 11. Conclusões

Os resultados obtidos com a combinação dos dampers automáticos e a variação de velocidade com motor de maior rendimento no sistema de exaustão foram considerados satisfatórios, visto a possibilidade do tempo de retorno de investimento ser menor do que o projetado inicialmente.

O tema eficiência energética é muito abrangente, e nesse trabalho os esforços foram concentrados nos resultados da implementação do mo-

tor de ímãs permanentes. Contudo, mesmo o assunto eficiência energética sendo desmembrado em sistemas de exaustão está longe de ser esgotado. Exemplo disso é a qualidade de energia, visto que levando em conta as demais linhas de exaustão existentes, a viabilidade de implementação de variação de velocidade, passa obrigatoriamente por estudo específico de qualidade de energia, com foco na inclusão de cargas não-lineares e por consequência o surgimento de harmônicas.

Convém, no entanto, ressaltar que os estudos que apontarem resultados dos tempos das demais linhas de exaustão em que estas poderiam permanecer inoperantes, já poderão definir de antemão a implementação de dampers, também automáticos, com baixo investimento e sem influência na qualidade de energia.

Ainda há de se ressaltar que quando se trata de eficiência ou mesmo a otimização, é imprescindível um trabalho de conscientização, pois há uma preocupação com os maiores consumidores. Contudo, um somatório de pequenos desperdícios também pode gerar um carregamento maior sobre as fontes de energia, sejam elas elétricas, a gás ou óleo diesel.

Como consequência indireta, a metodologia utilizada além de servir como base para execução da eficiência, privilegiou equipamentos de crucial importância para o funcionamento da fábrica, pois as verificações pontuais incidiram em cuidados específicos, influenciando assim no aumento da confiabilidade destes equipamentos. Esta metodologia continuará sendo usada na gestão de energia, possibilitando assim um acompanhamento com registros e implementações que caracterize um programa de melhoria contínua.

## 12. Referências

[1] EPE, 2011. *Relatório anual Balanço Energético Nacional 2011*. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em: 26 de ago. 2012.

[2] HADDAD, J. e outros, *Eficiência Energética – Teoria e Prática - 1a ed.* - Eletrobrás/PROCEL Educação. UNIFEI, 2007.

[3] EPE, 2010. *Relatório anual Balanço Energético Nacional 2010*. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em: 26 de jun. 2011.

[4] WEG Equipamentos Elétricos S/A – *Treinamentos/ Módulo 6: Apostila de Eficiência Energética em Aplicação de Motores Elétricos*. Jaraguá do Sul, 2006.

[5] FITZGERALD, A.E. - *Máquinas Elétricas / Charles Kingsley, Stephen D. Umans; tradução de Anatólio Laschuk*. - 6a ed. - Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

[6] DEL TORO, V. - *Fundamentos de Máquinas Elétricas; tradução Onofre de Andrade Martins - 1aed.* - Rio Janeiro: Editora LTC, 1999.

[7] GENERAL ELETRIC, 2010 – *Notas Técnicas Motores NT-01*. Disponível em: <http://www.geindustrial.com.br/downloads>. Acesso em: 15 set. 2011

[8] INMETRO, 2011. *Rendimentos nominais mínimos*. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001643.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2011

[9] WEG Equipamentos Elétricos S/A – *Catálogo Wmagnet Drive System*, Rev. 08, 05/2011.

[10] WEG Equipamentos Elétricos S/A – *Guia Rápido Wmagnet Drive System*, 2012 - Ver: 00, 11//2011, código 50033441).

[11] BARBI, I. - *Eletrônica de Potência - 5a ed.* - Florianópolis: Editora do Autor, 2005.

[12] WEG Equipamentos Elétricos S/A – *Guia Técnico Motores de Indução Alimentados por Inversores de Frequência*, 2009. Disponível em: <http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/WEG-motores-de-inducao-alimentados-por-inversores-de-frequencia-pwm-027-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2012.

[13] AMCA, 2011. *Air Moving and Control Association*. Disponível em: <http://www.amca.org/>. Acesso em: 07 jun. 2012

[14] MOREIRA, A. B.- *Análise da Operação de Sistemas de Ventilação Industrial - Ceará: Universidade Federal do Ceará*, 2006.

[15] PROCEL, *HVAC Handbook*, 2006. – *Conservação de Energia*. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/25841679/HVAC-Handbook-PROCEL-Conservacao-de-Energia>. Acesso em: 30 ago. 2011.

[16] VIANA, C. N. A., *Manual de Eficientização Industrial - Módulo Ventiladores e Exaustores*. ELETROBRÁS/PROCEL, Rio de Janeiro, 2002.

[17] OTAM, *Ventiladores Industriais - Boletim técnico No 2: Lei dos Ventiladores*. Disponível em: [http://www.otam.com.br/seguro\\_c\\_form\\_login.php](http://www.otam.com.br/seguro_c_form_login.php). Acesso: 20 set. 2011

[18] MORENO, H. *Harmônicas nas Instalações Elétricas - PROCOBRE, São Paulo*, 2001.

# Atuação do Design Estratégico junto aos saberes artesanais

**Tais Balbinot**

Acadêmica do curso de Design  
Universidade de Caxias do Sul, Campus Uni-  
versitário da Região dos Vinhedos (CARVI).

**Resumo:** Sob a ótica do design, a exploração de um determinado território propõe o desenvolvimento local, gerando valor para o espaço. Em se tratando de pequenos municípios do Rio Grande do Sul, o design tem a oportunidade de atuar estrategicamente permitindo o desenvolvimento dos mesmos por meio da integração de manufaturas e técnicas artesanais. Neste contexto, o presente artigo tem como tema central a atuação, por meio do design estratégico, na integração de manufaturas ou técnicas artesanais de pequenos municípios do Rio Grande do Sul, explorando contemporaneamente suas potencialidades produtivas frente a necessidade de novos negócios nestas regiões, e a oportunidade mercadológica adversa a produção seriada da industrialização. O objetivo deste projeto é apresentar um estudo que aborda o design estratégico, a relação histórica do design com o artesanato, e modelos de atuação da disciplina em arranjos produtivos empresariais, artesanais e de viés autoral. A identificação e a contextualização de potenciais artesãos, tendências e perspectivas de consumo, também são contempladas. Como contribuição, o modelo de negócio proposto contempla identidade visual, coleção de mobiliário para residências, embalagens, sugestão de ponto de venda e comunicação.

**Palavras-chave:** design, artesanato, estratégia, pequenos municípios.

**Abstract:** From the perspective of design, the operation of a particular territory proposed local development, creating value for the environment. In this context, this article is focused on the performance through the strategic design, integration of craft manufacturing or techniques of small towns in Rio Grande do Sul, exploring contemporaneously its productive potential across the need for new business in these regions, and adverse market opportunity, the mass production of industrialization. The objective of this project is to present a study that addresses the strategic design, the historical relationship of design with the authorial bias crafts. The identification and contextualization of potential craftsmen, trends and prospects for consumption are also contemplated. As a contribution, the proposed business model includes visual identity, furniture collection for residences, packaging, point of sale and communication suggestion.

**Keywords:** design, crafts, strategy, small towns.

## 1. Introdução

Sob a ótica do design, a exploração de um determinado território propõe o desenvolvimento local, gerando valor para o espaço. Em se tratando de pequenos municípios do Rio Grande do Sul, o design tem a oportunidade de atuar estrategicamente permitindo o desenvolvimento dos mesmos por meio da integração de manufaturas e técnicas artesanais. Estas pequenas regiões apresentam uma economia fortemente fundamentada no setor primário da agricultura, de modo que anseiam por novas oportunidades de negócios que possibilitem utilizar mão de obra disponível no local. Apresentando diversificadas soluções construtivas, a intermediação do design permite a potencialização e agregação de valor às produções, colaborando com o município e delineando exclusividade à cada peça.

Ao mesmo tempo, a sociedade pós-industrial desafia os segmentos mercadológicos a buscar a diferenciação e a inovação por meio de produtos e serviços que lhe proporcionem mais qualidade de vida no seu cotidiano. A exclusividade e história das atividades manuais vislumbra uma aproximação com este mercado, propondo uma pausa para a contemplação do natural, Al-Assal [1], diretor da Agência Voltage explica em entrevista concedida para o site Revista Exame, que “o consumidor está buscando uma vida com menos estresse e estímulos”.

## 2. Fundamentação

O complexo pensamento pós-moderno declina as racionalidades que se concretizaram na era industrial, influenciando de maneira geral as diferentes áreas do saber. As consequências científicas, tecnológicas, formativas e sociais frente a nova abordagem da disciplina do design, foram classificadas por Maldonado [2], em seu livro *Design Industrial*, como design frio - associa-

do aos modelos fechados de design industrial da primeira metade do século XX - e design quente - relacionado às correntes desencadeadas a partir dos anos 60 em que valorizavam formas de produção artísticas e artesanais.

De acordo com Krippendorff [3], a sequência de movimentos adversos à linearidade dos sistemas fechados ganhou forças e libertaram o design da indústria, consentindo sua capacidade aberta de agregar valores semânticos aos objetos e de aplicar suas habilidades comunicativas. Sob esta perspectiva, o design assume um caráter muito mais participativo, estabelecendo canais de comunicação entre assuntos tangíveis e intangíveis, levando razões e conteúdo que se distinguem em um mercado saturado de mercadorias.

Manzini e Vezzoli [4] complementam que o design contemporâneo deve projetar a integração e a articulação entre produtos, identidade visual, serviços e comunicação de uma empresa, ou seja, seu sistema produto-serviço. Através destas competências, o design, em seu nível estratégico, atua como o elo entre as empresas e a sociedade. Esta relação entre produtos e consumidores está relacionada, segundo Zurlo (apud [5]), com a busca de valores subjetivos que provocam emoções, e que ultrapassam a fronteira do simples consumo. O olhar interdisciplinar do design estratégico estimula novas soluções sociais para pequenos municípios do Rio Grande do Sul de modo que a coletividade atue no processo de criação de valor, mudando o foco da forma do produto para um conjunto de fatores a serem articulados.

Desde que o homem criou seu primeiro instrumento em pedra lascada, a produção manual foi a única maneira de construir o que precisava. O desenvolvimento de ferramentas e habilidades, desencadeou em milênios seguintes o surgimento do profissional artesão, responsável pela criação e execução das peças. No século XVIII, a

Revolução Industrial iniciada na Inglaterra infringiu as leis vigentes e substituiu os teares manuais pela produção mecanizada, de forma que, segundo Schneider [6], antigos camponeses e artesãos transformaram-se em uma classe social de trabalhadores assalariados operando aparelhos e máquinas.

A produção em série, oriunda desta revolução, denigriu drasticamente a qualidade dos produtos, desencadeando uma série de movimentos reformistas que defendiam a naturalidade das peças, o convívio e a colaboração entre artistas e artífices, em busca do resgate e preservação das técnicas manuais [6]. Ainda de acordo com Schneider [6], os movimentos radicais ao funcionalismo ganharam força a partir de 1960 em todo o território mundial. Atribuindo características comunicativas e expressivas às produções, temas relacionados às funções emocionais e simbólicas tornaram-se o centro das atenções. É neste mesmo período que a multiculturalidade brasileira, através de suas distintas histórias, povos e materiais, torna o território nacional extremamente favorável a atuações de design. Nos últimos quinze anos, estas oportunidades estão sendo aproveitadas por meio de iniciativas que promovem encontros entre design e produções nacionais. Organizando Arranjos Produtivos Locais (APLs) ou associações, muitos designers propõem negócios estratégicos que promovem materiais e técnicas locais, através de uma relação de troca de conhecimentos.

Segundo o Serviço de Apoio à Micro e Pequena Empresa (SEBRAE) [7], um APL corresponde a uma aglomeração de empresas em um mesmo território, que apresentam especialidades produtivas comuns, e que mantêm um vínculo de interação, cooperação e aprendizagem entre si e entre outros atores locais. Diversos APLs são criados e/ou conduzidos por profissionais da área de design, que através de metodologias específicas identificam

oportunidades de atuação nestas áreas e propõem o desenvolvimento de um projeto. A atuação do designer como articulador, sugere a troca mútua de conhecimentos, a exemplo de Dijon de Moraes que atuou em três APLs brasileiros atualmente ativos: Coleção Ubá Móveis de Minas, Projeto Goiânia Design, e Oficina de Design – Móveis do Oeste de Santa Catarina. Nestas atuações, Moraes [8] orienta-se pelas premissas de que sejam utilizadas somente matérias-primas existentes nas micro e pequenas empresas participantes, que não sejam adquiridos maquinários e ferramentas que inviabilizem a inserção de design, e que as referências culturais sejam inseridas através de signos e ícones que representem o território.

No que tange a relação do design com o artesanato, destaca-se a atuação de designers junto a órgãos públicos como o SEBRAE [7], onde desenvolvem um conjunto de ações interdisciplinares que buscam ampliar a capacidade produtiva dos artesãos, melhorar a qualidade e estrutura técnica do artefato, e promover a inserção e a permanência do produto artesanal no mercado.

Os designers Heloisa Crocco e Renato Imbroisi atuam individualmente desenvolvendo cuidadosos trabalhos junto a potenciais comunidades artesanais. Nestes espaços, buscam revitalizar produtos regionais, fortalecer pequenos negócios, e manter a personalidade local nos artefatos [9]. As intervenções dos designers têm como principal objetivo fortalecer o artesanato local e despertar nos artesãos o sentimento de pertencimento. O design autoral também busca nas técnicas de produção manual características singulares para os produtos confeccionados, cada detalhe executado pelo saber das mãos carrega uma história, resgata a cultura de um local e aproxima o usuário ao objeto. Designers como Paula Dib e Sérgio Matos,

traduzem estas características em produtos contemporâneos e adaptados as necessidades do consumidor pós-moderno.

Estes modelos de atuação, corroboram com o tema central deste projeto, estimulando, por meio do design estratégico, a identificação e desenvolvimento de potenciais negócios junto a manufaturas e artesãos de pequenos municípios do Rio Grande do Sul.

### 3. Metodologia

Com a função de conduzir o processo projetual de acordo com os objetivos do autor, a metodologia utilizada flexibiliza-se fazendo uso de distintos modelos, autores e etapas. A nível macro, o projeto em questão orienta-se pelo Metaprojeto proposto por Moraes [8]. As informações pertinentes são obtidas através de pesquisas qualitativas, documentais e de observação junto a instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Órgãos municipais e artesãos locais. Os resultados obtidos são ainda explicados através das ferramentas Canvas e matriz SWOT.

Informações mercadológicas são coletadas nas macrotendências da Box1824 e em relatórios de tendências da WGSN [10], que complementadas por painéis semânticos propostos por Baxter [11], buscam identificar e construir personas através da técnica de Mapa de Empatia. Estas etapas possibilitam o cruzamento e a integração objetiva das informações, permitindo a elaboração da proposta de negócio pelo uso da ferramenta 5W1H, e a construção de uma lista de requisitos com as narrativas de negócio, marca e produto. O avanço no projeto delinea a sua missão, visão e valores, a produção de sua storytelling.

A contribuição projetual de identidade visual e comunicação é orientada Wheeler [12], ao mesmo tempo em que Bonsiepe [13] conduz a criação de

produtos com análises complementares, como a de referencial dimensional buscado junto a Panero e Zelnik [14]. Ainda sob orientação de Bonsiepe [13], explana-se cenários para a geração de alternativas utilizando-se a ferramenta estratégica de Mapa de Polaridades. Complementando o sistema, Seragini por Negrão e Camargo [15], orientam o desenvolvimento das embalagens, e Bonsiepe [13] auxilia na estruturação de Ponto de Venda.

#### 3.1. Coleta de dados

Para poder propor um sistema produto-serviço eficaz, faz-se necessário identificar aptidões artesanais e compreender suas particularidades técnicas e objetivos futuros. Diante disto, parte-se da área do estado do Rio Grande do Sul, na qual identifica-se a produção agrícola como a principal economia dos pequenos municípios. Ao mesmo tempo, observa-se que o artesanato supre necessidades cotidianas e por vezes auxilia na complementação da renda.

Em nível mundial, a predominância da agricultura em pequenos municípios causa inquietude frente ao êxodo rural dos jovens, e ao envelhecimento da população local, tornando estes territórios sedentos por novas oportunidades.

Os dados adquiridos sobre o território gaúcho, permitem identificar o pequeno município de Monte Belo do Sul como um excelente panorama para a inserção de novas propostas. Com 70% da economia alicerçada na agricultura, os problemas são decorrentes e políticas públicas começam a ser construídas como incentivo à atividades artesanais.

Considerar o território local, e suas disponibilidades e acessos, são indispensáveis durante uma proposta que prevê a interação entre personagens locais. Frente a esta necessidade, desenvolveu-se um modelo de atuação,



para orientar a ação deste autor na atual e futuras intervenções em municípios:

- a. diagnóstico local - busca verificar a história, as pessoas, a cultura e os anseios dos artesãos, bem como as técnicas e materiais por eles trabalhados;
- b. tendência de mercado e consumo - coleta e análise de informações contemporâneas e tendenciosas fazendo uso de materiais disponibilizados por empresas da área de pesquisa, como a Box1824 e WGSN;
- c. análise de cases - analisar modelos de negócios existentes e relacionados ao tema estudado e tendências identificadas;
- d. definição e desenvolvimento da estratégia - planejamento e execução do sistema produto-serviço sob orientação de metodologias específicas.

Através da etapa de diagnóstico local, analisou-se informações coletadas junto a Prefeitura Municipal de Monte Belo do Sul e identificou-se três técnicas atrativas na participação deste projeto, por apresentarem boas oportunidades produtivas e resultados imediatos: A tradicional tanoaria do município, oportuniza o desenvolvimento de projetos variados e é sedenta por novas opções, uma vez o advento do uso do inox e do poliestireno nas vinícolas, diminuiu expressivamente as vendas. Ao mesmo tempo, o artesanato de palha de trigo e de crochê, destacam-se por carregar uma história, o saber tradicional e a exclusividade do feito à mão, despertando uma curiosidade para o fazer contemporâneo, estimulando a geração de renda e a transferência do saber à futuras gerações.

A partir da definição dos artesãos, entrevistas com roteiro semiestruturado foram realizadas no período de 28 de março a 18 de abril, permitindo identificar os elementos principais per-

tinentes ao negócio e o panorama interno e externo de cada atividade.

As condições materiais e produtivas trabalhadas pelos artesãos orientam para que a proposta considere o uso da madeira aliado a técnica do crochê ou da dressa, enfatizando desta forma cada uma das habilidades, com uma linguagem clara e sem excessos. Cabe ressaltar que durante as entrevistas a apresentação do objetivo projetual do negócio despertou nos artesãos o sentimento de valorização e orgulho de seu trabalho.

Para o avanço deste projeto à fase de elaboração do modelo de negócio, faz-se necessário um estudo direcionado a tendências mercadológicas de comportamento e consumo, que permitam delinear o público-alvo e sua relação com o fazer artesanal.

### 3.2 Mercado e Personas

As informações pertinentes ao atual contexto de tendências foram adquiridas por meio da consulta a duas tradicionais ferramentas virtuais especializadas em pesquisa de tendências de consumo, comportamento e inovação: a Box1824 [16] e a WGSN [10].

A Box1824 [16] destaca que o mundo caótico se encontra locado sob um ritmo inalcançável de atualizações, notificações e curtidas, desencadeando, desta forma, um tendencioso movimento de desaceleração nomeado de Quiet Bliss. Este movimento propõem uma redução no ritmo, nos excessos, na poluição visual, sonora e de informação, para um comportamento que valorize a reconexão individual e com o mundo ao redor.

Complementando estas previsões, a WGSN [10] propõe em cenários tendenciosos para 2017/2018, um olhar mais autêntico nas relações de consumo, onde estímulos devem possibilitar um estilo de vida livre e com pausas, que evolua e conecte os indivíduos à natureza, os movendo em direção às

raízes que compõem sua própria identidade. Estas projeções ressaltam que os lares buscam sintonia com o entorno, com interesse na origem dos materiais, dos produtos e dos recursos, ao mesmo tempo em que o retorno ao básico e simplificado ganha espaço através da valorização das habilidades do fazer manual, construindo uma relação de confiança nas mãos, onde o tato, as texturas e o processo artesanal permitem aproximar o consumidor ao produto.

Estes estudos permitem identificar o atual e futuros cenários mercadológicos, através da construção de três perfis de consumidores, as chamadas personas: Persona 1 - As memórias de Cibele; Persona 2 - A pausa de Octávio; Persona 3 - A conscientização de Maria Clara.

As personas construídas, relacionam-se diretamente com as tendências de mercado identificadas e buscam nos elementos naturais e na contraposição dos produtos industrializados o seu refúgio e bem-estar. Estes elementos permitem a associação com a origem e essência individual, com a pausa ao acelerado ritmo cotiado e com a aproximação a origem e história do produto consumido.

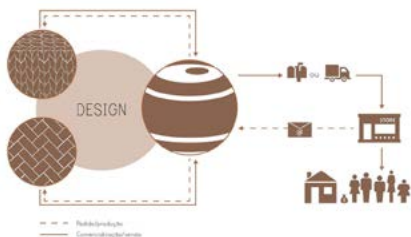
Seguindo este tendencioso movimento, modelos de negócios foram selecionados como fonte de estudo para uma análise aprofundada. A atuação de cases como Heloisa Crocco, Paula Dib, Nani Marquina, Sixay e Naomi Paul foram analisados em nível de modelo de negócio, identidade visual e coleção de produtos, permitindo um completo relatório com dados relevantes que permitem avançar a etapa de definição do projeto.

## 4. Definição do projeto

A coleta e análise das informações obtidas, reafirmaram a oportunidade de atuação estratégica do design em pequenos municípios do Rio Grande do Sul. Através da exploração de suas características locais, é possível desenvolver o território, gerando renda e trabalho, e contribuindo culturalmente na valorização e resgate do saber artesanal de cada região. É neste cenário, de características peculiares, que Monte Belo desponta como uma interessante área de atuação inicial, suas aptidões emergem por novos projetos que estimulem o desenvolvimento de negócios.

A benevolência dos personagens locais permite a integração harmônica e contemporânea das atividades, é através de suas limitações produtivas e facilidade de acesso às matérias-primas, que o modelo de negócio (figura 1) oportuna a fazer o novo com o que já trabalham.

Figura 1 – Modelo de Negócio Coleção MomBelo (Fonte: a autora)



A sistemática adotada neste modelo, elenca a Tanoaria como contato principal, graças a uma série de fatores como cadastro de pessoa jurídica, estrutura física, localização e equipe da mesma. O modelo também prevê que os artesãos devem se reunir semanalmente para alinhamento e administração de assuntos, e que o autor deste projeto deve participar sempre que necessário na orientação e condução do negócio.

Além da integração dos artesãos, as coleções desenvolvidas necessitam ser consumidas, portanto a forma de comercialização deve estar atrelada aos anseios do público-alvo, considerando seu estilo de vida, e propondo, de forma contemporânea, a revitalização do fazer artesanal, permitindo a ele uma pequena pausa no cotidiano.

Propriamente relacionado com o atual contexto, o ex-prefeito, escritor e profundo conhecedor da história de Monte Belo do Sul, Leonir Olímpio Razador, enfatizou, durante a etapa de entrevista que “a sociedade contemporânea está perdendo três valiosos aspectos, que são os sabores, os fazeres e os valores”. Estes poderosos dizeres inspiram e orientam a construção conceitual do projeto, através de cenários.

Para o âmbito residencial, abordado nesta primeira atuação - em vista das tendências mercadológicas que direcionam para “casa” - os três valores aproximam-se do consumidor fazendo uso da ferramenta Storytelling, a qual também toma como referencial os perfis das personas construídos nas etapas anteriores, apresentando-se conforme a narrativa da figura 2.

De acordo com as primeiras frases, os Sabores conectam-se às áreas de preparo, seja para rememorar algum acontecimento ou para buscar novas experiências. É na cozinha e na varanda gourmet em que o manuseio dos alimentos exaltam a peculiaridade de cada ingrediente, envolvendo e aproximando as pessoas.

O Concepts Fazeres descrito na Storytelling, estabelece conexões com o compartilhamento e com a busca de informações, é na receptividade, no acolhimento e na comunicação entre pessoas que se descobre e perpetua-se os conhecimentos, seja no hall de entrada, nos corredores, no living, no jardim, na varanda ou no escritório.

Ao mesmo tempo, os Valores relacionam-se com a intimidade, com o indivíduo em sua personalidade, é no lavabo, no banheiro, na área de serviço e no dormitório, que o olhar interno ganha força.

“... A minha casa guarda lembranças, presencia histórias, e acolhe sentimentos...  
... É o meu refúgio...  
... Me permite explorar o mundo com a tranquilidade de que voltarei ao lar...  
... Misturando cores, texturas e temperos, à pitadas de carinho e personalidade, experimento o novo...  
... Uhm, esse cheirinho de pão... Me lembra o que minha mãe fazia...  
... Enquanto eu, brincava no tapete da sala...  
... Hoje, ao sentar no sofá, contemplo nos bons momentos memorados pela decoração...  
... Oh, quantas boas-vindas são dadas... Risos ecoam ao revirar o álbum...  
... Emoções são compartilhadas...  
... Ah, e é ali no cantinho que me divirto com minhas tintas...  
... É na fortaleza de minha intimidade que encontro a personalidade e individualidade...  
... No meu espaço dos sonhos, recarrego as energias e me preparo para escrever uma nova página...  
... Que a magia de dormir, me permita continuar a sonhar...”

Figura 2 – Storytelling Projeto Docere (fonte: a autora)

#### 4.1 Identidade visual

Avançando na contribuição de projeto, faz-se necessário a construção de uma identidade visual que possa representar toda a essência relacionada (figura 3).

Figura 3 – Malha construtiva e versão final do logotipo



Frente a diversos estudos, a palavra Docere é eleita como a identificação deste projeto. Derivada do latim, apresenta a tradução literal 'ensinar', associando-se ao novo, a troca de conhecimento, ao princípio e a essência, sua pronúncia também remete a palavra italiana 'conoceré', conhecer.

A partir desta fundamentação, realizou-se a combinação da palavra a possíveis taglines, de modo que, por questão fonética e de fácil percepção sobre o artesanal, identificou-se a palavra 'Artisan' como melhor opção, apesar de ser uma palavra inglesa apresenta uma pronúncia intuitiva e torna claro o segmento abordado.

Para a construção gráfica (figura 3), também se considera a importância dos Concepts Sabores, Fazeres e Valores, atingindo neste nível uma relação

de possíveis e futuras produções artesanais ou manufaturas. A simbologia inspirou-se no elemento 'linha' reverenciando pureza e essência. É a partir da pureza da linha, que se obtém a forma geométrica de um triângulo, que auxilia positivamente na comunicação de uma marca com o mercado por representar força, crescimento e solidez.

Na marca, o triângulo é replicado e rotacionado, permitindo a construção de formas que se relacionem a diversas técnicas artesanais e aos Concepts. Contrastes e alinhamentos buscam evidenciar a naturalidade das técnicas, construindo uma linguagem sólida, elegante e harmônica.

Complementando a comunicação de marca, para cada Concept desenvolveu um partner construído a partir do símbolo utilizado no logotipo. E aliado ao partner, a cada coleção recebe uma nomenclatura que deve relacionar-se com o território de aplicação do projeto. Para este projeto, com atuação em Monte Belo do Sul, o nome escolhido - MomBelo - relaciona-se ao nome do próprio município, apresenta boa fonética, de fácil memorização e pronúncia.

A fim de consolidar a marca e sua comunicação com o mercado, as informações pertinentes a identidade visual foram detalhadas em Manual de Identidade Visual, juntamente com aplicações institucionais – cartão de visita, folha timbrada, envelope, pasta e adesivo – e aplicações promocionais direcionadas a coleção - difusor de ambientes, bloco de anotações, pen drive e caneta.

#### 4.2. Coleção de Produtos

Partindo dos Concepts de ambientes residenciais propostos para o desenvolvimento de Coleções, identifica-se que como primeiro projeto cabe uma Coleção voltada para os Fazeres, pois nestes ambientes ocorre o compartilhamento de conhecimentos

e experiências. São nestes ambientes que o morador passa mais tempo, que há maior circulação de pessoas, e que recebe as visitas, entendendo-se que produtos localizados nestes ambientes ganham maior visibilidade, a que é extremamente positivo por se tratar de uma coleção inicial.

Por este mesmo motivo, opta-se pela execução de produtos que se adaptem facilmente aos diversificados ambientes, aumentando a aplicação e consequentemente o possível consumo. Busca-se também, que a Coleção desenvolvida crie uma composição entre si, de forma que seja possível adquirir todos os produtos; ou que possam ser compostos com outras propostas, permitindo a aquisição de forma individual.

Para a geração de alternativas da coleção, foram construídos dois cenários criativos com as características opostas e enquadradas na narrativa de produto. A Coleção Mombelo executada a partir da técnica da madeira com aplicações em dresas, é composta por aparador com luminária decorativa, mesa de centro, mesa lateral e nicho (figura 4).



Figura 4 – Coleção MomBelo - dresas (Fonte: a autora)

A utilização das aplicações de dresas em rebaixas executados na madeira, tem por intuito propiciar um efeito de unicidade e fusão das duas técnicas. O contraste entre o dourado da palha de trilho e a madeira, levam sofisticação e elegância a ambientes, exaltando a produção artesanal feita com esmero. O objetivo também é explorar a pureza

da técnica, cordões de palha costurados entre si com linha permitem o efeito.

A Coleção Mombelo executada a partir da construção de peças em crochê aliadas a madeira, é composta por aparador com luminária decorativa, mesa lateral, banco e prateleira, conforme figura 5. A aplicação do crochê junto a madeira tem por intuito explorar o efeito do alçamento dos fios, aplicado em detalhes, a técnica possibilita exclusividade e mantém integridade com a madeira.

### 4.3. Embalagem, PDV e Comunicação

Em vista do modelo de negócio proposto neste projeto, entende-se que a embalagem tem a importância de acondicionar, proteger e identificar as peças, pois em lojas de decoração e boutiques os produtos são expostos para a comercialização sem embalagem. Portanto, desenvolveu-se uma embalagem com linguagem clara e objetiva, em papelão na cor pardo e com um adesivo contendo informações sobre a coleção.

Conforme citado, os produtos desenvolvidos serão comercializados através de lojas de decoração e boutiques, diante disto, é válido o desenvolvimento de uma proposta que oriente a exposição dos produtos, a fim de manter a unicidade e fortalecer a identidade.

A sugestão elaborada consiste em um tablado na cor branca para acomodação dos produtos, e na ambientação das peças com o uso de objetos decorativos em cerâmica, pequenos verdes, porta-retratos e livros, elementos promocionais desenvolvidos para a Coleção Mombelo também são sugeridos. Se por limitação de espaço físico ou outra eventualidade, não seja possível a inserção da proposta completa, a peça deverá obrigatoriamente estar

decorada com os itens orientados.

Por fim, fortalecendo a atuação proposta, a comunicação do Projeto Docere e da Coleção MomBelo também ocorre através de materiais impressos - catálogo, trends, posts/mol-duras - e de meio virtual - site e página no facebook. As informações contidas nestes materiais compreendem uma breve descrição do projeto, seguido de comentários sobre o local em que a Coleção foi desenvolvida, e então a apresentação dos produtos conforme o Concepts.

### 5. Considerações finais

Este projeto permitiu a construção do Projeto Docere, e vertendo deste a Coleção MomBelo, que integra três artesãos do pequeno município de Monte Belo do Sul. O Projeto valoriza a mão-de-obra disponível no local e gera renda ao envolvidos.

Compreende-se ainda, que em curto espaço de tempo mais pessoas deverão se envolverem na confecção das peças, e novos produtos poderão ser desenvolvidos, contribuindo expressivamente com o desenvolvimento local.

As peças desenvolvidas, aproximam-se do consumidor, fornecendo nos detalhes naturais da cor, da textura, do odor e da construção, o estímulo para a pausa e a contemplação.

O resultado obtido neste projeto piloto, vislumbra futuras oportunidades de atuação no desenvolvimento de novas coleções que façam uso de outros Concepts, na identificação de novas ações frente a outros municípios do Rio Grande do Sul, e na potencialidade de externar as ações, inclusive para outros estados e países.

Por fim, conclui-se que o projeto apresenta uma solução útil, vislumbrando em disciplinas multidisciplinares, oportunidades, assim como nos instiga o Design Estratégico.

### 6. Referências

- [1] AL-ASSAL. *Marketing - Tendências*. Revista Exame. São Paulo: Abril, 2011. Disponível em: <<http://www.exame.abril.com.br/>>. Acesso em 10 mar.2016.
- [2] MALDONADO, T. *Design industrial*. Tradução: José Francisco Espadeiro Martins. Portugal: Edições 70, 1999.
- [3] FRANZATO, C. *A forma das ideias: concept, design e design conceitual*. In: Congresso Internacional da Associação de Pesquisadores em Crítica Genética. Anais, X edição, 2012.
- [4] MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- [5] COSTA, F.C.X.; SCALETSKY, C. C. *Design Management & Design Estratégico: uma confusão conceitual?* Disponível em: <<http://www.ddimkt.xpg.uol.com.br/>>. Acesso em 23 abr.2016.
- [6] SCHNEIDER, B. *Design - uma introdução: o design no contexto social, cultural e econômico*. São Paulo: Editora Blücher, 2010.
- [7] SEBRAE. *Termo de referência para atuação do sistema SEBRAE em arranjos produtivos locais*. Brasília: Sebrae, 2003.
- [8] MORAES, D. *Metaprojeto: o design do design*. São Paulo: Blucher, 2010.
- [9] CROCCO, H. *Revista Espaço Design*. Entrevista de 2013. Disponível em: <<http://www.revistaed.com.br/>>. Acesso em 15 mar.2016.
- [10] WGSN. *Lifestyle & Interiors Forecast A/W17/18*. Disponível em: <<http://www.wgsn.com/>>. Acesso em 05 abr.2016.
- [11] BAXTER, M. *Projeto de Produto: guia prático para designer de novos produtos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- [12] WHEELER, A. *Design de identidade de marca*. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.
- [13] BONSIPE, G. *Metodologia experimental: desenho industrial*. Brasília: CNPQ/ Coordenação Editorial, 1984.
- [14] PANERO, J.; ZELNIK, M. *Las dimensiones humanas em los espacios de interiores: estándares antropométricos*. México: Ed. G.Gili, 2001.
- [15] NEGRÃO, C.; CAMARGO, E. *Design de Embalagem: Do Marketing à Produção*. São Paulo: Editora Novatec, 2008.
- [16] BOX1824. *Quiet Bliss*. Disponível em: <<http://www.box1824.com.br/>>. Acesso em 05 abr.2016.



Figura 5 - Coleção MomBelo - crochê (Fonte: a autora)

# Relações entre o perfil cultural e psicológico de estudantes universitários e a habilidade de interpretação de gráficos

**Gladis Frank da Cunha**

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências  
e Matemática  
Centro de Ciências Exatas, da Natureza e  
Tecnologia

**Lucas Furstenau de Oliveira**

Especialização em Neurociências Aplicada à  
Linguagem e à Aprendizagem

**Marilda Machado Spindola**

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências  
e Matemática  
Centro de Ciências Exatas, da Natureza e  
Tecnologia

**Cíntia Paese Giacomello**

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e  
Tecnologia

**Alien Mavi Frantz**

Licenciatura em Ciências Biológicas

**Augusto Poletto Cutulli**

Engenharia Eletrônica

**Leonardo Cechet Moro**

Engenharia Elétrica

**Resumo:** A compreensão sobre o funcionamento cerebral pode contribuir para a configuração de estratégias didáticas capazes de explorar as maneiras através das quais o sistema nervoso é capaz de aprender, reconfigurando as relações entre ensino e aprendizagem. No presente artigo, analisaram-se as respostas dadas por estudantes de engenharia, quando foram solicitados a relacionar a informação central de um texto com um entre três gráficos apresentados, durante uma coleta de sinais eletroencefalográficos. Além disso, as relações entre as respostas certas e as informações relativas aos aspectos culturais, físicos e emocionais, constantes de um questionário preenchido por cada participante foram correlacionadas estatisticamente pelo método do Qui-quadrado de Pearson. As dificuldades evidenciadas na resolução da tarefa, que envolveu a memória trabalho, apontaram correlações positivas, que evidenciam aspectos relevantes aos processos cognitivos envolvidos nesta ação. Sugere-se que a educação básica deve desenvolver melhor as capacidades do buffer episódico, da alça fonológica e do esboço visuoespacial, habilitando os participantes a resistirem melhor ao estresse emocional relacionado ao meio ambiente incomum.

**Palavras-chave:** Aprendizagem humana. Neuroeducação. Interpretação de gráficos. EEG.

**Abstract:** In this article, we analyzed the responses of engineering students, when they were asked to correlate the core information of a text with one of three observed graphs during a collection of EEG signals. Furthermore, the relationship between the right answers and the information relating to cultural, emotional and physical constants of a questionnaire of research answered by each participant were correlated statistically using the Pearson Chi-square test. The difficulty in solving the task, which involved working memory, showed positive correlations, which highlight aspects relevant about the cognitive processes, involved in this action. It is suggested that basic education should develop better capabilities of the episodic buffer, of the phonological loop and of the visuospatial sketch, enabling participants to better withstand the emotional stress related to the unusual environment.

**Keywords:** Human Learning. Neuroeducational approach. Interpretation of graphs. EEG.

## 1. Introdução

A área da Neurociência tem sido responsável por descobertas significativas sobre o funcionamento do cérebro, incluindo processos de interesse para a área da Educação, pois respondem pela aprendizagem humana. A compreensão destes processos pode contribuir para a configuração de estratégias didáticas capazes de explorar as maneiras através das quais o sistema nervoso é capaz de aprender, reconfigurando as relações entre ensino e aprendizagem.

Alguns autores consideram que esta abordagem possa ser definida como Neurodidática [1]. Em relação aos processos de aprendizagem, já foram identificados efeitos associados a diversos fatores tais como diferenças culturais e de gênero. Sobre o aspecto da influência cultural, observaram-se alterações estruturais no cérebro humano em função do aprendizado diferenciado [2].

Também se observou que a idade influencia os resultados, quando o processo de aprendizagem for aplicado sobre conteúdos formais complexos e de ordem espacial [3; 4; 5]. As descobertas de padrões de organização e funcionamento do pensamento humano têm possibilitado a criação de novas hipóteses sobre o processo de aprendizagem que atingem os sistemas motores e cognitivos.

Há ainda muito a ser investigado sobre o cérebro humano. Um dos desafios deste campo investigativo é descobrir técnicas que permitam identificar efeitos causados por estes diferentes fatores socioculturais ou de gênero na atividade cerebral durante realização de atividade cognitiva. Por tais motivos, julgou-se interessante associar medições da atividade cerebral com dados relativos ao perfil sociocultural e educacional dos voluntários da pesquisa, buscando correlações significativas.

A abordagem investigativa adotada no presente artigo leva em consideração as bases biológicas do conhecimento humano e do funcionamento cerebral e visa o desenvolvimento de práticas pedagógicas que explorem da melhor maneira as possibilidades cerebrais, a fim de desenvolver habilidades e competências que favoreçam a aprendizagem de conteúdos complexos.

O avanço tecnológico no seu conjunto proporcionou um grande incremento à velocidade das ações humanas e está demandando alternativas pedagógicas, que viabilizem a educação para a ciência. Quando almejamos uma educação científica, devemos investigar o funcionamento cerebral relacionado à elaboração de conceitos complexos e níveis de abstração elevados.

Damásio [6] esclarece que cada conjunto das áreas sensoriais se comunica com uma série de regiões interpostas, de modo que a comunicação entre os setores de entrada de estímulos e os de saída, não é direta, mas mediada por uma arquitetura complexa de neurônios interligados. A atividade destas redes neurais interligadas controla e manipula as imagens da mente. Com base nessas imagens interpretamos os estímulos apresentados aos córtices sensoriais iniciais, de modo a organizá-las na forma de conceitos.

Não “sabemos” ver sem conceituar o que é visto, logo não há percepção “pura”, pois estamos sempre interpretando os estímulos. Ao interpretar usamos razão e emoção de forma que não apenas definimos como também qualificamos o mundo, que somos capazes de assimilar.

A linguagem desempenha um papel central nestes processos e se sugere que envolva a interação entre três conjuntos de estruturas neuronais. O primeiro, composto de numerosos sistemas neuronais dos dois hemisférios, representa interações não linguísticas

entre o corpo e seu meio; o segundo, situado no hemisfério esquerdo representa os fonemas, suas combinações e as regras sintáticas de ordenação das palavras em frases, o terceiro conjunto, também presente no hemisfério esquerdo, coordena os dois primeiros, produzindo palavras a partir de conceitos ou conceitos a partir de palavras [7]. Pinker [8] também ressalta que possuímos faculdades cognitivas e intuições inatas, além de uma lógica, um banco de dados mental e a linguagem, sendo que todos esses aspectos suportam as especializações mais avançadas da mente, quando o sujeito é submetido à aprendizagem formal.

Alguns neurocientistas descrevem o cérebro como um sistema dinâmico que nasce com um estoque básico de saber e começa a dirigir perguntas ao exterior. Experimentos com animais indicaram que a hereditariedade é importante na estruturação do equipamento básico para a construção neuronal, pois é através do fluxo das informações provenientes dos sentidos e da interação dinâmica e constante com o meio que se define a forma como o sistema nervoso irá se desenvolver, capacitando-o para diferentes aprendizagens e talentos. A transposição destes achados para a espécie humana é viável, apesar de termos recursos, como a linguagem, que viabilizam aprendizagens mais complexas.

Em outras palavras, a multiplicidade dos estímulos exteriores influencia a complexidade das ligações entre as células nervosas e como elas se comunicam entre si [1]. Que importância isso tem para a didática? Quais são os caminhos possíveis para o desenvolvimento de talentos necessários a construção dos conhecimentos científicos? Perguntas como essas podem se constituir em objetos de estudo da neurodidática ou da neuroeducação, pois, segundo Friedrch e Preiss [1], quando são fornecidos os estímulos intelectuais de que o cérebro precisa, as capaci-

dades mentais podem se desenvolver e o aprender é facilitado.

Efetivamente, a intersecção entre didática e educação com neurociências tem se apresentado como requerendo um novo paradigma. Investigações que pretendem estabelecer pontes entre os conhecimentos oriundos das áreas acima precisam atender vários requisitos com relação ao rigor na obtenção dos dados para que seus resultados sejam considerados válidos [9].

Em vista do acima exposto, partiu-se da perspectiva que, aliada ao conhecimento cerebral, a investigação do perfil dos pesquisados pode oferecer dados importantes para compreensão dos seus processos cognitivos. Pode ser percebido empiricamente através da prática docente que diferentes perfis cognitivos apresentam diferenças nos processos de aprendizagem. Por isso a compreensão dos processos que levam a construção destes diferentes perfis deve ser uma questão central da educação. Ou seja, ao se destacar o papel da interação com o meio no desenvolvimento das habilidades cognitivas para a construção do raciocínio lógico e abstrato, torna-se justificável o entendimento sobre como se dá a construção do conhecimento na via cultural.

Nesse contexto, buscou-se investigar as relações entre o percentual de acerto das respostas dadas as questões propostas no experimento sobre interpretação de gráficos e a experiência prévia de estudantes dos cursos de Engenharia do Campus Universitário de Região dos Vinhedos da Universidade de Caxias do Sul (CARVI/UCS), incluindo características dos seus perfis, com questões sobre algumas habilidades cognitivas, motoras e seu estado emocional no momento da investigação. Assim, entre junho de 2011 a junho de 2012 pesquisou-se a habilidade de interpretação de gráficos

com 28 estudantes.

Esta pesquisa visou relacionar o perfil dos participantes com a capacidade de interpretar um texto e associá-lo corretamente a uma imagem de gráfico de linha. Partiu-se da hipótese de que interpretar imagens seria uma atividade de relativa facilidade para acadêmicos que desenham ou utilizam softwares gráficos, mas decidiu-se explorar mais detalhadamente o perfil dos pesquisados, incluindo questões sobre leitura, padrão de atividade física, cultura e vários outros aspectos da formação educativa, além de seus estados emocionais.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Perfil dos participantes

Os participantes desta pesquisa foram estudantes dos cursos de engenharia elétrica, eletrônica, de produção, mecânica e química da UCS/CARVI, todos do sexo masculino. A faixa etária ficou compreendida entre 18 e 30 anos ou mais, sendo que a maioria dos participantes ficou entre 18 e 29 anos (78,5%). Ao preencherem o questionário, 22 participantes declararam serem naturais da serra gaúcha e 6, de outras regiões do Estado. Como esperado, 20 dos participantes (71,43%) declararam que sua cultura pessoal predominante se relaciona com a imigração italiana.

Apenas 2 dos 28 participantes disseram que dedicam seu tempo somente aos estudos, enquanto os demais, além de estudar, também trabalham. Nenhum dos participantes declarou ter usado medicamentos ou drogas de efeitos psicotrópicos, assim como ninguém se declarou triste ou deprimido.

Todos declararam que assistem televisão, variando apenas a frequência com que o fazem. Somente um dos participantes informou que estava com sono, enquanto os demais se qualificaram como bem-dispostos no momento da coleta de dados.

### 2.2 Descrição do experimento

O experimento proposto nesta pesquisa consta da captura de sinais por Eletroencefalografia durante a exposição ao estímulo visual de três gráficos de linha (descendente, ascendente e constante), cada um deles relacionado a um texto de quatro linhas sobre custos do pão. No presente artigo, analisaram-se as respostas dadas por estudantes de engenharia, quando foram solicitados a indicar qual gráfico apresentado estaria representando a informação central de um texto, que foi lido sem a visualização simultânea dos gráficos.

A exposição aos gráficos e leitura do texto foram realizadas no interior de uma Gaiola de Faraday, com os voluntários conectados a um equipamento de eletroencefalografia, pois os seus sinais cerebrais estavam sendo capturados, durante os períodos de exposição aos gráficos. Estes sinais bioelétricos cerebrais serão modelados matematicamente e analisados para futura publicação. O detalhamento sobre a execução do experimento é apresentado a seguir.

#### 2.2.1- Preparação.

Nesta etapa, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos do experimento, iniciando pela necessidade de uso de equipamento especial como uma touca com eletrodos modelo 10-20 (Sistema Jasper), colocação de gel a base de água para contato com a pele que permite maior transferência de energia entre o escalpo e o equipamento EEG. A aquisição dos sinais de EEG é realizada numa sala com temperatura adequada e com iluminação indireta. A coleta é realizada no interior da Gaiola de Faraday (produto resultante da pesquisa desenvolvida pelo professor Alexandre Mesquita junto ao Laboratório de Biosinais do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia do Campus



Universitário da Região dos Vinhedos da Universidade de Caxias do Sul).

Para medição dos sinais, os participantes foram posicionados em uma cadeira com encosto para tronco e cabeça no interior de uma Gaiola de Faraday, com temperatura adequada e iluminação indireta. Nestas condições, ficaram sentados da maneira o mais confortável possível, conectados ao conjunto de eletrodos aderidos ao escalpo, através de uma touca (figuras 1 e 2). Antes do início da captura dos sinais é feita a gravação do sinal cerebral de base para ser armazenado como medida de referência (sinal de base). Para esta gravação é solicitado que o participante da pesquisa feche os olhos e relaxe.

O procedimento de captura de sinais cerebrais por EEG é totalmente indolor e não acarreta riscos para a saúde ou integridade física, nem sequelas imediatas ou tardias, como comprovado em pesquisas anteriores [10]. O sistema de aquisição de sinais eletroencefalográficos estará sendo adaptado ao novo experimento proposto considerando a abordagem de Montgomery [11].

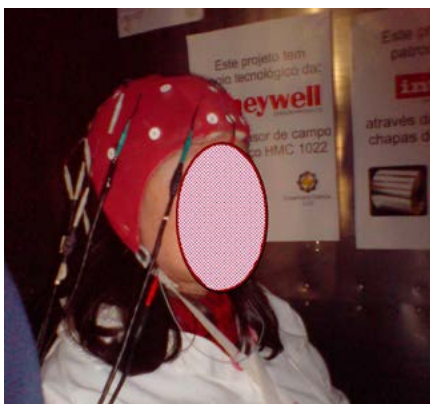


Figura 1: Exemplo de indivíduo conectado ao conjunto de eletrodos aderidos ao escalpo, por meio de uma touca.

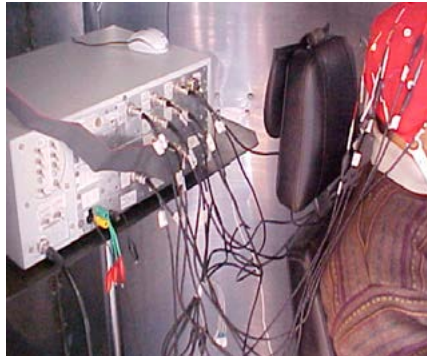


Figura 2: Detalhe da conexão da touca com o equipamento de captura de sinais cerebrais.

### 2.2.2- Exposição inicial aos gráficos

Após a preparação do voluntário no interior da Gaiola de Faraday, os equipamentos para a apresentação visual dos estímulos e para a coleta dos sinais eram ligados e a exposição aos gráficos iniciada assim que o participante atingisse um estado relaxado, com pulsação radial dentro dos padrões de normalidade individual em estado de repouso.

Figura 03 – Gráficos relacionados a variação de preços, apresentados aos acadêmicos durante a medição de sinais cerebrais na Gaiola de Faraday.

Os estímulos apresentados constam de três gráficos retilíneos, com o mesmo padrão de coloração e dimensões, variando apenas na inclinação da reta (ascendente, descendente e horizontal) como mostra a figura 03.

As imagens propostas como estímulos foram apresentadas em uma tela de monitor LCD de 14 polegadas, a qual era posicionada a 90 cm do sujeito, que foi instruído a ficar com a musculatura relaxada e com olhos abertos, evitando movimentos bruscos da cabeça, enquanto observava os gráficos.

Os estímulos (representações dos gráficos) foram apresentados um a um ficando expostos durante dois segundos (2s) cada, intercalados pela ausência de estímulo durante um tempo de cinco segundos (5s).

### 2.2.3- Leitura de um texto

Após a apresentação dos três gráficos a captura dos sinais era interrompida e o participante recebia um texto impresso, contendo a descrição de uma situação relacionada a preços que sobem, ficam estáveis ou decrescem, como apresentado na tabela 01, para que o evento descrito fosse relacionado a um dos gráficos.

Tabela 01 – Textos relacionados a descrição de uma situação relacionada a variação de preços

#### **TEXTO 1:**

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o “Propan” tem verificado um aumento nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

#### **TEXTO 2:**

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o “Propan” tem verificado a manutenção nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

#### **TEXTO 3:**

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o “Propan” tem verificado uma queda nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

Esta leitura foi realizada com o participante ainda acomodado na Gaiola de Faraday e conectado aos eletrodos, porém a porta era mantida aberta e uma lâmpada era ligada para oferecer melhores condições de leitura. A cada voluntário foi dado o tempo que o mesmo julgou necessário para leitura do texto. Terminada a leitura, um dos pesquisadores questionava qual gráfico representava o evento descrito no texto e anotava a resposta.

#### 2.2.4 - Reexposição aos gráficos

Concluída a leitura de um dos textos acima, os gráficos foram reapresentados, na mesma ordem anterior, com duração de um segundo (1s). Entre a reapresentação de cada gráfico foi deixado um intervalo de ausência de estímulo com duração de cinco segundos (5s). Os sinais foram capturados com o mesmo protocolo utilizado na primeira apresentação.

#### 2.2.5 - Repetição do questionamento

Após a reexposição aos gráficos, os participantes foram novamente questionados sobre qual gráfico representava o evento descrito no texto lido, anotando sua resposta. Utilizou-se o seguinte critério para análise da resposta: a) acerto total, quando ambas respostas oral e escrita estavam corretas; b) acerto parcial, quando apenas uma das respostas estava correta; c) erro, quando ambas as respostas estavam incorretas.

#### 2.2.6 - Preenchimento de um questionário.

Antes da exposição aos gráficos cada candidato respondeu 21 questões que visaram caracterizar seu perfil sociocultural. As perguntas formuladas através de um questionário escrito ofereciam alternativas de respostas, que se constituíram em dados para

análise quantitativa. Nas três primeiras perguntas os participantes informaram faixa etária, naturalidade e cultura predominante. Na sequência responderam sobre vários aspectos relacionados a leitura de livros, a prática de desenho ou pintura à mão livre, bem como uso de softwares gráficos, assistência a televisão ou filmes legendados.

Os participantes também foram questionados sobre o seu uso de tecnologias de comunicação (e-mail, msn, twitter, etc.). Em relação às atividades físicas, responderam se realizavam atividades ao ar livre e esportes individuais ou coletivos, indicando com qual frequência praticavam. Também informaram se trabalhavam ou não e como estavam se sentindo física e emocionalmente. Por fim, como é de praxe neste tipo de pesquisa, responderam se usavam algum tipo de medicamento ou droga com reconhecido efeito psicotrópico.

### 2.3- Variáveis analisadas.

As relações entre as respostas certas e as informações relativas aos aspectos culturais, físicos e emocionais, constantes do questionário preenchido por cada participante foram avaliadas. Considerou-se que, para a execução das tarefas, os participantes necessitaram memorizar a imagem dos gráficos e a ordem de apresentação. Após o que, interpretar e memorizar a informação central dos textos (queda, aumento ou manutenção dos preços da farinha de trigo), respondendo a qual gráfico o texto remetia.

Posteriormente, foram reexpostos ao estímulo devendo novamente memorizar a forma e ordem de aparecimento dos gráficos para relacioná-los ao texto lido. Assim, através das respostas a este questionamento, analisaram-se as capacidades de interpretação de gráficos e textos, bem como sua memorização, durante o procedimento de captura de sinais cerebrais, no inte-

rior de uma gaiola de Faraday.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo método descritivo com cruzamento sobre o teste de chi-quadrado de Pearson, considerando que valores menores que 0,05 indicavam forte associação entre as variáveis estudadas.

### 3. Resultados

Inicialmente, o experimento buscou identificar as relações positivas entre as áreas ativadas no encéfalo durante a execução da tarefa de interpretação de gráficos com a experiência prévia em desenhos e gráficos produzidos a mão livre ou através de softwares.

Esperava-se que indivíduos com este tipo de experiência ativassem áreas diferentes em comparação aos indivíduos sem este tipo de prática. Além disso, pressupôs-se que a simplicidade dos gráficos e dos textos não representaria qualquer dificuldade e que todos acertariam a resposta. Todavia, foi surpreendente o fato de apenas pouco mais da metade dos acadêmicos terem acertado completamente a resposta, enquanto os demais acertaram parcialmente ou erraram.

Entre os 28 estudantes de Engenharia pesquisados, 15 correlacionaram corretamente o texto com o respectivo gráfico, quando foram questionados logo após a leitura do texto, reafirmando a resposta depois da segunda exposição aos gráficos. Quatro participantes mudaram a resposta após a segunda exposição aos gráficos, porém, apenas dois a corrigiram, sugerindo que os outros dois haviam acertado a primeira resposta por casualidade. Assim sendo, ao somar estes dois casos aos demais participantes que erraram e os outros dois aos que acertaram, houve um total de 11 respostas erradas (39,29%) contra 17 certas (60,71%).

Entre os participantes que erraram a resposta, 9 não mudaram sua escolha após a reexposição aos gráficos, enquanto 2 haviam acertado a resposta quando questionados oralmente, mas mudaram e erraram após a reexposição aos gráficos. Diante destes resultados, no presente artigo exploram-se as relações entre o perfil dos participantes, cruzando com o fato de terem acertado ou não a resposta e buscando identificar as correlações positivas, as quais evidenciam aspectos relevantes aos processos cognitivos envolvidos nesta ação, deixando a análise dos sinais obtidos por EEG para outro artigo.

Os dados cruzados entre as variáveis de faixa etária e naturalidade mostram que a maioria dos participantes é natural da serra gaúcha e possui idade até 29 anos, com  $p = 0,037$ . Os participantes com 30 ou mais anos responderam que nunca ou quase nunca pintaram, denotando assim uma significância de 0,046. Justamente, foi este o grupo de participante com maior índice de respostas erradas, pois entre os 6 participantes com 30 anos ou mais, apenas 1 acertou a resposta. Em contraposição, todos os participantes com idade entre 22 e 25 anos acertaram a resposta, sendo naturais da serra gaúcha, todos trabalhadores, mas nenhum se qualificou como cansado ou com sono no dia da coleta de dados.

O uso de softwares gráficos apresentou uma correlação altamente significativa com o curso dos participantes ( $p = 0,003$ ), de forma que todos os estudantes da Engenharia Elétrica usam esta ferramenta com maior ou menor frequência. Curiosamente, também foi positiva a correlação entre uso de softwares gráficos e uma maior frequência de assistência a filmes legendados, em vez dos filmes dublados ( $p = 0,036$ ).

Quase todos os participantes responderam que não usam tecnologias de comunicação, embora utilizem e-mail, celulares e redes sociais da internet, indicando que desconhecem o

conceito de tecnologia de comunicação.

Vinte e cinco dos 28 pesquisados afirmaram que realizam algum tipo de atividade ao ar livre, embora, com maior ou menor frequência todos declararam que assistem televisão, o que evidencia uma homogeneidade da amostra.

O índice de acerto ou erro apresentou significância estatística com dois aspectos: cultura, onde os, declaradamente italianos, apresentaram maior índice de acertos ( $p = 0,041$ ); sentir-se fisicamente indisposto havendo maior frequência de erros entre os declaradamente indispostos ( $p = 0,004$ )

#### 4. Discussão e conclusões

Desde 1990, considerada a década do cérebro, a área da Neurociência passou a investigar as relações entre o funcionamento do cérebro e a aprendizagem humana, incluindo processos de interesse para a área da Educação. Os conhecimentos advindos das pesquisas em neurociências permitem afirmar que a multiplicidade dos estímulos exteriores influencia a complexidade das ligações entre as células nervosas e o modo como elas se comunicam entre si.

O aprimoramento das teorias educacionais deve combinar o conhecimento científico sobre o funcionamento cerebral com as teorias de aprendizagem. Como salienta Macedo [12], a aplicação pedagógica de obras como a de Piaget, por exemplo, supõe o estudo, a pesquisa e a crítica constantes do professor, visando refletir e reconstruir o ato de educar de forma articulada com os seus pressupostos epistemológicos e descobertas empíricas, coordenando a teoria e a prática a fim de preservar seus pontos comuns e suas diferenças.

Piaget [13] destaca que a psicologia do desenvolvimento nos deu um

quadro da formação dos conhecimentos e da inteligência que faz com que se levantem muito mais próximos das grandes questões biológicas, porque todo o conhecimento comporta uma organização e não é devido a simples registros exógenos. Ele resume que todo o conhecimento é muito mais assimilável às variações fenotípicas, tal como as concebemos, enquanto produtos de interações entre os genomas e o meio e enquanto relativas às “normas de reações” dos genótipos (p. 18). Vê-se aqui que Piaget aceita que as diferenças genéticas afetam o desenvolvimento da inteligência, mas que independentemente do caso, ela somente ocorrerá se as interações entre os organismos e o meio propiciarem o desenvolvimento de uma organização.

As neurociências têm demonstrado que esta organização envolve a criação e configuração de redes neurais. De acordo com Tokuhamas-Espinosa [14] a premissa básica é que as habilidades fundamentais, tais como a leitura e a matemática, são extremamente complexas e exigem uma variedade de vias neurais e sistemas mentais para funcionar corretamente. Nesse sentido, Piaget destaca a importância da assimilação cognitiva, pois nenhum conhecimento, mesmo perceptivo, constitui uma simples cópia do real, porque comporta sempre um processo de assimilação, no sentido lato de uma integração a estruturas prévias, que podem permanecer inalteradas ou que são mais ou menos modificadas por esta mesma integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, ou seja, sem serem destruídas, apenas acomodando-se à nova situação. Esta assimilação a estruturas prévias pode explicar porque os estudantes que tiveram formação básica que incluiu atividades de desenho, também tiveram maior facilidade de memorização da sequência dos gráficos apresentados.

Na presente pesquisa, a execução

do experimento pelo participante requereu memória trabalho, que permite reter temporariamente a informação nova que é utilizada em processos como compreensão, aprendizagem e raciocínio. Conforme modelo proposto por Alan Baddeley, largamente aceito pelos neurobiólogos, a memória trabalho se divide em quatro subconjuntos: o centro executivo, que constitui um sistema de controle de atenção, a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o buffer episódico [15].

A alça fonológica processa as informações da linguagem e da audição, enquanto o esboço visuoespacial retém as imagens e, dependendo do tipo de informação a ser processada, a participação destas áreas será diferente na memória trabalho. O buffer episódico, componente acrescentado ao modelo em 2000, é responsável por guardar a relação entre os elementos armazenados na alça fonológica e esboço visuoespacial.

Em nossos experimentos, todos os componentes foram recrutados, assim como o córtex pré-frontal, pois é plenamente aceito o fato de que este apresenta um papel essencial nos mecanismos da memória de trabalho visual.

Quando se apresenta uma informação perceptiva a ser memorizada, o cérebro codifica esta informação, depois mantém uma representação ativa da informação durante um período. Provavelmente, os resultados referentes às repostas apresentadas pelos participantes da pesquisa refletiram diferenças nas suas capacidades de retenção da informação perceptiva (identificação correta da sequência de apresentação dos gráficos).

É importante ressaltar que a maioria dos participantes que erraram ambas as respostas se incluiu na faixa etária de 30 anos ou mais. Neste sentido, pode-se inferir que tais participantes

tiveram maior dificuldades em fazer a retenção da memória trabalho relacionada a alça fonológica e esboço visuoespacial. Contudo, os dois participantes que corrigiram a resposta após a reexposição aos gráficos, sugerem que retiveram as informações da alça fonológica.

Sabe-se que a memorização exige uma recriação dos caminhos neurais envolvidos na percepção dos estímulos e que as redes nervosas são plásticas e se estruturam a partir da experiência. Uma possível explicação para forte relação entre faixa etária e alta porcentagem de erro é uma formação básica num período em que o ensino de artes foi, praticamente, excluído dos currículos escolares, de modo que os alunos, neste período, não exercitaram as habilidades de desenho e pintura.

A obrigatoriedade do ensino de artes voltou às escolas brasileiras a partir da década de 1990-2000, coincidentemente a maior porcentagem de acertos se observou nos participantes com faixa etária 22 e 25 anos. O ensino da Arte numa ótica contemporânea tem como um de seus objetivos contribuir para a formação de indivíduos capazes de perceber com mais detalhes o mundo que está à nossa volta. Neste contexto, trabalha, entre outras coisas, com o registro gráfico de imagens e formas que fazem parte da vida cotidiana, além de explorar a criatividade ao possibilitar uma intervenção criativa ao permitir que sejam criadas formas e cores, a partir da imaginação de quem faz tais registros gráficos. Nossos dados reforçam a ideia de que a formação básica não pode apenas restringir às disciplinas que são historicamente concebidas como científicas, pois é necessário que sejam explorados vários tipos de habilidades para que o desenvolvimento cerebral se dê de forma mais ampla.

Nesta pesquisa, o fato dos dados terem sido apresentados aos estudantes na forma de texto nos permite es-

pecular que aumentou a chance de que fossem armazenados na alça fonológica. Por outro lado, a identificação do gráfico correto requer uma habilidade visuoespacial, neste caso, para associar o texto ao gráfico seria necessário fazer a transposição da informação da alça fonológica, que estaria guardando a informação do texto, para o esboço visuoespacial, capaz de armazenar a imagem esperada do gráfico.

Nesse contexto, o buffer episódico, provavelmente, seria importante, pois guarda as relações relevantes entre os dados. Seguindo esta linha de raciocínio, os erros podem ter sido causados pelas seguintes fontes:

1. Dificuldade de linguagem para compreender o texto;
2. Capacidade reduzida da alça fonológica, que não conseguiria guardar as informações relevantes;
3. Dificuldade de transposição da alça fonológica para o esboço visuoespacial, neste último caso, devido a problemas com o buffer episódico.

Ao considerar estas três possibilidades, sugere-se que a formação básica dos estudantes deveria incluir atividades que relacionem textos a imagens, desde o Ensino Fundamental. Do mesmo modo, os cursos universitários também devem oferecer atividades que desafiem os estudantes a explorar habilidades criativas e maneiras diversificadas de registro de informações, que envolvam imagens gráficas ou mapas conceituais, por exemplo. Tais estratégias contribuem para o desenvolvimento da memória, como um todo. Por exemplo, a leitura e escrita exigem a ação conjunta de neurônios das áreas motoras, da linguagem e do raciocínio. Se ampliarmos estas tarefas para elaboração de desenhos explicativos, também estaremos explorando outros aspectos relacionados à visão como uma observação mais detalhada, além de explorar as áreas de associação e emoção das regiões frontais do

cérebro.

A memória é a capacidade de reter e recuperar informações, permitindo que o indivíduo se situe no presente considerando o passado e o futuro. Ela fornece as bases para o conhecimento, habilidades, sonhos, planos e anseios. É, portanto, um aspecto central da inteligência e existência humanas [16].

Del Nero [17] explica que, no armazenamento de informação, são formadas sinapses e sintetizadas proteínas. As sinapses ou conexões nervosas apresentam intensidades diferentes fazendo com que determinados estímulos sejam mais intensamente percebidos que outros, de acordo com as vivências particulares de cada indivíduo. Para este autor, as cenas do mundo são percebidas pelo cérebro como oscilações. Ao longo do nosso desenvolvimento cognitivo, aprendemos a correlacionar as oscilações provenientes do mundo com as nossas oscilações cerebrais. As oscilações cerebrais unificadas constituem a mente. Assim, por meio da atividade sincronizada de diferentes redes neuronais somos capazes de criar imagens mentais e transmiti-las usando uma linguagem.

A dimensão emocional do aprendizado tem ocupado cada vez mais espaço nas discussões envolvendo os processos de cognição [18], pois, entre outros aspectos cognitivos, as emoções desempenham um papel importante na capacidade de retenção da memória trabalho, uma vez que o córtex frontal está envolvido nestes processos em seres humanos. Em experimentos em que foi apresentada uma sequência de slides representando eventos estressores e potencialmente emocionais, como um assalto ou ameaça, com a intenção de simular uma situação de testemunho real dessas situações houve prejuízo no desempenho em testes de recordação e reconhecimento para as informações apresentadas nos slides. Contudo, quando a emoção foi manipulada apresentando-se palavras

ou figuras com diferentes cargas emocionais, o efeito na memória tende a ser facilitado para essas palavras ou figuras. Ou seja, níveis moderados de emoções potencializam o processo de codificação e, subsequentemente, a performance da memória; todavia, níveis extremos de emoções prejudicam essa performance [19].

Cabe lembrar que a visualização dos gráficos propostos como estímulos se deu em uma tela de um notebook posicionado a 90 cm do participante da pesquisa. Cada estudante participou uma única vez da coleta de dados e como forma de reduzir a ansiedade do ambiente e processo de coleta de dados, no início de cada sessão foi dado um tempo inicial delimitado por cada estudante, quando não havia monitoramento até que o mesmo se declarasse familiarizado com os aparatos e à peculiar sensação associada aos eletrodos colocados no escalpo. Todavia, esta não é uma situação cotidiana na vida dos participantes, os quais além de tudo estavam sendo submetidos, de certa forma a uma situação de avaliação de conhecimentos.

Assim, apesar dos participantes terem sido solicitados a resolver uma tarefa simples, o fato de estarem no interior de uma Gaiola de Faraday, conectados a um eletroencefalógrafo, pode ter gerado certo nível de estresse que dificultou o funcionamento da memória trabalho, considerando seus diferentes sistemas. Neste caso, uma formação educacional capaz de melhor desenvolver as habilidades do buffer episódico, da alça fonológica e do esboço visuoespacial favoreceu os participantes a sofrerem menos influências do estresse emocional relacionadas ao ambiente não usual das condições de pesquisa.

## 5. Referências

- [1] FRIEDRICH, G.; PREISS, G. *Ciência do aprendizado. In: Como o Cérebro Aprende. Mente e cérebro. Edição Especial nº 8, Ediouro, 2006.*  
 [2] HOUZEL, S. H-. *O Cérebro Nosso de Cada Dia -*

- descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana.* 3. ed., Vieira e Lent, Rio de Janeiro, 2002.  
 [3] HARWANT, S.; O'BOYLE, G. and M. W. *Sex Differences in Matching Circles and Arcs: A Preliminary EEG Investigation. Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition -Volume 2, Number 1 / March 1, 1997.*  
 [4] ROBERTS, J. E.; BELL, M. A. *Sex Differences on a Mental Rotation Task: Variations in Electroencephalogram Hemispheric Activation between Children and College Students - Department of Psychology, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000.*  
 [5] ROBERTS, J. E.; BELL, M. A. *Two- and three-dimensional mental rotation tasks lead to different parietal laterality for men and women. Department of Psychology, Armstrong Atlantic State University, 2003.*  
 [6] DAMÁSIO, A. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano.* São Paulo, Companhia das Letras, 1996.  
 [7] DAMÁSIO A.; DAMÁSIO, H. *O cérebro e a linguagem. In: Percepção: como o cérebro organiza e traduz a realidade captada pelos sentidos. Mente e cérebro. Edição Especial nº 3, Ediouro, 2005.*  
 [8] PINKER, S. *Tabula Rasa - a negação contemporânea da natureza humana.* São Paulo, Companhia das Letras, 2002.  
 [9] TOKUHAMA-ESPINOSA, T. *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching.* San Francisco University of Quito, W. W. Norton & Company, 2010.  
 [10] SPINDOLA, M. M. *Habilidade Cognitiva Espacial: medida com eletroencefalografia.* Porto Alegre, UFRGS, 2010. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.  
 [11] MONTGOMERY, D.C. *Design and Analysis of Experiments.* Arizona State University, 2001.  
 [12] MACEDO, L. *Ensaio construtivistas.* São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.  
 [13] PIAGET, J. [1967]. *Biologia e conhecimento.* 1ed. Porto: Rés ed., 1978.  
 [14] TOKUHAMA-ESPINOSA, T. *What Mind, Brain, and Education (MBE) Can Do for Teaching.* Johns Hopkins University, School of Education, winter, 2011. Disponível em: <http://education.jhu.edu/PD/newhorizons/Journals/Winter2011/Tokuhama2>, acesso em 17/08/2016.  
 [15] BADDELEY, A. *The episodic buffer: a new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences - Vol. 4, No. 11, nov. 2000.* disponível em: [http://nbu.bg/cogs/events/2002/materials/Markus/ep\\_buferr.pdf](http://nbu.bg/cogs/events/2002/materials/Markus/ep_buferr.pdf), acesso em 20/05/2013.  
 [16] TOMAZ, C. *Memória: mecanismos celulares.* Ciência Hoje. São Paulo, v. 16, n. 94, p. 6-7, 1993.  
 [17] DEL NERO, H. S. *O sítio da mente: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano.* São Paulo : Collegium Cognitivo, 1997.  
 [18] OECD (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science (ISBN 978-92-64-02912-5), Chapter 1, 2007.* disponível em: <http://www.oecd.org/edu/ceeri/38813448.pdf>, acesso em 08/abril/2013.t  
 [19] PERGHER, G. K.; GRASSI-OLIVEIRA, R.; ÁVILA, L. M.; STEIN, L. M. *Memória, humor e emoção. Rev. psiquiatr. Rio Gd. Sul, vol.28 no.1 Porto Alegre Jan./Apr. 2006.* Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-81082006000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81082006000100008) acesso em 03/10/2016.

# Uma breve discussão sobre estratégias e processos de dispersão em Ostracoda.

Cláudia Pinto Machado  
Centro de Ciências Exatas, da Natureza e  
Tecnologia

**Resumo:** A classe Ostracoda constitui um grupo de pequenos crustáceos que se caracterizam por possuir o corpo completamente envolvido por uma carapaça bivalve secretada pela epiderme. Suas carapaças são comumente preservadas em sedimentos e possuem excelente potencial como indicadores paleoambientais e estratigráficos. Os ostracodes ocupam os mais diferentes habitats aquáticos e terrestres úmidos. Diferentes mecanismos de dispersão são utilizados por este grupo em relação ao ambiente em que se encontram. O foco da discussão deste trabalho estará nos modos de dispersão passiva e nos seus possíveis agentes influenciadores. Ostracodes não-marinhos possuem várias estratégias relacionadas ao stress ambiental dos corpos d'água continentais, como por exemplo a partenogênese e a resistência dos ovos à dessecação. As estratégias para espécies marinhas ainda não estão bem documentadas experimentalmente, mas algumas evidências são resgatadas, bem como a influência do homem na introdução não-intencional de espécies. Neste trabalho é apresentada uma nova possibilidade de foresia para a dispersão dos ostracodes marinhos, por meio de tartarugas.

**Palavras-chave:** Ostracoda, dispersão, mecanismos, foresia.

**Abstract:** Ostracods occupy the most diverse humid aquatic and terrestrial habitats. This group uses different dispersal mechanisms in relation to the environment in which they are. Non-



Claudia Pinto Machado  
Graduada em Ciências Biológicas (UNISINOS)  
Mestre em Biologia Animal (UFRGS)  
Doutora em Ciências, área de concentração em Paleontologia (UFRGS).  
Docente do CENT/CARVI/UCS

marine ostracods have several strategies related to environmental stress at continental bodies of water, such as parthenogenesis, and the resistance of eggs to desiccation. Strategies for marine species are not well documented experimentally, but some evidence is retrieved, as is the influence of man in unintendedly introducing the species. A new possibility of phoresy through marine turtles for the dispersion of marine ostracods is presented here.

**Keywords:** Ostracoda, dispersal, mechanisms, phoresy.

## 1. Introdução

A classe Ostracoda constitui um grupo de pequenos crustáceos que se caracterizam por possuir o corpo completamente envolvido por uma carapaça bivalve (Fig. 1). A carapaça, secretada pela epiderme, é composta por carbonato de cálcio e quitina. Apresentam crescimento descontínuo, através de uma série de mudas, que podem chegar a oito, possuindo tamanho que pode variar de 0,5 a 2 mm no tamanho adulto [1].

Suas carapaças são comumente preservadas em sedimentos e possuem excelente potencial como indicadores paleoambientais e estratigráficos. Embora tenham surgido no mar, no Ordoviciano, o registro fóssil indica que a partir do Carbonífero, estes crustáceos passaram também a colonizar habitats não-marinhos [2]. São encontrados em praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos, desde a plataforma continental até planícies abissais, bem como em reservatórios de águas de epífitas. Algumas espécies, inclusive, são consideradas semiterrestres ocorrendo em ambientes úmidos nas proximidades de cachoeiras, musgos, serapilheiras e lama [3].

A maioria das espécies faz parte do meiobentos, embora também existam espécies plantônicas [4]. Estes

microcrustáceos têm sua distribuição fortemente influenciada por fatores físico-químicos das massas d'água. A salinidade, a profundidade e principalmente a temperatura estão entre os fatores mais importantes por influir diretamente na fisiologia destes organismos, sendo os gradientes latitudinais de temperatura N-S um significativo obstáculo para a dispersão a longa distância [5].

Os ostracodes bentônicos possuem pouca mobilidade natatória e o principal modo de dispersão deste grupo ocorre passivamente. Dispersão ativa pode ocorrer através da colonização "passo a passo" por meio de pequenas "caminhadas" [6, 7].

Muitas espécies bentônicas estão amplamente distribuídas e os fatores e mecanismos relacionados à sua distribuição ainda não estão totalmente esclarecidos. Uma série de opiniões, por vezes divergentes, estão em discussão em relação à dispersão desde grupo em ambientes límnicos, estuarinos ou marinhos. Desta forma, o foco da discussão deste trabalho estará nos modos de dispersão passiva e nos seus possíveis agentes influenciadores.

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar uma revisão geral sobre alguns dos principais processos e mecanismos de dispersão que poderiam estar envolvidos na distribuição dos ostracodes bentônicos.

## 2. Dispersão em Ostracodes não-marinhos

O sucesso destes microcrustáceos em ambiente dulceaquícola deve-se, em grande parte, à resistência e à capacidade de diapausa dos ovos, bem como ao seu modo de reprodução partenogenética, que é muito mais comum em ostracodes não-marinhos [8]. Desde Sandberg [9], sabe-se que os ovos de ostracodes não-marinhos encistam e podem resistir à dessecação e assim dispersar-se através do vento, insetos aquáticos, peixes, anfíbios e aves entre outros. Ovos resistentes à dessecação podem permanecer viáveis de 50 a 100 anos, estando adequados, assim, à dispersão passiva [10]. Podem ser transportados pelo vento e sobreviver a temperaturas extremamente baixas ou altas [11], como ocorre comumente na família Cyprididae [10].

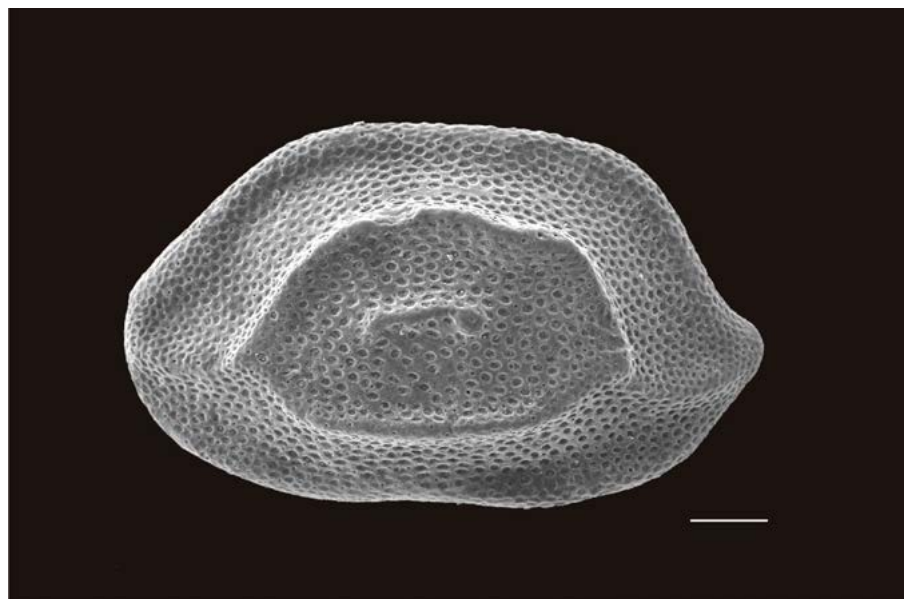


Figura 01: *Glyptobairdia coronata*. Valva esquerda. Escala: 100  $\mu$ m.

Muitas espécies, como os representantes dos Darwinulocopina, possuem a capacidade de incubar seus ovos e juvenis e carregá-los até a eclosão [1]. Segundo Grigg e Siddiqui [12], esta habilidade aumentaria as chances, ao menos teoricamente, de um único animal colonizar uma nova localidade, ampliando desta maneira o sucesso do grupo em ambientes aquáticos continentais.

Um dos fatores chave do sucesso deste grupo é o uso de outros organismos como vetores foréticos. O transporte por aves é bastante provável devido à registros de ovos e animais encontrados nas patas de aves aquáticas, presos às suas penas e mesmo em resíduos fecais [13, 14, 15]. Evidências desta associação foram encontradas por Green et al. [16] em estudos sobre endozoocoria de invertebrados em aves migratórias. Estes autores registraram a presença de um indivíduo vivo de *Candona simpsoni* nas fezes de aves, mesmo após a amostra ter permanecido por seis dias em ambiente refrigerado.

Outros autores sugerem a participação dos peixes na colonização de novos locais. Segundo Grigg e Siddiqui [12], os peixes poderiam estar envolvidos no processo de dispersão, uma vez que já foram encontrados ostracodes vivos ou seus ovos em fezes, mesmo após terem passado pelo trato digestivo destes vertebrados. Embora experimentações práticas, que avaliaram o material ejetado da alimentação de peixes com ostracode dulciaquícolas (e.g. *Heterocypris incongruens* e *Cypripopsis?* sp.), não tenham encontrado espécimens vivos (carapaças descalcificadas, fragmentadas e com sinais de solução ácida), não é descartada a possibilidade real de dispersão [17].

Evidências de ostracodes aderidos à pele de rãs, serpentes, salamandras e invertebrados aquáticos que ocor-

rem na água dos tanques de bromélias foram registradas por diversos autores [18, 19, 20, 21, 22]. Lopez et al. [22] realizaram testes experimentais visando analisar as interações foréticas entre de *Elpidium* sp. e a rã de bromélia *Hyla truncata* (Hylidae). Os resultados demonstraram que de quatro a mais de 20 espécimes de *Elpidium* frequentemente estavam aderidos à rã por emergência d'água.

Resultados consistentes com esta pesquisa também foram observados por Seidel [19], onde foram encontradas valvas de *Cyclocypris* (Cypridae) aderidos às rãs e salamandras. Lopez et al. [22] também destacam que ostracodes podem ser ingeridos por girinos e sair ilesos pelo trato digestivo destes anfíbios. O mesmo também foi observado em testes experimentais realizados com ratos [23]. Segundo estes os autores, isto poderia ampliar a possibilidade de dispersão dos ostracodes via fezes de vertebrados que bebem água de bromélias.

Registros de ostracodes aderidos aos corpos de insetos hemípteros (*Notonecta* e *Sigara*), também foram registrados por Meutter et al. [24], podendo ser um importante agente de transporte através do voo entre distintos corpos d'água.

O homem, como agente passivo, tem influído grandemente na distribuição dos invertebrados aquáticos, inclusive dos ostracodes [8, 25].

Estudos que investigaram a relação do cultivo de arroz com a introdução de espécies de Ostracoda no norte da Itália, identificaram a presença de várias espécies endêmicas da América do Sul, África e Ásia (*Chlamydotheca incisa*, *Chrissia* sp., *Cypretta turgida*, *Dolerocypris sinensis*, *Hemicypris dentatmarginata*, *Isocypris beauchampi*, *Strandesia spinulosa* e *Tanycypris pelúcida*) [8]. Este trabalho demonstrou a influência do homem como agente de dispersão passiva e o papel da rizicultu-

ra como um habitat conveniente para a introdução de espécies exóticas.

### 3. Dispersão em Ostracodes Mixohalinos e Marinhos

Poucas espécies bentônicas, como as do gênero *Polycope* e alguns cipridáceos marinhos, são capazes de nadar a curtas distâncias. As espécies marinhas bentônicas não possuem estágio larval plântônico [26] o que lhes confere pouca mobilidade durante seu ciclo de vida. A maior parte da fauna não é natante e sofre dispersão passiva [13, 27].

A maioria dos Podocopida realiza posturas unitárias ou em agrupamentos. Cuidado parental dos ovos até o segundo e terceiro instares pode ocorrer em Cytherocopina, tais como *Xestoleberis*, *Cyprideis* e *Metacypris* [1].

Algumas espécies mixohalinas também possuem habilidade de resistência à dessecação dos ovos, bem como cuidado parental até instares mais avançados. Este é o caso de *Cyprideis salebrosa* [28], espécie amplamente distribuída com ocorrência da Argentina ao Kansas (E.U.A). Para Sandberg [9], o sucesso de dispersão desta espécie pode estar associado às aves e suas rotas migratórias.

Os ovos de ostracodes marinhos são de paredes simples e pouco resistentes à dessecação, característica menos necessária ao ambiente marinho que sofre menores mudanças ambientais quando comparados com os corpos hídricos continentais [13; 10]. Com base nesta característica, Teeter [13], argumenta que é duvidosa a participação de agentes como peixes, aves e vento na dispersão de ovos de ostracodes marinhos. Em relação às aves, o autor ainda argumenta que a profundidade em que ostracodes marinhos bentônicos vivem, bem como a falta de correspondência entre as rotas de aves migratórias e os padrões de distribuição dos ostracodes de águas



marinhas rasas tornariam esta hipótese improvável.

De fato, evidências empíricas sobre as estratégias de dispersão dos ostracodes em ambiente marinho são raras na literatura, no entanto algumas evidências serão apresentadas a seguir.

Embora os ovos de ostracodes sejam pouco resistentes, as carapaças dos ostracodes marinhos normalmente não o são, apresentando-se normalmente bem calcificadas. Kornicker e Sohn [17] registraram a presença de um espécimen de *Polycopsis* sp. em *Dicrolene intronigra* (peixe da família Ophidiidae) e quatro espécimes de *Krithe* sp. em *Nezumia hildebrandi* (peixe da família Macrouridae) no trato intestinal de desse peixes marinhos bentônicos em 1.000 m de profundidade. Segundo estes autores, os peixes poderiam facilitar a dispersão de espécies através de possíveis barreiras físicas.

Transporte passivo ao longo da linha de praia por correntes costeiras são sugeridas por Grigg e Siddiqui [12]. Esta hipótese parece ser plausível apenas para espécies adaptadas aos interstícios de sedimentos marinhos aquosos de praias, como por exemplo as espécies intersticiais *Semicytherura sagittiformis* e *Semicytherura uzushio* e outros poucos taxa especializada neste tipo de habitat, como *Microloxoconcha*, *Parapolycope* e *Cobanocythere* [29, 30].

As algas macroscópicas aquáticas são viáveis meios de dispersão, lembrando-se que algumas espécies de ostracodes marinhos são comumente encontradas em algas como *Turbinaria*, *Zostera*, *Sargassum* e *Caulerpa* sp., entre outras [6, 12, 13, 31, 32].

Parece haver uma certa preferência de algumas espécies fitais por um tipo particular de alga [33], assim como prováveis adaptações morfológicas, tais como carapaças arredondadas, região ventral convexa [12] e modificações de patas e partes bucais [7].

As correntes superficiais poderiam carregar os ostracodes vivos em algas ou até mesmo em outros materiais flutuantes (ex. pedaços de madeiras, garrafas, etc) para novos habitats, como atóis e ilhas oceânicas [6, 32].

Organismos epibiontes são muito comuns no ambiente marinho, como por exemplo a presença de cracas em baleias e tartarugas, as quais podem abrigar uma complexa comunidade epibiontica. Altas abundâncias de ostracodes em carapaças da tartaruga de pente, *Eretmochelys imbricata*, tem sido registrada em estudos sobre as comunidades macro e meiofauna destes "microhabitat" [34]. Os espécimes encontrados frequentemente estão associados a micro e macroalgas, bem como a detritos acumulados nas carapaças das tartarugas. A presente autora analisou o material de Côrrea et al. [34] registrando a presença de vários espécimens pertencentes ao gênero *Xestoleberis*.

É reconhecido na literatura que as tartarugas marinhas têm importante potencial de dispersão de alguns taxa das comunidades epibiontes de micro e macroinvertebrados para amplas regiões geográficas [34, 35, 36, 37].

*E. imbricata* é uma espécie com distribuição circunglobal em águas tropicais e subtropicais do Atlântico, Índico e Pacífico [38]. No Brasil, as principais áreas de desova encontram-se na região nordeste e são conhecidas como áreas de alimentação as ilhas de Fernando de Noronha-PE, Atol das Rocas-RN, Abrolhos-BA, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo/SC e na Ilha de Trindade [39, 40]. Ocorrência de formas imaturas de *E. imbricata* foram registradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo [41].

As tartarugas marinhas, neste contexto, podem possuir um papel importante como agentes de dispersão (Fig. 02), não só dos ostracodes, mas também de outros invertebrados epi-

biontes, desde que os fatores ambientais e a duração da jornada não sejam limitantes a estes organismos durante o seu transporte, como já proposto por outros autores [13, 26] para os ostracodes em geral.

Uma possível relação entre rotas de dispersão de *E. imbricata* e a colonização de ostracodes nas ilhas oceânicas brasileiras, neste sentido, são passíveis de investigação futuras.

Atividades humanas, como as relacionadas à navegação, têm influenciado na distribuição dos organismos vivos no ambiente marinho. Alguns autores sugerem que o intercâmbio entre as faunas dos diferentes oceanos possa ser facilitado pela água de lastro de navios [5, 13, 27]. Embora a literatura sobre o assunto registre a presença de ostracodes em água de lastro [42, 43, 44, 45] frequentemente não há identificação em nível específico do material estudado, o que tem dificultado maiores estudos sobre a introdução de espécies exóticas.

Outros tipos de introduções não intencionais de espécies (e.g. o miodocópida, *Eusarsiella zostericola*) também foram registrados no sul da Inglaterra e Holanda, através da importação da ostra norte-americana, *Crassostrea virginica* [46] e até mesmo a presença de espécies de ostracoda (*Cytheromorpha curta*, *Leptocythere darbyi* e *Loxoconcha* sp.) em cordas e amarras de embarcações, com sobrevivência de um dia fora d'água [12].



Figura 02: Tartarugas marinhas como possíveis agentes de dispersão para os Ostracoda.

## 4. Considerações finais

A explicação para a distribuição dos ostracodes dulceaquícolas parece ser relativamente fácil devido às suas particularidades, tais como a latência dos ovos e a sua resistência à dessecação, o que permite a dispersão pelo vento, correntes e mesmo por outros animais [27]. Entretanto, cabe ressaltar que as espécies deste tipo de ambiente frequentemente possuem tolerâncias ecológicas que não favorecem a sua sobrevivência em novos ambientes, principalmente no que se refere à mudança de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e outros fatores físicos e químicos [10].

Evidências de ostracodes sobre o corpo de animais já foram registrados na literatura em vários grupos tais como aves, rãs, salamandras, serpentes e até insetos (hemípteros), sugerindo estes animais como possíveis meio de transporte. A possibilidade via trato intestinal de vertebrados também parece viável, pois já foram registrados muitos casos em foram encontrados ostracodes vivos nas fezes destes animais analisados (e.g. aves, peixes, girinos, ratos).

Em relação ao meio marinho há uma série de propostas para a dispersão do grupo, entretanto, ainda há poucas evidências empíricas sobre estas estratégias. A dispersão dos ostracodes via algas flutuantes parece ser uma estratégia plausível desde que a distância percorrida não atue como uma barreira ecológica e fisiológica à presença destes organismos.

Novas observações e testes experimentais usando tartarugas marinhas como possíveis vetores foréticos são necessários para se avaliar o potencial destes organismos como um elemento adicional no transporte de ostracodes, como no caso da colonização de ilhas oceânicas brasileiras.

O homem de modo geral em todos os ambientes aquáticos tem atuado como um agente não intencional do grupo aqui discutido, seja através da agricultura, aquicultura de organismos marinhos, água de lastro de navios e aderidos à sua superfície, entre outros. Estas atividades têm aumentado a amplitude das taxas de introdução de espécies aquáticas, quando comparadas com as taxas dos processos naturais [25]. Esta é uma questão alarmante, pois a literatura já tem registrado o efeito danoso da introdução de espécies exóticas para o equilíbrio dos ecossistemas locais, como por exemplo a introdução do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil.

## 5. Referências

- [1] HORNE, D.J., COHEN, A., MARTENS, K. 2002. Taxonomy, morfology and biology of Quaternary and living Ostracoda. In: HOLMES, J.A.; CHIVAS, A.R. (eds.). *The Ostracoda: applications in Quaternary research*, p. 5-36.
- [2] COIMBRA, J.C.; BERGUE, 2011. Ostracodes. In: *Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados*. Eds.: Carvalho, I.S. vol. 2. 3 eds., Editora Interciência. COIMBRA, J.C.; CARREÑO, A.L. 2012. Richness and Palaeo-Zoogeographical Significance Of The Benthic Ostracoda (Crustacea) From The Oceanic Island Of Trindade And Rocas Atoll, Brazil. *Rev. brasileira paleontol.* 15(2): 189-202.
- [3] PINTO, R. L., ROCHA, C.E.F., MARTENS, K. 2005. On new terrestrial ostracods (Crustacea, Ostracoda) from Brazil, primarily from São Paulo State. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 145(2):145-173.
- [4] WÜRDIG, N. E. Pinto, I.D. 1999. Ostracoda. In: *O Crustáceos do Rio Grande do Sul*. Eds. Backup, L. & Bond-Backup, G., Editora da Universidade (UFRGS). 503p.
- [5] WITTE, L.J. 1993. *Taxonomy and biogeography of west african beach ostracods*. Amsterdam, Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam, 201 p.
- [6] COIMBRA, J.C., BOTTEZINI, S.R.; MACHADO, C.P. 2013. Ostracoda (Crustacea) from the Archipelago of São Pedro and São Paulo, Equatorial Atlantic, with emphasis on a new Hemicysteridae genus. *Iheringia, Série Zoologia*, 103(3):289-301.
- [7] SMITH, A.J.; HORNE, D. 2002. *Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda*. In: HOLMES, J.A.; CHIVAS, A.R. (eds.). *The Ostracoda: applications in Quaternary research*, p. 37-64.
- [8] ROSSI, V.; BENASSI, G.; VENERI, M.; BELLAVERE, C.; MENOZZI, P.; MORONI, A.; MCKENZIE, K.G. 2003. Ostracoda of the Italian ricefields thirty years on: new synthesis and hypothesis. *Journal of Limnology*, 62(1): 1-8, 2003.
- [9] SANDBERG, P.A. 1964. *The ostracode genus Cyprideis in the Americas*. Stockholm contribution in geology, 12, 1-178.
- [10] KARANOVIC, I. 2012. *Recent Freshwater Ostracods of the World*. Heidelberg, Ed. Springer. 608p.
- [11] SOHN, I.G. 1996. Possible passive distribution of ostracodes by high-altitude winds. *Micropaleontology*, 42(4): 390-391.
- [12] GRIGG, U.M.; SIDDIQI, Q.A. 1993. Observations on distribution and probable vectors of five Cytheracean ostracod species from estuaries and mudflats near Dartmouth, Nova Scotia, Canada. In: MCKENZIE, K.G.; JONES, P.J. (eds.). *Ostracoda in the Earth and Life Sciences*. Balkema, p. 503-514.
- [13] TEETER, J.W. 1973. Geographical distribution and dispersal of some Recent shallow-water marine Ostracoda. *The Ohio Journal of Science*, 73(1): 46-54.
- [14] FRISCH, D.; GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J. 2007. High dispersal capacity of a broad spectrum of aquatic invertebrates via waterbirds. *Aquatic Sciences*, 69: 568-574.
- [15] GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J., 2005. Recent advances in the study of long-distance dispersal of aquatic invertebrates via birds. *Diversity and Distribution*, 11: 149-156
- [16] GREEN, J. A.; FRISCH, D.; MICHOT, T.C.; ALLAIN, L.K.; BARROW, W.C. 2013. Endozoochory of seeds and invertebrates by migratory waterbirds in Oklahoma, USA. *Limnetica*, 32 (1): 39-46.
- [17] KORNICKER & SOHN.1971. Viability of Ostracode Eggs Egested By Fish And Effect Of Digestive Fluids On Ostracode Shells- Ecologic And Paleoecologic Implications. In: OERTLI, H.J. (ed.), *Paléoécologie desostracodes*.- Bulletin du Centre de Recherches Pau-SNPA, Pau, 5 suppl., p. 125-135.
- [18] MÜLLER, F., 1879. Descrição do Elpidium bromeliarum crustáceo da família dos Cytherideos. *Arquivos do Museu Nacional*, 4: 27-34.
- [19] SEIDEL, B., 1989. Phoresis of Cycloocypris ovum (Ostracoda, Podocopida, Cypridae) on Bombina variegata variegata (Anura) and Triturus vulgaris (Urodela). *Crustaceana* 57:171-176.
- [20] MAGUIRE, B. 1971. Phytotelmata: biota and community structure determination in plant-held waters. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2: 439-464.
- [21] LOPEZ, L. C. S.; RODRIGUES, P. P.; RIOS, R. I. 1999. Frogs and snakes as phoretic dispersal agents of bromeliad ostracods (Elpidium) and Annelids (Dero). *Biotropica* 31: 705-708.
- [22] LOPEZ, L.C.S.; FILIZONA, B.; DEISS, I.; RIO, R.I. 2005. Phoretic behaviour of bromeliad annelids (Dero) and ostracods (Elpidium) using frogs and lizards as dispersal vectors. *Hydrobiologia*, 549:15-22.
- [23] LOPEZ, L. C. S.; GONÇALVES, D. A.; MANTOVANI, A.; RIOS, R. I. 2002. Bromeliad ostracods pass through amphibian (*Scinax perpusillus*) and mammalian guts alive. *Hydrobiologia* 485:209-211
- [24] MEUTTER, F.V.F.; STOKS, R.; MEESTER, L. 2008. Size-selective dispersal of Daphnia resting eggs by backswimmers (Notonecta maculata). *Biol. Lett.* 4, 494-496.

- [25] PANOV, V.E., KRYLOV, P., RICCARDI, N. 2004. Role of diapause in dispersal and invasion success by aquatic invertebrates. *Journal of Limnology*, 63 (1): 56-69.
- [26] CRONIN, T.M.; SCHMIDT, N. 1988. Evolution and biogeography of Orionina in the Atlantic, Pacific and Caribbean: evolution and speciation in Ostracoda II. In: HANAI, T.; IKEIA, N.; ISHIZAKI, K. (eds.) *Evolutionary Biology of Ostracoda: its fundamentals and applications*, Elsevier, p. 927-938.
- [27] TITTERTON, R.; WHATLEY, R. 1988. The provincial distribution of shallow-water indo-pacific marine: origins, antiquity, dispersal routes and mechanisms. In: HANAI, T.; IKEYA, N.; ISHIZAKI, K. (eds.) *Evolutionary biology of Ostracoda: its fundamentals and applications*. Elsevier, p. 759-786.
- [28] BOLD, V. 1976. Ostracode correlation of brackish-water beds in the Caribbean Neogene. *Carib. Geol. Conf.* 7: 169-175.
- [29] YAMADA, S.; TANAKA, H. 2011. First Report of an Interstitial Semicytherura (Crustacea: Ostracoda: Cytheruridae: Cytherurinae): a New Species from Central Japan. *Species Diversity*, 16: 49-63.
- [30] YAMADA, S.; TANAKA, H. 2013. Two interstitial species of the genus Semicytherura (Crustacea: Ostracoda) from Japan, with notes on their microhabitats. *Zootaxa*, 3745 (4):435-48.
- [31] KAMIYA, T. 1988. Morphological and Ethological of Ostracoda to Microhabitats in Zostera Beds. In: HANAI, T.; IKEYA, N.; ISHIZAKI, K. (eds.) *Evolutionary biology of Ostracoda: its fundamentals and applications*. Elsevier, p. 303-318.
- [32] MACHADO, C.P.; COIMBRA, J.C.; CARREÑO, A.L. 2005. The ecological and zoogeographical significance of the sub-Recent Ostracoda off Cabo Frio, Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Micropaleontology*, 55(3-4): 235-253.
- [33] ATHERSUCH, J.; HORNE, D.D.; WHITTAKER, J.E. 1989. *Marine and Brackish Water Ostracods*. Synopses of the British Fauna (New Series) no. 43, 343p.
- [34] CORRÊA, G.V.V.; INGELS, J.; VALDES, Y.V.; FÔNSECA-GENOVOIS, V.G. 2014. Diversity and composition of macro- and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. *Marine Biodiversity* (44 (3): 391-401.
- [35] FRICK M.G.; PFALLER JB (2013) *Sea Turtle Epibiosis*. In: WYNEKEN, J.; LOHMANN, K.J.; MUSICK, J.A. (eds), *The Biology of Sea Turtles, Volume III*. CRC, Boca Raton, pp 399-426.
- [36] SCHÄRER, M.T. 2003. A survey of the epibiota of *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) of Mona Island, Puerto Rico. *Rev. Biol. Trop.* 51:87-90.
- [37] SCHÄRER, M.T.; EPLER, J.H. 2007. Long-range Dispersal Possibilities via Sea Turtle – A Case for *Clunio* and *Pontomyia* (Diptera: Chironomidae) in Puerto Rico. *Entomological News*, 18(3): 273-277.
- [38] WITZELL, W.N. (1983) *Synopsis of biological data on the hawksbill turtles, Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). *FAO Fish Synop* 137:1-86.
- [39] SANTOS et al. 2011. *Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas*. MARCOVALDI, M.A.A.D.; SANTOS, A.S. E.; SALES, G. (Eds) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio, Série Espécies Ameaçadas, 25, 120p il.
- [40] GROSSMAN, A.; MOREIRA, L.M.P.; BELINI, C. A. Conservação das Pesquisas de Tartarugas Martinhas nas Ilhas Oceânicas de Fernando de Noronha, Atol das Rocas e Trindade, Brasil. In: *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao Manejo*, Eds. MOHR, L.V.; CASTRO, J.W.A.; COSTA, P.M.S.; ALVES, R.J.V., Ed. Ministério do Meio Ambiente. MMA. Vol. II p. 201-222.
- [41] PROIETTI, M.C.; SECCHI, E.R. 2011. Ocorrência de Tartarugas-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) nos Arquipélagos de Abrolhos (BA) e São Pedro e São Paulo (RN), Brasil. V *Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental*, Florianópolis, Brasil, p. 133-136.
- [42] CHU, K.H.; TAM, P.F.; FUNG, C.H.; CHEN, Q.C. 1997. A biological survey of ballast water in container ships entering Hong Kong. *Hydrobiologia* 352: 201-206.
- [43] HARVEY, M.; GILBERT, M.; GAUTHIER, D.; REID, D.M. 1999. A preliminary assessment of risks for the ballast water-mediated introduction of nonindigenous marine organisms in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2268, 56 p.
- [44] GOLLASH, S.; MACDONALD, E.; BELSON, S.; BOTNEN, H.; CHRISTENSEN, J. P.H.; HOUVENAGHEL, G.; JELMERT, I.L.; MASSON, D.; MCCOLLIN, T.; OLENIN, S.; PERSSON, A.; WALLENTINUS, I.; LAMBERTUS, P.M.J. WETSTEYN, WITTLING, T. 2002. *Life in Ballast Tanks*. In: LEPPAKOSKI, E. (ed.). *Invasive Aquatic Species of Europe*, Kluwer Academic Publishers Ed., pp 217-231.
- [45] DUGGAN, C. I.; BAILEY, S. A.; OVERDIJK, C.D.A.V.; MACISAAC, H.J. 2006. Invasion risk of active and diapausing invertebrates from residual ballast in ships entering Chesapeake Bay. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 324: 57-66.
- [46] FAASSE, M. 2013. The North American ostracod *Eusarsiella zostericola* (Cushman, 1906) arrives in mainland Europe. *BiolInvasions Records*, 2(1): 47-50.



[www.ucs.br](http://www.ucs.br)