

**Revista de  
Ciência & Tecnologia**



**Vol. 14. N2. 2014**  
**ISSN 1519-8022**

# **REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA**

**A revista da UNIG**

---

**Editor Chefe**

Marco Antônio Alves Azizi

**Editor Assistente**

Ricardo de Mattos Russo Rafael

(Dezembro 2014). Nova Iguaçu - Rio de Janeiro: Gráfica Universitária, 2014.

Semestral: ISSN 1519-8022

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista da UNIG

---

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### Foco e políticas gerais

A Revista de Ciência & Tecnologia é o periódico oficial da Universidade Iguaçu (UNIG), tendo 8 anos de existência e com uma periodicidade de publicação semestral e gratuita. A Revista esforça-se para publicar estudos de alto padrão científico e que tenham o objetivo de divulgar as produções nas áreas das ciências biológicas, da saúde e tecnológica.

A Revista de Ciência & Tecnologia publica artigos originais, notas de pesquisa, revisões, relatos de caso, cartas ao editor e resenhas de livro, tanto em artigos temáticos como em temas livres. Este periódico foi avaliado como **Qualis B3 interdisciplinar**, porém acreditamos que é possível melhorar ainda mais este indicador e, portanto, é importante consignar que a revista publicará ao menos 80% de artigos originais em cada número.

### Fonte de indexação

Google scholar

### Preparação dos manuscritos

#### Tipos

A Revista de Ciência & Tecnologia da UNIG publica manuscritos dos seguintes tipos:

- *Editorial*: comentários analíticos realizados a partir de observações científicas feitas por pesquisadores convidados pelos editores. Os documentos deverão ter o máximo de 900 palavras e até cinco referências. A contagem das palavras não deverá contabilizar a página de metadados, resumos, referências.
- *Artigos originais*: resultados de pesquisa com no máximo 15 páginas e 5 ilustrações (tabelas, figuras, etc). A estrutura destes artigos prevê as seções: introdução, métodos, resultados, discussão e conclusões. Outros formatos poderão ser assumidos conforme o desenho metodológico do manuscrito e mediante avaliação dos editores.
- *Notas de pesquisa*: resultados preliminares de pesquisa original e que possam ser apresentados de maneira sucinta, devendo ter no máximo 1700 palavras e três ilustrações. A contagem das palavras não deverá contabilizar a página de metadados, resumos, referências. A estrutura dos manuscritos deverá seguir as orientações dos artigos originais.
- *Revisões*: devem seguir a técnica de revisão sistemática de literatura ou metanálise, contendo no máximo 15 páginas e 5 ilustrações. As orientações sobre a estrutura deverão ser as mesmas dos artigos originais.
- *Relatos de caso*: devem ter no máximo 1500 palavras e 15 referências, apresentando uma sequência cronológica, aprofundada e concisa dos dados clínicos do(s) paciente(s). Os relatos devem conter uma detalhada revisão de literatura e a discussão comparada com experiências similares de âmbito nacional e internacional.
- *Cartas ao editor*: as cartas deverão ter no máximo 500 palavras e deverão conter comentários analíticos sobre manuscritos publicados recentemente (até 1 ano) neste periódico.
- *Ensaio*: formulação reflexiva e aprofundada sobre determinado construto, analisando-o sob diferentes pontos de vista teóricos. Deve conter no máximo de 10 páginas, incluindo os metadados, resumos e referências.

### **Originalidade, autoria, conflitos de interesse e suporte financeiro**

A Revista de Ciência & Tecnologia somente considera em sua avaliação manuscritos que não estejam em avaliação e nem tenham sido publicados por nenhum outro periódico. Entende também que todos os autores deverão ter contribuído na concepção do percurso metodológico, na análise e interpretação dos dados, na elaboração do texto, na revisão do

conteúdo intelectual e na aprovação do texto final. Os autores também deverão declarar na página inicial do manuscrito se há conflitos de interesse e as fontes de financiamento, caso haja.

### **Aspectos éticos**

Na seção intitulada “Métodos” os autores deverão indicar a aprovação (contendo o código numérico do CAAE) e o nome do comitê de ética da instituição que analisou o estudo. Além disso, no caso dos estudos envolvendo seres humanos, os autores deverão indicar a utilização de termos de consentimento livre e esclarecido. No caso de estudos envolvendo experimentação com animais, as normas específicas serão seguidas. Os ensaios clínicos deverão ser registrados em bases públicas e atender toda a legislação vigente na ocasião de realização do trabalho.

### **Estrutura geral manuscrito**

- *Formatação geral do trabalho:* a formatação do trabalho deverá ser elaborada no editor de textos Ms. Word com a seguinte configuração de página: margens de 2 cm em todos os lados; fonte Times New Roman, tamanho 12 com espaçamento entrelinhas de 1,5 pt.
- *Primeira página:* deverá conter o título em português e inglês, sendo o primeiro formatado em negrito. Abaixo dos títulos, o nome dos autores deverá ser descrito lado a lado, sem abreviaturas, em posição centralizada, tendo uma numeração progressiva e sobrescrita ao lado do nome de cada autor. Abaixo dos nomes e seguindo a numeração indicada anteriormente, deverá ser descrito um abaixo do outro a titulação, o cargo ocupado e a afiliação institucional. Ao lado da descrição do autor responsável pela correspondência deverá conter o e-mail, bem como a inscrição “(Autor de Correspondência)”.
- *Segunda e terceira página:* deverá conter o resumo e o abstract com no máximo 250 palavras, seguindo a estrutura: objetivo(s), métodos, resultados e conclusões. Abaixo dos resumos deverão ser indicados de 3 a 5 descritores cadastrados nos “Descritores em Ciências da Saúde”, disponível em: <http://decs.bvs.br/>
- Nas demais páginas: deverão ter as seções previstas para cada tipo de artigo.

- *Agradecimentos*: eventualmente, após as conclusões, poderão ser redigidos os agradecimentos, desde que não exceda 3 linhas.
- *Referências*: devem seguir o estilo Vancouver (disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)). As referências deverão ser numeradas de forma progressiva de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto. Identificar as referências no texto por números arábicos e sobrescritos, sem adoção de parênteses ou colchetes. Quando tratar-se de citação sequencial separe os números por traço (ex: 1-5); quando intercalados, use vírgula (ex: 1,5,7). Abaixo seguem alguns exemplos:

### **Livros na íntegra**

Estrutura: Último nome do autor com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do trabalho. edição a. ed. Local:editora; ano da publicação. número de páginas do livro p.

Exemplo: Foucault M. Microfísica do poder. 10a. ed. Rio de Janeiro: Graal; 1992. 110p.

### **Capítulo de livro**

Estrutura: Último nome do autor do capítulo com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do capítulo. In: Último nome do autor do organizador do livro com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do livro com a primeira letra em maiúscula. edição a. Local:editora; ano da publicação. p. número das páginas em que o capítulo foi publicado.

Exemplo: Garcia TR. Diagnósticos de enfermagem: como caminhamos na pesquisa. In: Guedes MVC, Araújo TL. O uso do diagnóstico na prática da enfermagem. 2a. ed. Brasília: ABEn; 1997. p. 70-6.

### **Artigos**

Estrutura: Último nome do autor com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do trabalho. Revista publicada. Ano da publicação. volume(número): páginas da publicação do artigo.

Exemplo: Oliveira M, Pinto I, Coimbra V. Prática e significado da prevenção do câncer de colo uterino e a saúde da família. Rev enferm UERJ. 2007;15(4):580-

3.

### **Artigos da internet**

Estrutura: Último nome do autor com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do trabalho. Revista publicada [internet] Ano da publicação, período da publicação [data da consulta]; volume(número): páginas da publicação do artigo. Disponível em URL: endereço do site.

Exemplo: Ximenez Neto F, Cunha I. Integralidade na assistência à mulher na prevenção do câncer cervico uterino: um estudo de caso. Texto & contexto enferm [periódico na internet]. 2006 [acesso em 2009 abr 15];15(3):427-33. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v15n3/v15n3a06.pdf>

### **Páginas da internet (sites confiáveis) :**

Estrutura: Último nome do autor com a primeira letra maiúscula seguido das iniciais em letras maiúsculas. Título do trabalho. Local da publicação: nome do site; ano da publicação. [citado em: data da consulta]. Disponível em URL: endereço do site.

Exemplo: Instituto Nacional do Câncer (INCA). Câncer do colo do útero. Rio de Janeiro: INCA; 1996. [citado em: 18 ago 2005]. Disponível em URL: [http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=326](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=326)

### **Submissão do manuscrito**

Os artigos devem ser submetidos exclusivamente por meio do e-mail [revistacienciasetecnologia@unig.br](mailto:revistacienciasetecnologia@unig.br), com cópia para [revistadecienciaetecnologia@gmail.com](mailto:revistadecienciaetecnologia@gmail.com). No corpo do e-mail os autores deverão redigir uma carta de apresentação, conforme discriminado abaixo.

### **Carta de apresentação**

“Prezados editores – Prof. Marco Antônio Azizi e Prof. Ricardo de Mattos Russo Rafael, Os autores abaixo discriminados submetem para vossa apreciação o manuscrito intitulado “\_\_\_\_\_”. Acredita-se que o trabalho em tela deva ser publicado neste relevante periódico pelos seguintes motivos:

Declara-se, que face a aprovação do manuscrito para publicação, os autores transferem todos os direitos autorais para a Revista de Ciência & Tecnologia (UNIG). Os autores também atestam que o arquivo encaminhado trata de um trabalho original e que está sendo avaliado exclusivamente por este periódico.

Atenciosamente,  
(Autores)”

### **Após a submissão**

Todos os artigos serão revisados por especialistas, revisores Ad-Hoc associados a revista, ou, caso haja necessidade, revisores externos serão convidados. Neste caso, os nomes de tais revisores serão informados nos respectivos exemplares. No caso da aceitação do artigo estará condicionada às considerações feitas pelos revisores, estas serão repassadas ao autor para que o próprio faça as devidas modificações no artigo, reenviando-o para o corpo editorial. Após aceitação ou não do trabalho, os autores serão notificados. O material enviado para revisão não será, em hipótese alguma, retornado ao autor.

## **EXPEDIENTE**

### **Chanceler**

Dr. Fábio Raunheitti – *in memoriam*

### **Presidente da Mantenedora**

Dr. Hélio Joaquim de Souza

### **Reitor**

Prof. André Nascimento Monteiro

### **Pró-Reitor Administrativo**

Dr. José Carlos de Melo

### **Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa**

Prof. Tarcila Fonseca Huguenin

### **Diretor Geral do Campus V - Itaperuna**

Prof. Roger Leite Soares

### **Secretária Geral**

Adilene Costa das Neves



Universidade Iguaçu  
Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – CEP 26.260-000  
Nova Iguaçu – RJ – Brasil – Tel.: 2666-2001 [www.unig.br](http://www.unig.br)

## SUMÁRIO

### EDITORIAL

<b>A IMPORTÂNCIA CONTEMPORÂNEA DOS PRINCÍPIOS NIGHTINGALEANOS.....</b>	<b>11</b>
<i>Edna Ribeiro dos Santos, José Helder Alves Aragão</i>	

### ARTIGOS ORIGINAIS

<b>MORFOANATOMIA FOLIAR E HISTOQUÍMICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO PHILODENDRON SCHOTT (ARACEAE).....</b>	<b>13</b>
<i>Vitor Tenorio, Cassia Mônica Sakuragui, Rafaela Oliveira Ferreira, Elaine Santiago Brilhante de Albuquerque, Ricardo Cardoso Vieira</i>	

<b>REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA PRODUÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>
<i>Mayara Lisboa Santos, Cristiane Siqueira Pereira, Izabella Christynne Ribeiro PintoValadão, Thiago do Nascimento Soares, Juliana Cabral Barbosa Silva, Thainara de Lima Fonseca</i>	

<b>ANÁLISE E MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO COM FOCO NOS OBJETIVOS DA OPERAÇÃO.....</b>	<b>40</b>
<i>Max Fernandes Barbosa, Maurício Nahid Leitão, Carlos Eduardo Moreira Guarido, Luís Eduardo Terra de Almeida</i>	

<b>TRATAMENTO DE EFLUENTES EM REFINARIAS DE PETRÓLEO UTILIZANDO REATORES DO TIPO MBBR.....</b>	<b>52</b>
<i>Gustavo Neves Duarte, Olavo Barbosa Filho, Gandhi Giordano, Ana Cláudia Figueiras Pedreira de Cerqueira, Bianca Miguel de Souza</i>	

<b>SAÚDE DA FAMÍLIA: PROMOÇÃO DE SAÚDE, QUALIDADE DE VIDA E AUTONOMIA DOS USUÁRIOS DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DO MELLO AFONSO, VASSOURAS-RJ.....</b>	<b>67</b>
<i>José Carlos Dantas Teixeira, Adalgiza Mafra Moreno, Patrícia Paschoal Olaya, Fabiana Abrahão</i>	

<b>MAGNITUDE DA MODULAÇÃO VAGAL DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A MANOBRA DE ACENTUAÇÃO DA ARRITMIA SINUSAL RESPIRATÓRIA.....</b>	<b>79</b>
<i>Hugo Valverde Reis, Michel Silva Reis</i>	

## **A IMPORTÂNCIA CONTEMPORÂNEA DOS PRINCÍPIOS NIGHTINGALEANOS**

Edna Ribeiro dos Santos<sup>1,2</sup>, José Helder Alves Aragão<sup>1,3</sup>

1. Centro Universitário Anhanguera Niterói- UNIAN; Niterói \_ RJ\_ Brasil;
2. Faculdade Bezerra de Araújo – FABA; Rio de Janeiro\_RJ\_ Brasil;
3. Hospital Antonio Pedro (UFF- Universidade Federal Fluminense),Niterói \_ RJ\_ Brasil.

A fundadora da enfermagem moderna e heroína da Guerra da Crimeia, Florence Nightingale (1820-1910) possuía um grande espírito reformador e uma inteligência poderosa. Os seus feitos ficaram conhecidos no mundo todo e os seus escritos colaboraram com os diversos campos do conhecimento. A influência de Florence atingiu de modo especial o campo da saúde, administração e educação. Reformas ocorreram, principalmente, no campo da saúde pública, devido ao seu prestígio e conhecimento.

O conceito de centralidade do meio ambiente como determinante da saúde e da doença no ser humano foi estabelecido por Florence Nightingale. A consideração dos seus princípios permite, desde então, aos diversos profissionais, uma verdadeira reflexão sobre a sua responsabilidade socioambiental. E os profissionais de saúde podem, particularmente, dispor de um referencial teórico seguro que garante a devida valorização da indispensável dimensão do ambiente no processo de assistência à saúde.

O pensamento de Florence Nightingale é mais importante em nossa época do que foi no passado, dizem vários estudiosos. As novas concepções de saúde, baseadas na promoção de saúde e na prevenção de doenças, foram inspiradas em suas ideias. As orientações de Florence quanto ao cuidado com o meio ambiente, como a higiene, a iluminação, a água pura, os odores, a ventilação, a dieta, os ruídos, entre outros, permanecem como princípios insuperáveis. A ciência atual está, ainda, comprovando muitos desses pressupostos válidos e vitais.

Florence Nightingale idealizou e implementou o mais notável projeto de melhoria da qualidade hospitalar e foi a maior especialista na criação de ambientes terapêuticos. Acreditava ser a enfermagem arte e ciência que tinha como objetivo proporcionar as melhores condições ambientais para que o ser humano pudesse se recuperar e viver saudável. Os princípios nightingaleanos constituíram-se nos verdadeiros fundamentos da enfermagem profissional. No entanto, Florence ressaltava que a prática da enfermagem

só seria possível em meio a condições adequadas de arquitetura, administração e salubridade.

O papel de educadora desempenhado por Florence Nightingale foi o menos conhecido, porém nele estava o seu maior mérito. As novas concepções de promoção de saúde, surgidas em recentes conferências mundiais, resgatam os princípios sanitaristas do século XIX, incluídos aqui os pressupostos nightingaleanos. Estas concepções baseiam-se na educação para a criação de ambientes saudáveis, conforme preconizado por Florence. As inovações tecnológicas tão evidentes e valorizadas na área da Saúde são muito importantes, porém não devem negligenciar os princípios nightingaleanos, que somente serão efetivos através daquela que foi a sua recomendação mais característica, uma educação formal e permanente.

**MORFOANATOMIA FOLIAR E HISTOQUÍMICA DE ESPÉCIES DO  
GÊNERO *PHILODENDRON SCHOTT* (ARACEAE)**

**LEAF MORPHOANATOMY AND HISTOCHEMISTRY OF SPECIES OF THE  
GENUS *PHILODENDRON SCHOTT* (ARACEAE)**

Vitor Tenorio<sup>1</sup>, Cassia Mônica Sakuragui<sup>2</sup>, Rafaela Oliveira Ferreira<sup>3</sup>, Elaine Santiago  
Brilhante de Albuquerque<sup>4</sup>, Ricardo Cardoso Vieira<sup>5</sup>

1. Professor adjunto da Universidade Iguçu. Autor para correspondência: [tenoriorosa@uol.com.br](mailto:tenoriorosa@uol.com.br).
2. Professora adjunta na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica.
3. Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Iguçu.
4. Professora adjunta na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia.
5. Professor associado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica.

**Conflitos de interesse:** não há

**Fontes de financiamento:** não há

**RESUMO**

**Objetivos:** analisar a anatomia foliar de três espécies do gênero *Philodendron* sendo elas *P. cordatum* Kunth, *P. oblongum* Schott e *P. corcovadense* Kunth, tendo em vista contribuir com estudos anatômicos para o gênero; avaliar caracteres que são potencialmente úteis para a taxonomia do grupo; analisar as folhas do ponto de vista histoquímico visando identificar possíveis substâncias ergásticas secretadas ou armazenadas pelo órgão. **Métodos:** Foram utilizadas técnicas cito-histológicas usuais em anatomia vegetal. **Resultados:** As espécies analisadas apresentam características anatômicas descritas na literatura para família, como colênquima angular, feixes

colaterais e cristais de oxalato de cálcio em diferentes formas. Foram identificados compostos fenólicos em todas as regiões das folhas. Entretanto, cabe ressaltar alguns caracteres, como os nectários extraflorais, evidenciados pela primeira vez em microscopia, as cutículas estriadas mais comuns em *P. oblongum* e a distribuição do colênquima que apresenta-se distinta entre os subgêneros. **Conclusões:** As espécies dos subgêneros *Philodendron* e *Meconostigma* compartilham mais características, sendo *P. oblongum*, do subgênero *Pteromischum* com caracteres mais particulares. Este resultado corrobora com a hipótese filogenética mais aceita para o gênero, mostrando a relevância dos caracteres anatômicos para a sistemática do grupo. Importantes substâncias foram identificadas, como grãos de amido, cristais de oxalato de cálcio e compostos fenólicos.

**Descritores:** Estruturas vegetais; *Philodendron*; Araceae.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the anatomy of three species of the genus *Philodendron*, namely *P. cordatum* Kunth, *P. oblongum* Schott and *P. corcovadense* Kunth, in order to contribute with anatomical studies for the genus; evaluate characters that are potentially useful for the group's taxonomy; analyze the leaves of histochemical point of view to determine the accumulation sites of ergastic substances. **Methods:** Leaves were analyzed by the techniques of optical microscopy and scanning electron microscopy. **Results:** The species present anatomical characteristics described to the family by the literature, as angular collenchyma side beams, calcium oxalate crystals in different shapes. Phenolic compounds were identified in all regions of the leaves. However, we point out some characters, such as extrafloral nectaries, evidenced for the first time in microscopy, the striated cuticular in *P. oblongum* and the distribution of collenchyma that presents distinct between subgenera. **Conclusions:** The species in the present study of *Philodendron* and *Meconostigma* subgenera share more characteristics, while *P. oblongum* presents more particular characters. This result corroborates the most accepted phylogenetic hypothesis for the genus, showing the relevance of anatomical characters for the systematic of the group. Important substances were identified as starch grains, calcium oxalate crystals and phenolic compounds.

**Descriptors:** Plant structures, *Philodendron*; Araceae.

## INTRODUÇÃO

A família Araceae, com cerca de 106 gêneros e 3.000 espécies reconhecidas<sup>1</sup>, é tida com umas das famílias de monocotiledôneas com maior diversidade anatômica, e tal diversidade é expressa pelos diversos padrões de vascularização do caule e a presença de diversas estruturas secretoras, como ductos resiníferos, laticíferos, nectários extraflorais, cavidades mucilaginosas<sup>2</sup>

Muitas espécies da família apresentam atividade antibacteriana<sup>3</sup>. Grande parte das espécies de Araceae apresentam cristais de oxalato de cálcio, aos quais creditavam-se as irritações causadas pelo toque ou ingestão de plantas como a *Diffenbachia picta*, conhecida como “comigo-ninguém-pode”. Enzimas proteolíticas e outras substâncias, são as principais responsáveis pela irritação<sup>4</sup>.

O gênero neotropical *Philodendron* com cerca de 700 espécies reconhecidas, atualmente é dividido em três subgêneros distintos: *Philodendron*, *Pteromischum* e *Meconostigma*<sup>5,6</sup>. Algumas espécies do gênero possuem importante valor medicinal, como *Philodendron scabrum* K. Krause, conhecida popularmente como “cipó ambé” e “banana ambé”. O cipó é utilizado, principalmente, pela população do baixo Madeira, Porto Velho e Rondônia, no tratamento de mordida de serpente e a infusão dos talos é utilizada como analgésico<sup>7</sup>. O contato prolongado com as folhas de *P. scabrum* ocasiona irritação na pele. Existem registros na literatura relatando que espécies do gênero *Philodendron* apresentam constituintes químicos possuidores de atividade bactericida, antiprotozoárias contra *Trypanosoma cruzi* e *Trichomonas vaginalis*<sup>8</sup>

Com relação à anatomia vegetal, esta é uma ferramenta reconhecidamente importante para estudos em plantas medicinais, visto que podem fornecer com exatidão informações para diagnose de drogas de origem vegetal. Estudos anatômicos na família são incomuns, entretanto ressalta-se o estudo de Richard Keating<sup>9</sup>, apresentando caracteres diagnósticos utilizando espécies de 105 gêneros da família Araceae, com enfoque principal na anatomia foliar. A distribuição do colênquima peciolar em Araceae<sup>10</sup>, bem como a contribuição a anatomia caulinar do gênero *Philodendron*<sup>11</sup>, são importantes estudos com correlações taxonômicas. A anatomia de raízes de espécies do gênero apresentou enfoque em estrutura-função<sup>12</sup>, contudo também discutindo questões taxonômicas.

Os resultados mostrados em anatomia caulinar<sup>11</sup> demonstram que espécies dos subgêneros *Philodendron* e *Meconostigma* apresentam mais similaridades, e

*Pteromischum* apresenta caracteres mais distintos, o que corrobora com a hipótese filogenética proposta por Gauthier e colaboradores<sup>13</sup>. Em função disto, o presente estudo tem como objetivo analisar a anatomia foliar de 3 espécies, cada uma representando os subgêneros de *Philodendron*, sendo elas *P. cordatum* Kunth (subgênero *Philodendron*), *P. oblongum* Schott (subgênero *Pteromischum*) e *P. corcovadense* Kunth (subgênero *Meconostigma*), tendo em vista contribuir com estudos anatômicos para o gênero, avaliando as diferenças entre os subgêneros, bem como analisar as folhas do ponto de vista histoquímico, visando identificar possíveis substâncias ergásticas secretadas ou armazenadas pelo órgão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A análise morfológica das espécies de *Philodendron* estudadas foi realizada a partir da coleta de 3 indivíduos representando cada espécie estudada. *Philodendron corcovadense* Kunth (RFA 37317) foi coletada na Restinga da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro. *Philodendron cordatum* Kunth (RFA 37309) foi coletada na região sul do estado do Rio de Janeiro, em Mata de Restinga, com acesso pelo km 55 da Rodovia BR-101 Rio / Santos, nas propriedades do Club Mediterrané. *Philodendron oblongum* Schott (RFA 37319) foi coletada na Estrada da vista chinesa, que é integrada ao Parque Nacional da Floresta da Tijuca, município do Rio de Janeiro. Exsiccatas foram montadas e depositadas no Herbário do Museu Nacional/UFRJ.

### Metodologia para Microscopia óptica

Para os estudos anatômicos foram coletadas folhas totalmente expandidas de indivíduos representando as respectivas espécies. A análise da folha foi realizada na região mediana do pecíolo e no terço médio da lâmina foliar (nervura principal, região intercostal e bordo). As amostras foram fixadas em FPA (Álcool etílico 95% - 50ml; Ácido propiônico – 5ml; Formaldeído – 10ml e Água destilada – 35ml)<sup>14</sup> e armazenadas em etanol 70° GL<sup>15</sup>.

Para confecção de lâminas semi-permanentes, foram realizadas seções no plano transversal, obtidos com auxílio de micrótomo de Ranvier. Já para a confecção de lâminas permanentes, amostras foram embebidas em solução de Polietileno Glicol P. M. 1500

(PEG) a 20% em água e deixadas em estufa a 60°C até a evaporação total da água. Após a inclusão, as amostras foram emblocadas em PEG puro e seccionadas em micrótomo de deslize da marca Fisher Scientific, em espessura variando entre 1113µm<sup>16</sup>. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio, neutralizados em água acidulada e submetidos ao processo de coloração Safranina-Azul de Astra<sup>17</sup>.

Para o estudo das faces adaxial e abaxial da epiderme foliar, em vista frontal, foram retirados pequenos retângulos da região intercostal do terço médio da lâmina foliar, procedendo-se à dissociação pelo método de Jeffrey<sup>15</sup>. A determinação do número de estômatos por unidade de área (mm<sup>2</sup>) foi realizada pela projeção de um campo correspondente a um quadrado de 1mm de lado, calculando-se a média aritmética de 30 campos.

Para testes histoquímicos foram feitos cortes sem tratamento de material fresco, sendo submetidos aos seguintes reagentes: Sudan III e IV<sup>15</sup>, para observação de compostos de natureza lipídica; lugol<sup>15</sup>, para grãos de amido; solução aquosa de sulfato ferroso em formalina<sup>15</sup> e reagente de Hoepfner-Vorsatz<sup>18</sup>, para evidenciar compostos fenólicos. Cristais de oxalato de cálcio foram reconhecidos pela solubilidade em ácido hidrocloreto a 2%<sup>19</sup> e pela diferenciação sob luz polarizada. Para açúcares redutores (glicose, frutose), foi realizado o teste de Fehling<sup>20</sup>.

#### Metodologia para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para exame ao MEV, fragmentos de folhas foram submetidos ao método do ponto crítico<sup>21</sup>. Em seguida, estes fragmentos foram montados em suportes próprios, metalizados em ouro e posteriormente levados ao microscópio eletrônico de varredura.

#### Documentação

A documentação do presente estudo foi realizada através de fotomicrografias obtidas ao fotomicroscópio III da marca Zeiss e sob luz polarizada obtidas ao microscópio Orthoplan, da marca Leitz.

## RESULTADOS

### Morfologia externa

As espécies estudadas apresentam folhas simples, com lâmina foliar, nervura mediana, pecíolo e bainha. *Philodendron corcovadense* e *P. cordatum* apresentam folhas de bainha reduzida no eixo vegetativo. Em seção transversal a bainha apresenta-se aberta, pois os bordos não se encontram concrecidos. Quando em floração, a folha que subentende a (s) inflorescência (s), apresenta bainha desenvolvida. Em *P. oblongum* a bainha apresenta-se desenvolvida e aberta em todas as folhas atingindo quase o comprimento total do pecíolo. Em *P. corcovadense* as folhas aglomeram-se no ápice, nas demais espécies ocorrem por todo o caule. As folhas em *P. corcovadense* e *P. cordatum* apresentam forma sagitada e em *P. oblongum* observa-se à forma lanceolada a elíptica. É possível visualizar nectários extraflorais em *P. cordatum* e *P. oblongum*, distribuindo-se por todas os tipos foliares, incluindo o perfilo (primeira folha do ramo), toda extensão peciolar e a lâmina foliar. Quanto à venação, *P. cordatum* e *P. corcovadense* apresentam padrão reticulado, e *P. oblongum* padrão peniparalelinérveo.

(Fig. 1 a-e).

### Anatomia e histoquímica

#### □ Região intercostal

#### *Epiderme*

Em vista frontal, observa-se que a face adaxial e a face abaxial da epiderme são glabras, constituídas de células com formato poligonal. As folhas são hipoestomáticas, com estômatos distribuídos aleatoriamente ao longo da lâmina foliar. Em *P. corcovadense* as paredes anticlinais são retas ou levemente onduladas. Estômatos são do tipo braquiparatetracítico, raramente braquiparahexacítico. Cutícula estriada ocorre majoritariamente na face adaxial, nas regiões de nervura e sobre os estômatos. Já em *P. cordatum*, as paredes anticlinais são retas, e as estrias cuticulares ocorrem principalmente nas células subsidiárias dos estômatos. Estes são do tipo braquiparacítico a braquiparahexacítico. Em *P. oblongum*, as células epidérmicas apresentam paredes anticlinais retas e os estômatos são do tipo braquiparacítico.

Cutícula estriada ocorre sobre todo o complexo estomático (Fig. 2 a-f).

As folhas de *P. corcovadense* apresentam a maior densidade estomática (108 est/mm<sup>2</sup>), seguida por *P. cordatum* (77 est/mm<sup>2</sup>) e *P. oblongum* (42 est/mm<sup>2</sup>).

Em seção transversal a epiderme apresenta-se unisseriada e dotada de cutícula espessa. Câmaras subestomáticas são observadas em todas as espécies analisadas.

### *Mesofilo*

Em seção transversal, o mesofilo das espécies estudadas apresenta-se dorsiventral em *P. corcovadense* e *P. cordatum*, sendo o parênquima paliçádico bem reduzido com cerca de 1-2 camadas, e o parênquima lacunoso cerca de 10 estratos. Entretanto, em *P. oblongum* o mesofilo é homogêneo. Feixes vasculares são colaterais, envoltos por bainha completa com células de parede lignificada nos pólos do feixe vascular, exceto em *P. oblongum* onde bainha encontra-se totalmente lignificada (Fig. 3 a-c).

Idioblastos encerrando compostos fenólicos distribuem-se pelo parênquima clorofiliano, e ainda nas células da bainha do feixe. Idioblastos cristalíferos ocorrem por todo mesofilo foliar, sendo observados principalmente drusas e ráfides, localizados inclusive logo abaixo da epiderme, geralmente na face adaxial (Fig. 3b). Idioblastos, que encerram ráfides, podem apresentar diferentes formas e tamanhos.

- Bordo foliar

O bordo apresenta-se fletido em direção a face abaxial. A epiderme apresenta-se unisseriada e glabra, com cutícula espessa, e a vascularização é constituída por feixes colaterais. Nas espécies estudadas, a extremidade do bordo é ocupada por células parenquimáticas aclorofiladas, e também são observados ductos resiníferos. Em *P. oblongum*, junto ao feixe vascular, observam-se nectários extra-florais (Fig 3 d-f).

- Nervura principal

No plano transversal da lâmina foliar, ao nível da nervura principal, a epiderme é unisseriada, com cutícula espessa, e estômatos raros. Em posição subepidérmica, notase colênquima do tipo angular. São observados feixes vasculares colaterais, com bainha lignificada. Nectários extraflorais ocorrem na região da nervura principal. Idioblastos cristalíferos são abundantes, bem como idioblastos que encerram compostos fenólicos. Grãos de amido são também observados (Fig. 4 a-f)

- Bainha e Pecíolo

Em seção transversal, bainha e pecíolo apresentam epiderme unisseridada, com cutícula variando de delgada (face abaxial) a espessa face (adaxial). Um sistema de cavidades de ar bem desenvolvido é observado em todas as espécies. Na bainha, quanto mais próximo da face adaxial, os espaços se tornam mais desenvolvidos (Fig. 5 a-f). Nas espécies estudadas, tanto na bainha quanto no pecíolo, os feixes vasculares apresentam distribuição difusa, e são do tipo colateral sendo em *P. oblongum* a bainha esclerenquimática completa, envolvendo todo o feixe. Feixes de menor calibre são observados sempre subjacentes ao tecido colenquimatoso, e apresentam a bainha do feixe com células de parede celular espessa. Em geral, os feixes vasculares que ocorrem na porção central da bainha e do pecíolo apresentam fibras com parede da bainha, as fibras apresentam parede mais espessa (Fig. 6 a-f).

Nectários extraflorais são observados, dotados de epiderme uniestratificada, apresentando cutícula espessa em *P. cordatum*. Células parenquimáticas apresentam uma conformação diferenciada abaixo da estrutura nectarífera. Os nectários extraflorais apresentam um conteúdo viscoso e de coloração castanha (Fig. 7 a-d). Nas figuras 7b e 7d, notam-se a formação do nectário e início da atividade de secreção no próprio tecido colenquimatoso.

Ductos resiníferos ocorrem por toda estrutura peciolar, incluindo no tecido colenquimatoso. Inclusões inorgânicas são observadas pela presença de idioblastos cristalíferos (oxalato de cálcio), sendo drusas, ráfides, cristais prismáticos e areia cristalífera. Drusas aparecem frequentemente no tecido colenquimatoso e na epiderme. Drusas e ráfides também ocorrem voltados para dentro da cavidade de ar. Em *P. corcovadense* os idioblastos que encerram ráfides frequentemente apresentam parede espessada e lignificada. Em *P. cordatum* e *P. oblongum* tais idioblastos apresentam paredes delgadas. Em todos os casos os idioblastos apresentam forma de “torpedo”. Inclusões orgânicas ocorrem como grãos de amido, sendo estes abundantes em *P. cordatum* e *P. oblongum*. Idioblastos encerrando compostos fenólicos são observados na bainha do feixe vascular, por todo parênquima fundamental, em células epidérmicas e células limitantes das cavidades de ar de *P. corcovadense* (Fig. 8 a-f).

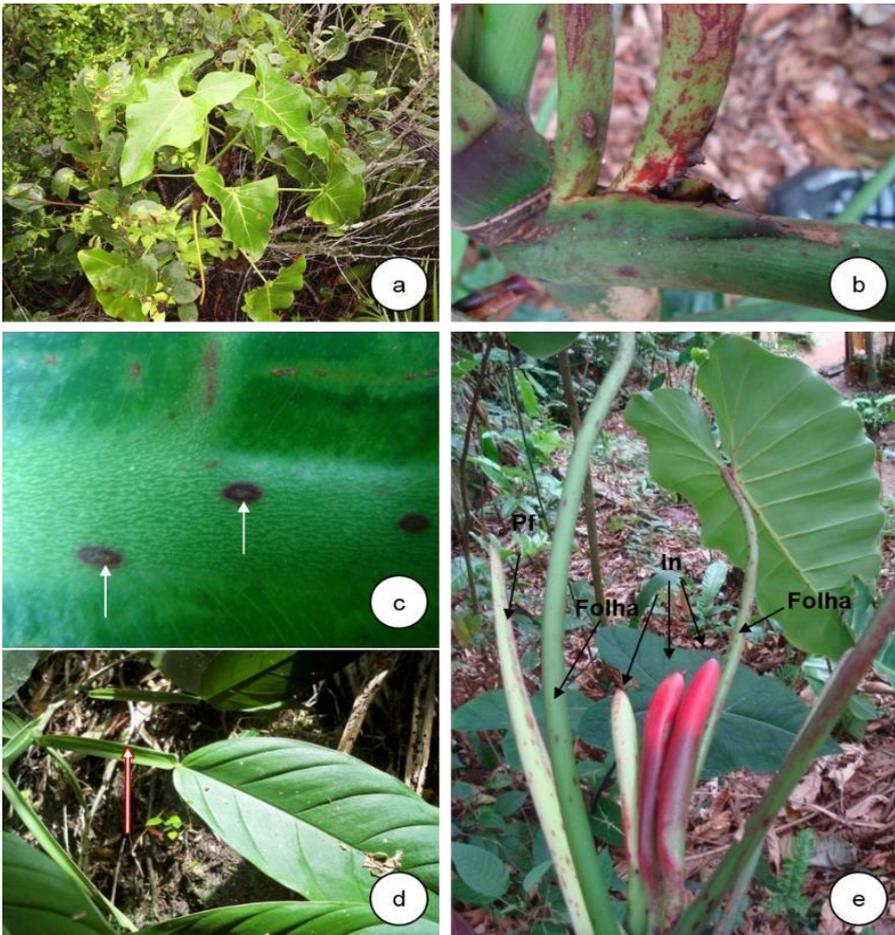


Figura 1 a-e – Aspectos da morfologia de *Philodendron*. **a.** *P. corcovadense*; **b, c, e.** *P. cordatum*; **d.** *P. oblongum*. Indivíduo com inflorescência (e). Notam-se os nectários extraflorais (c). Note a bainha alada (seta) na figura d. Pf (Perfil); In (Inflorescência).

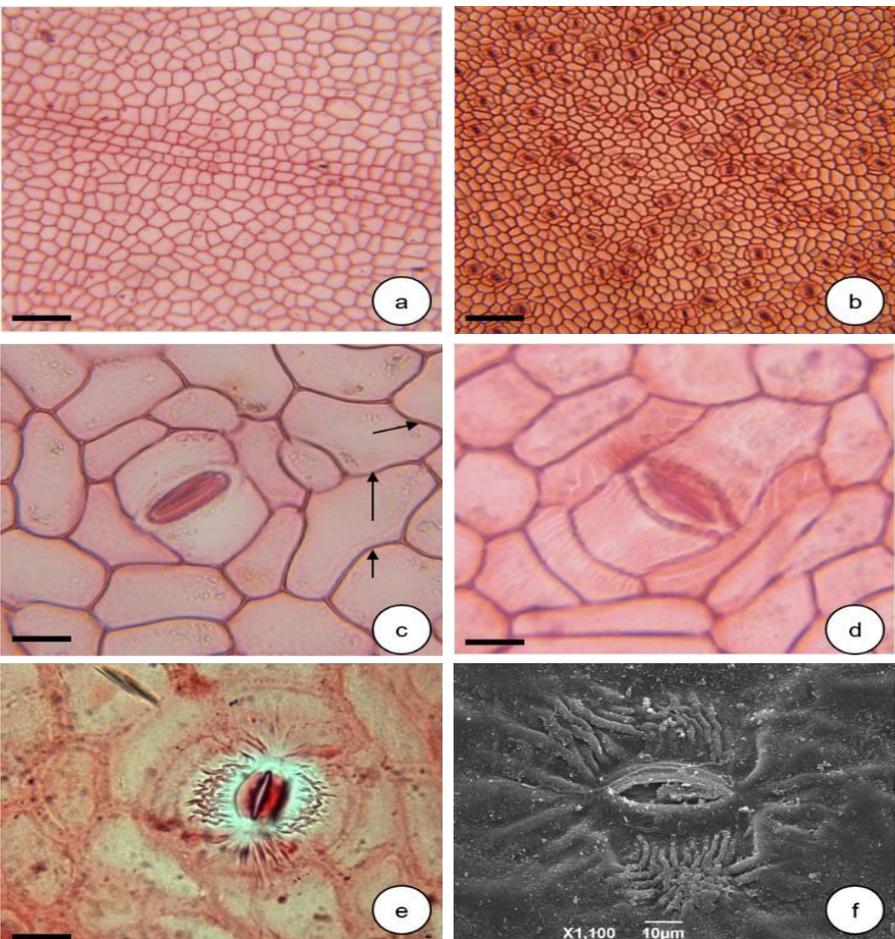


Figura 2 a-f – Epiderme em vista frontal. **a, c e d** – *P. corcovadense*; **b** – *P. cordatum*; **e, f** – *P. oblongum*. a. face adaxial com estômatos raros. b distribuição aleatória dos estômatos. c. observam-se células epidérmicas de parede levemente sinuosas (setas) e estômato do tipo braquiparacítico. d. estriamento no complexo estomático, na face adaxial. e. estômato braquiparacítico, na face abaxial com estriamento. f. MEV evidenciamento estriamento. Barras = 76 µm (a e b), 34,4 µm (c, e, f).

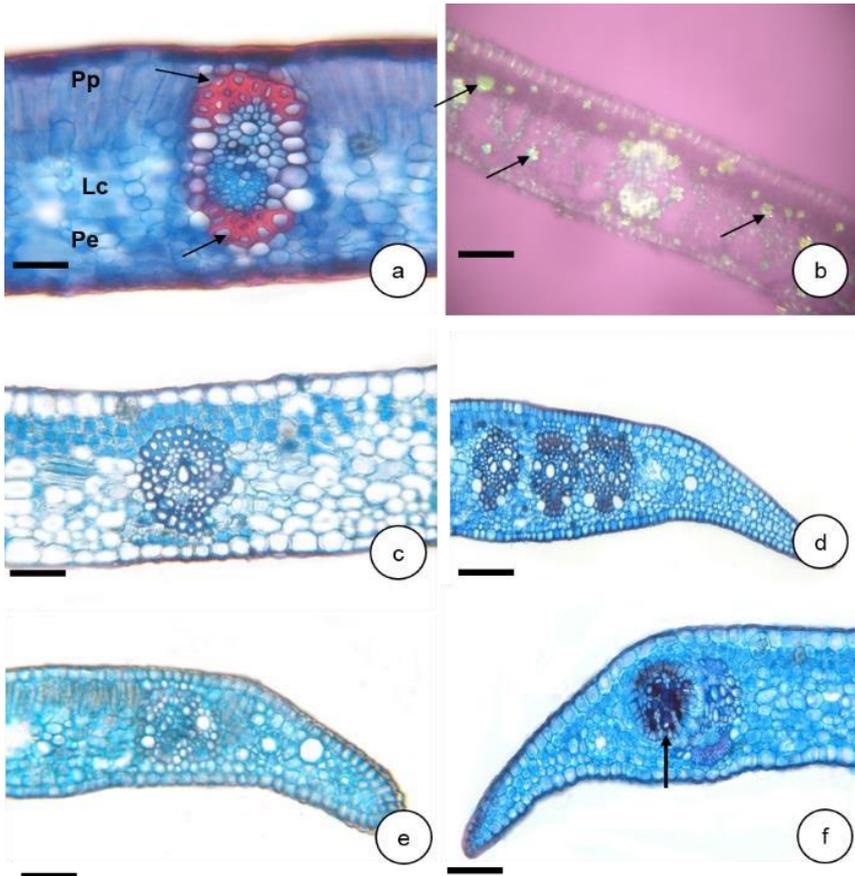


Figura 3 a - f – ST da lâmina foliar (a, b, c); ST do bordo foliar (d, e, f). **a; e** – *P. corcovadense*; **b; d** – *P. cordatum*; **c; f** – *P. oblongum* Note o mesofilo dorsiventral, a lignificação da bainha do feixe (setas). Na figura b, note as drusas de oxalato de cálcio (setas). Nectário extrafloral em c (seta). Lc (lacunas de aerênquima); Barras = 100  $\mu\text{m}$  (a), 60,9 $\mu\text{m}$  ( b; c), 56,4  $\mu\text{m}$  (d), 97,9  $\mu\text{m}$  (e) e 68  $\mu\text{m}$  (f).

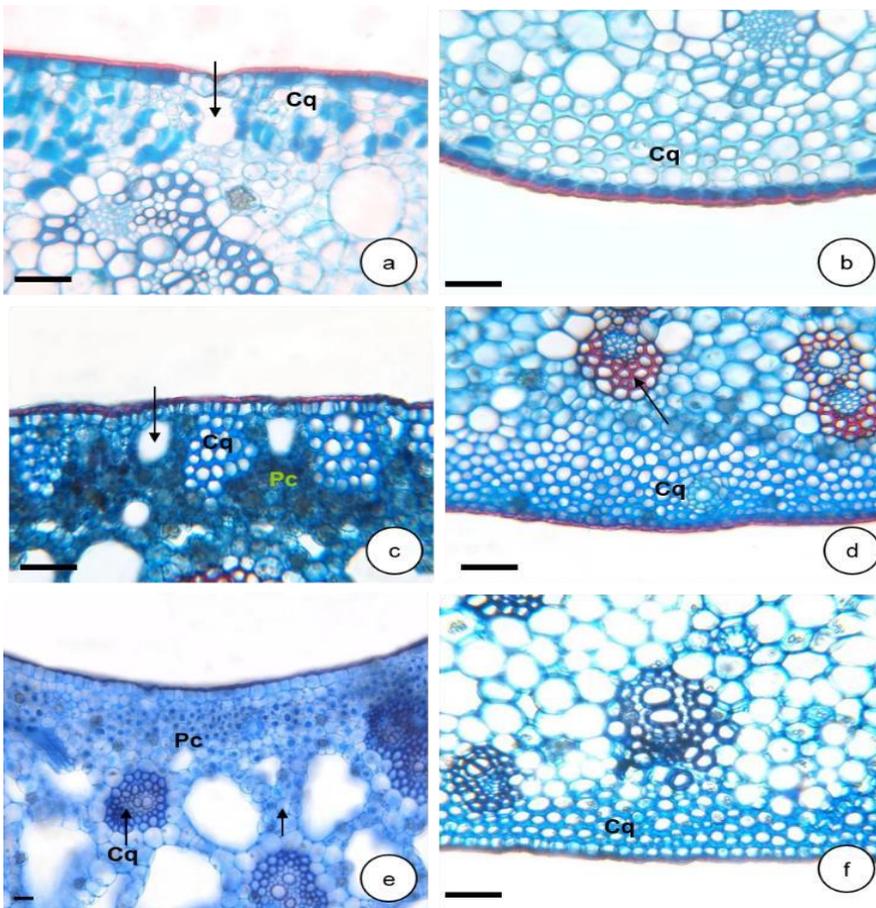
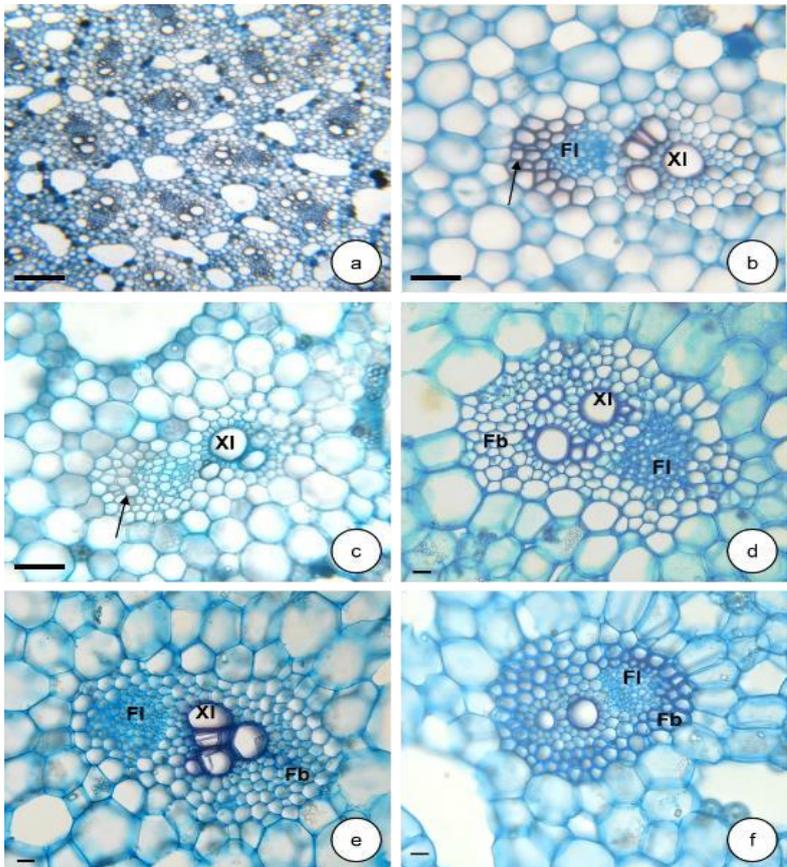
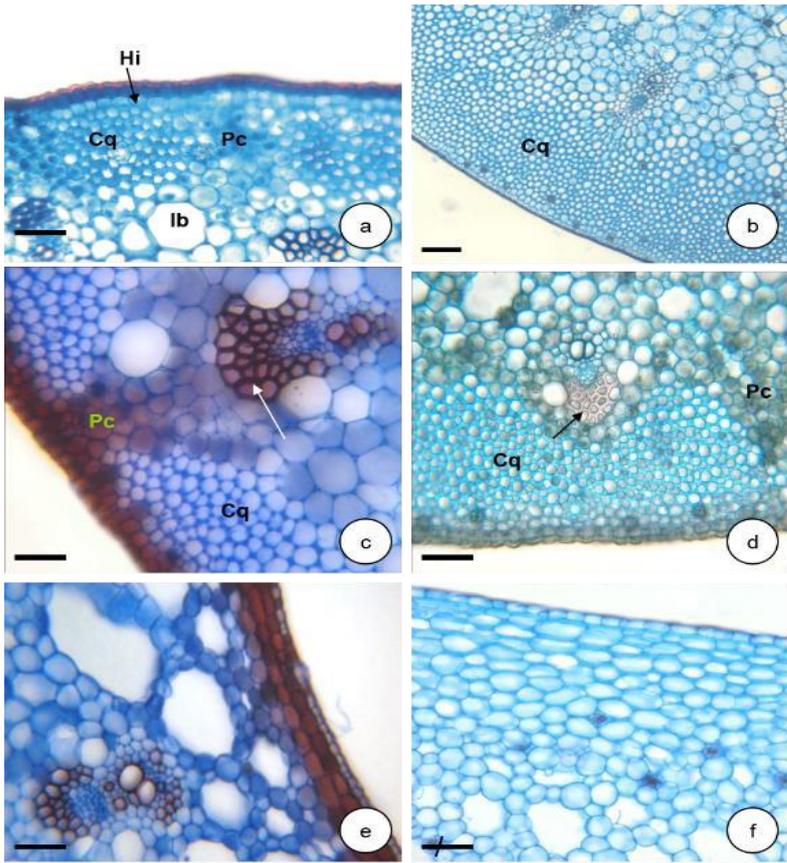


Figura 4 a -f - ST da nervura principal **a, b** – *P. corcovadense*; **c, d** – *P. cordatum*; **e, f** – *P. oblongum*. Note o colênquima subepidérmico na face adaxial e câmaras subestomáticas (setas) em a e c. Note colênquima na face abaxial (b, d, f). Note feixes vasculares periféricos com bainha lignificada (setas) em d, e e f. Cq (colênquima); Pc (parênquima clorofiliano). Barras = 152,1 $\mu\text{m}$  (a), 118,3  $\mu\text{m}$  (b), 50,5  $\mu\text{m}$  (c), 10  $\mu\text{m}$  (d), 104,1  $\mu\text{m}$  (e) e 83,3  $\mu\text{m}$  (f).



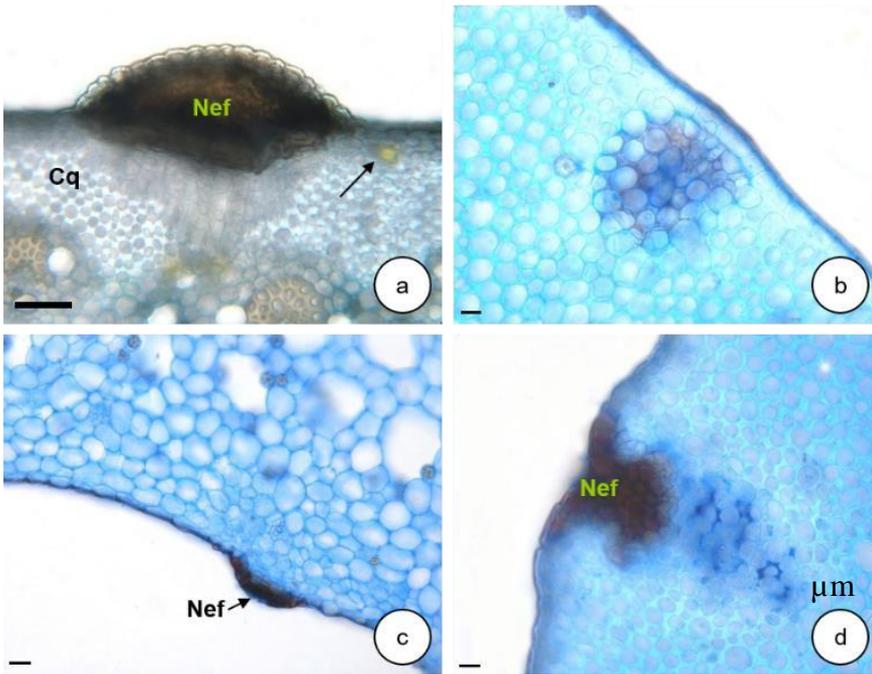


Figura 7 a-d – ST do pecíolo (a-b) e bainha (c-d). **a.** *P. cordatum*; **b, c, d** – *P. oblongum* Note o nectário extrafloral com epiderme intacta e cutícula espessa no pecíolo de *P. cordatum* (a). Secreção do néctar no tecido colenquimatoso do pecíolo de *P. oblongum* (b). Início da formação do nectário extrafloral na bainha de *P. oblongum* (c). Nectário extrafloral já desenvolvido na bainha de *P. oblongum* (d). Nef (nectário extrafloral). Barras = 104,1  $\mu\text{m}$  (a), 5  $\mu\text{m}$  (b e c), 10  $\mu\text{m}$  (d).

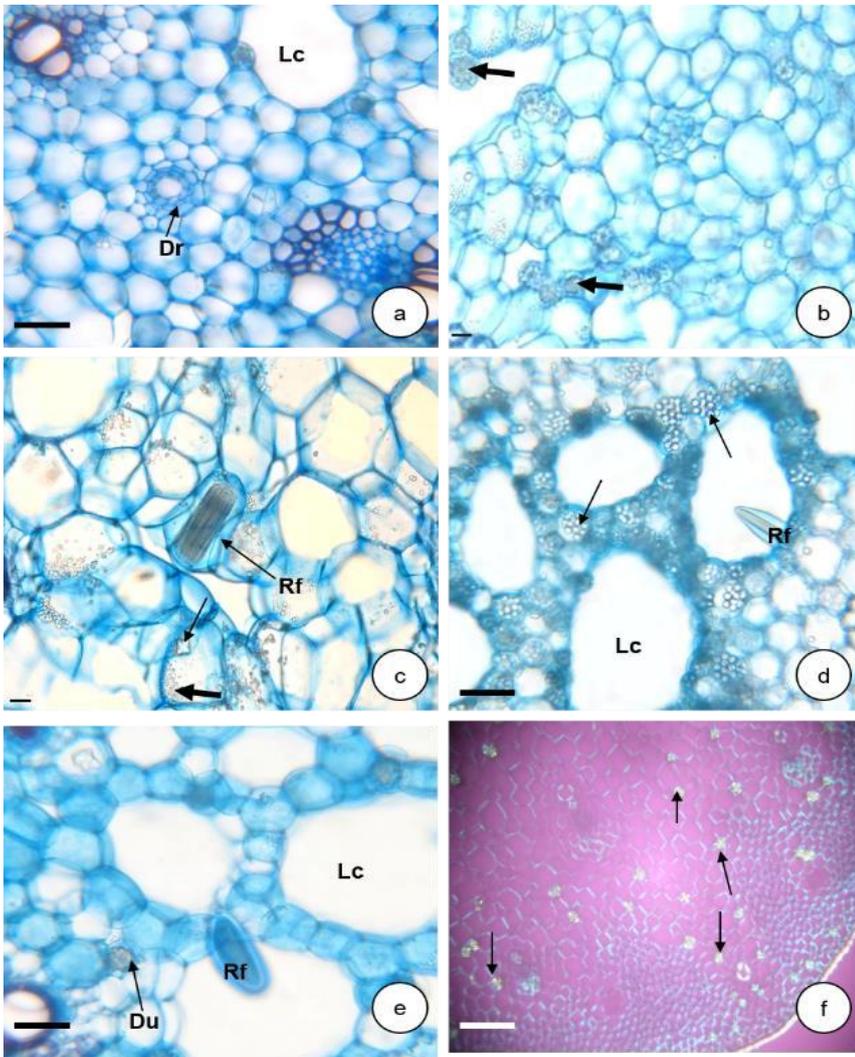


Figura 8 a-f – ST do pecíolo e bainha. **a, e, f.** *P. corcovadense*; **d.** *P. cordatum*; **b, c.** *P. oblongum* Note o ducto resinífero no pecíolo de *P. corcovadense* (a). Observe drusas ( $\square$ ) na figura b e cristais prismáticos ( $\square$ ) de oxalato de cálcio, areia cristalífera ( $\square$ ) e ráfides (Rf) no pecíolo na figura c. Na figura d, observam-se grãos de amido no pecíolo de *P. cordatum* (setas), além da ráfides. Ráfide e drusa no pecíolo de *P. corcovadense* (e). Note o espessamento maior do idioblasto que encerra a ráfide. Bainha de *P. cordatum* sob luz polarizada evidenciando drusas (setas) (f). Lc (lacuna de aerênquima); Dr (ducto resinífero); Rf (ráfide); Du (drusa). Barra = 60,9  $\mu\text{m}$  (a), 5  $\mu\text{m}$  (b e c), 97,9  $\mu\text{m}$  (d), 54,6  $\mu\text{m}$  (e) e 135  $\mu\text{m}$  (f).

## DISCUSSÃO

Estudos anatômicos em *Philodendron* mostram-se relevantes como contribuição para a sistemática do grupo<sup>9,11</sup>.

Nas espécies estudadas, a distribuição dos estômatos pela folha é aleatória, ao contrário do normalmente descrito para as monocotiledôneas, já que os padrões de venação encontrados nas folhas das espécies analisadas vão de reticulado a peniparalelinérveo. Estômatos distribuídos em linhas paralelas são observados em Monocotiledôneas que apresentam padrão de venação paralelinérveo<sup>22</sup>.

Os tipos de estômatos encontrados nas folhas, braquiparacítico e suas variações, são os mesmos descritos para o gênero *Philodendron*<sup>9</sup>. O padrão braquiparacítico é o mais comum para todas as subfamílias de Araceae<sup>23,24</sup>. O par de células adjacentes às células guardas pode não ser distinguível das outras células epidérmicas exceto por seu padrão de proximidade (células vizinhas), ou pode ser distinto em tamanho, com células geralmente estreitas ou mais angulares (células subsidiárias). Frequentemente pode ser difícil diferenciar as células vizinhas das células subsidiárias, e ambos os termos podem ser aceitos<sup>23</sup>. O tipo braquiparacítico ocorre quando um segundo par de células subsidiárias ocorre ortogonalmente ao primeiro par de células, nos pólos das células guarda. O tipo braquiparacítico ocorre quando um terceiro par de células subsidiárias ocorre paralelo ao primeiro par<sup>23</sup>. Ambos os tipos são observados em *P. cordatum* e *P. corcovadense*.

As paredes anticlinais das células epidérmicas nas espécies analisadas variam de retas a onduladas, como já registradas na literatura<sup>23</sup>.

A presença de cutícula estriada é observada em espécies de Araceae, embora normalmente não apresentem cutícula ornamentada<sup>9</sup>. Epiderme apresentando cutícula estriada é citada por diversos autores para as Araceae, como em *Heteropsis jenmani*<sup>25</sup> e espécies do gênero *Anthurium*<sup>24</sup>.

Todos os bordos apresentam-se fletidos para face abaxial, tal como observado em outros estudos com espécies de *Philodendron*. A presença de câmaras subestomáticas no bordo foliar, além da ausência de lacunas de aerênquima são relatadas na literatura<sup>26</sup>, características observadas em todas as espécies analisadas.

A presença de colênquima angular, observado em todas as espécies estudadas, é relatada para diversos grupos da família Araceae, entretanto apresentando diferentes padrões de distribuição que são taxonomicamente muito úteis. A subfamília Philodendroidae pode ser sustentada, além de dados moleculares, pela presença de um

colênquima formando uma faixa contínua em torno do perímetro do órgão<sup>27</sup>, como visualizado em *P. oblongum*. Este padrão apresenta variações, podendo a faixa de colênquima ser interrompida por tecido fundamental, como intrusões de parênquima clorofiliano que são observadas em *P. corcovadense* e *P. cordatum*. Os padrões de distribuição de colênquima apresentam-se iguais na bainha peciolar e no pecíolo de cada espécie estudada. Três padrões de colênquima peciolar em Araceae foram relatados na literatura<sup>10</sup>. Nas espécies analisadas o padrão encontrado é o “filodendróide”<sup>10</sup>. Cabe ressaltar, que somente em *P. oblongum* o colênquima se apresentou com uma faixa contínua sem interrupções de parênquima, sendo este caráter um possível importante indicador nas relações infragenéricas, havendo necessidade de maiores investigações.

Foi registrada a presença de hipoderme na folha de *Philodendron crassinervium*<sup>28</sup>, embora incomum em Araceae<sup>9</sup>. Entretanto, hipoderme pode ser observada no pecíolo, externamente ao parênquima clorofiliano, como em *P. corcovadense*.

A subfamília *Philodendroideae* possui grande variação quanto à presença e distribuição de feixes vasculares e cavidades de ar<sup>27</sup>.

O padrão de vascularização do eixo foliar (bainha, pecíolo e nervura principal) das espécies estudadas, é o mesmo descrito para o gênero<sup>9</sup>, com os feixes aleatórios por toda extensão do órgão. A presença de uma calota de fibras junto ao floema raramente junto ao xilema é também descrito por outros autores<sup>9</sup>. Em outra espécie de Araceae, *Montrichardia linifera*, as paredes celulares das células que compõem a bainha dos feixes vasculares da bainha foliar são mais espessas nos feixes periféricos, do que aquelas encontradas nos feixes localizados na região central<sup>26</sup>. Tal situação é observada no eixo foliar de todas as espécies estudadas.

A estrutura anatômica da face abaxial da nervura principal de *Philodendron corcovadense* e *P. cordatum* é a mesma descrita para o pecíolo de *Dieffenbachia picta*<sup>29</sup>, com o colênquima alternado com câmaras subestomáticas e parênquima clorofiliano.

As Araceae são em geral consideradas plantas mesófitas<sup>30</sup>, o que pode ser constatado no presente estudo pelo fato do mesofilo apresentar-se dorsiventral e pela presença de lacunas de ar. *P. oblongum* apresenta arranjo mais compacto, e sem a presença de cavidades de ar conspícuas, que podem estar relacionados com o hábito epifítico desta espécie, e portanto com menor disponibilidade de água.

A presença de nectários extraflorais em Araceae é citada na literatura para espécies do gênero *Philodendron*<sup>31,32</sup>. Tecidos secretores do nectário podem se limitar à epiderme ou podem encontrar-se em células situadas camadas abaixo, e ainda apresentam cutícula<sup>33</sup>,

como ocorre em *P. cordatum* e *P. oblongum*. Há estudos reportando a presença de possíveis nectários extraflorais em diversos grupos de Araceae<sup>2</sup>, e relata ainda que podem ser encontrados até mesmo no perfilho, como observado em *P. cordatum* e *P. oblongum*. Os nectários extraflorais fornecem recursos para animais, quase sempre formigas, defendendo a planta contra herbivoria<sup>34</sup>.

Outros mecanismos relacionados com a defesa da planta, como presença de compostos fenólicos, cristais de oxalato de cálcio e ductos resiníferos, são reportados para as Araceae, e encontrados nas espécies analisadas. A frequente presença de idioblastos encerrando compostos fenólicos sempre na bainha do feixe vascular pode ser um caráter diagnóstico útil, pois é verificado não só nos feixes vasculares da folha, como também do caule de *Philodendron*.

Do ponto de vista taxonômico, a presença, distribuição e tipos de cristais de oxalato de cálcio foram estudados para as monocotiledôneas<sup>35</sup>, e relataram que cristais de oxalato de cálcio em Araceae podem estar voltados para dentro da cavidade de ar, sendo freqüentemente ráfides e drusas. Esta relação pode estar associada com a formação das cavidades de ar, e cita que em folhas jovens de *Typha angustifolia*, idioblastos encerrando cristais de ráfide circunscrevem o tecido parenquimatoso que se romperá para formar as cavidades de ar<sup>35</sup>. Ráfides são típicas de órgãos foliares de monocotiledôneas<sup>36</sup>. Idioblastos encerrando ráfides apresentam diversas formas em Araceae<sup>36</sup>. Os tipos *biforines*, que são aqueles que apresentam o idioblasto com parede espessada e em forma de torpedo, apresentam maior espessamento em *Philodendron* subg. *Meconostigma*, como visualizado em *P. corcovadense*. Tipos *biforines* estão classificados como um subgrupo dentro do grupo que apresenta idioblastos em forma de torpedo, geralmente com paredes celulares delgadas, observado em *P. cordatum* e *P. oblongum*. Convém ressaltar que exceções podem ser observadas. Idioblastos cristalíferos classificados como não modificados são observados no mesofilo das espécies aqui estudadas.

Nas espécies analisadas, bem como observado em outros estudos para o gênero, características importantes para a família foram observadas, como a presença do colênquima angular, locação e tipos de idioblastos cristalíferos, presença ou não de bainha fibrosa em determinados feixes, normalmente associada ao floema. Este último parece ser um caráter importante, tendo em vista que também é visualizado nos caules, não só de *Philodendron*, mas de outros grupos dentro das Araceae. A marcante presença de idioblastos encerrando compostos fenólicos nas células da bainha do feixe pode se tornar um importante caráter caso confirmado em estudos mais abrangentes. A cutícula estriada

ocorrem em todas as espécies analisadas, e são relatadas também para outros grupos da família. Este tipo de estriamento é semelhante aos encontrados em outros grupos como as plantas vasculares sem sementes e gêneros das eudicotiledôneas, como *Hibiscus*<sup>37</sup>. Portanto, é um caráter que deve ser analisado cuidadosamente para utilização dentro da sistemática. Mesmo a pequena variação encontrada nas paredes anticlinais das células epidérmicas, sendo reta ou levemente onduladas são relatadas na literatura e utilizadas na taxonomia da família. Os tipos estomáticos possuem arranjo semelhante aos propostos para diversos grupos de monocotiledôneas<sup>38</sup>. Este autor analisou o desenvolvimento do complexo estomático do ponto de vista taxonômico e propôs diversos padrões de formação e organização dos estômatos para as monocotiledôneas.

## CONCLUSÕES

Análises anatômicas em caules e raízes de espécies de *Philodendron*<sup>11,12</sup>, demonstram que os subgêneros *Philodendron* e *Meconostigma* apresentam-se anatomicamente mais semelhantes, o que é corroborado no presente estudo, indicando que o subgênero *Pteromischum*, é mais distinto que os demais, também observado quando se analisa outros caracteres vegetativos.

A distribuição do colênquima entre os subgêneros deve ser analisada, para confirmação de que o padrão observado em *Pteromischum* é contínuo dentro do subgênero e distinto dos demais.

Quanto às substâncias ergásticas, como amplamente observado para a família, notou-se a presença de inúmeros cristais de oxalato de cálcio, podendo apresentar-se como ráfides, drusas, areia cristalífera ou cristais prismáticos, em todas as espécies. Estes cristais constituem uma importante defesa contra herbivoria, e podem representar algum nível de toxicidade para estas plantas, como relatado para família em *Diffenbachia picta*, conhecida como “comigo-ninguém-pode”. Os compostos fenólicos são observados na epiderme e em células do parênquima fundamental, também úteis para defesa contra herbivoria.

## REFERÊNCIAS

1. Govaerts R, Frodin D. World Checklist and bibliography of Araceae (and Acoraceae). London: Royal Botanic Gardens Kew. 2002 p. 1-560

2. French JC. Vegetative anatomy. In: Mayo SJ, Borgner J, Boyce PC. The genera of Araceae. Kew: Royal Botanic Gardens; 1997. p. 9-24.
3. Roy S, Dutta CM, Paul SB. Antibacterial activity of Araceae: an overview. Int J Res Ayur and Pharm. 2013; 4(1):15-7.
4. Arditti J, Rodriguez E. *Dieffenbachia*: Uses, abuses and toxic constituents: A review. Journal of ethnopharmacology. 1982; 5(3): 293-302.
5. Mayo SJ. Observations of gynoecial structure in *Philodendron* (Araceae). Bot. J. Linn. Soc. 1989; 100:139-172.
6. Grayum MH. Evolution and Phylogeny of the Araceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 1990; 77:628-697.
7. Ottobelli I, Facundo VA, Zuliani J, LUZ CC, Braga, HOB, Militão JSLT, Braz-Filho R. Estudo químico de duas plantas medicinais da amazônia: *Philodendron scabrum* K. Krause (Araceae) e *Vatairea guianensis* aubl. (Fabaceae). Acta Amaz. 2011; 41(3): 393-400.
8. Yoshikawa K, Kishi K, Arihara, S. Limonoids and protolimonoids from the fruits of *Phyllodendron amurense*. Phytochemistry. 1992; 31: 1335-1338.
9. Keating RC. Anatomy of the monocotyledons. IX. Acoraceae and Araceae. Oxford: Clarendon Press ; 2003. 327p.
10. Gonçalves EG, Paiva EAS, Coelho MAN. A preliminary survey of petiolar collenchyma in the Araceae. Annals of the Missouri Botanical Garden. 2004; 91(3): 473-484.
11. Tenorio V, Sakuragui CM, Vieira RC. Stem anatomy of *Philodendron* Schott (Araceae) and its contribution to the systematics of the genus. Plant Systematics and

Evolution. 2012; 298(7): 1337-1347.

12. Tenorio V, Sakuragui CM, Vieira RC. Structures and functions of adventitious roots in species of the genus *Philodendron* Schott (Araceae). *Flora*. 2014; 209(10): 547555.
13. Gauthier MPL, Barabe D, Bruneau A. Molecular phylogeny of the genus *Philodendron* (Araceae): delimitation and infrageneric classification. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2008; 156(1): 13-27.
14. Ruzin SE. *Plant microtechnique*. Iowa: The Iowa State College Press; 1999. 228p.
15. Johansen DA. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc; 1940. 523p.
16. Burger LM, Richter HG. *Anatomia da Madeira*. São Paulo: Nobel. 1991. 154p.
17. Bukatsch F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranina. *Mikrokosmos*. 1972; 61(8):225.
18. Reeve RM. Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. *Stain Technology*. 1951; 26(2): 91-96.
19. Howarth W, Warne LGG. *Practical Botany for the Tropics*. London: University of London Press; 1959. 238 p. il.
20. Purvis MJ, Collier DC, Walls D. *Laboratory techniques in botany*. Butterworths, London; 1964. p. 152.
21. Cohen AE. Critical point drying-principles and procedures. In: HARE AMF. *Preparation of Biological Specimens for Scanning Electron Microscopy*. Scanning Electron Microscopy Inc. 1984. p. 303–323.
22. Alquini Y, Bona C., Boeger MRT, Costa CG, Barros CF. Epiderme. In: Apezatoda-Glória B, Carmello-Guerreiro SM. *Anatomia Vegetal*. 2a. ed. Viçosa, UFV; 2006. p. 87-107.

23. Keating RC. Leaf anatomical characters and their value in understand morphoclines in the Araceae. *Botanical Review*. 2002; 68(4): 510-523.
24. Mantovani A, Pereira TE. Comparative anatomy of leaf and spathe of nine species of *Anthurium* (section Urospadix, subsection Flavescebtiviridia) (Araceae) and their diagnostic potential for taxonomy. *Rodriguésia*. 2005; 56(88): 145-160.
25. Potiguara RCV, Nascimento ME. Contribuição a anatomia dos órgãos vegetativos de *Heteropsis jenmani* Oliv. (Araceae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 1994; 10(2): 237-247.
26. Macedo EG, Santos Filho BGS, Potiguara RCV, SANTOS DSB. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 2005; 1(1): 19-43.
27. Keating RC. Vegetative anatomy data and its relationship to a revised classification of the genera of Araceae. *Ann. Missouri Bot. Gard*. 2004a; 91: 485-494.
28. Mantovani A. Leaf morpho-physiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradient in a Brazilian Rain Forest. *Selbyana*. 1999; 20(2): 241-249.
29. Ferreira LS, Marsola FJ, Teixeira SP. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Dieffenbachia picta* Schott (Araceae) com ênfase na distribuição de cristais, laticíferos e grãos de amido. *Rev. bras. farmacogn*. 2006; 16: 664-670.
30. Benzing DH. Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. *Quart. Rev. Biol*. 1973; 48(2): 278-290.
31. Coelho MAN. *Philodendron* Schott (Araceae): Morfologia e taxonomia das espécies da reserva ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*. 2000; 56(78/79): 21-68.

32. Sakuragui CM. Taxonomia e Filogenia das espécies de *Philodendron* seção *Calostigma* (Schott) Pfeiffer no Brasil. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998
33. Esau K. Anatomia das plantas com semente. São Paulo: Edgard Blücher. 1974. 293 p.
34. Nicolson SW, Nepi M, Pacini E. Nectaries and nectar. Springer, 2007. 395 p.
35. Prychid CJ, Rudall PJ. Calcium Oxalate Crystals in Monocotyledons: A Review of their Structure and Systematics. *Annals of Botany*. 1999; 84: 725-739.
36. Haberlandt G. Physiological plant anatomy. London: Macmillan & Co. Ltd.; 1928. 777 p.
37. Keating RC. Systematic occurrence of raphide crystals in Araceae. *Ann. Missouri Bot. Gard*. 2004b; 91: 495-504.
38. Rocha JF, Neves LJ. Anatomia foliar de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae). *Rodriguesia*. 2000; 51:113–132.
39. Tomlison PB. Development of the stomatal complex as a taxonomic character in the monocotyledons. *Taxon*. 1974; 23(1): 109-128.

ORIGINAL

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA  
PRODUÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO**

WASTE REUSE OF BIODIESEL PRODUCTION IN THE ECOLOGICAL BRICK  
PRODUCTION

*Mayara Lisboa Santos<sup>1</sup>; Cristiane Siqueira Pereira<sup>2</sup>; Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadão<sup>3</sup>; Thiago do Nascimento Soares<sup>4</sup>; Juliana Cabral Barbosa Silva<sup>5</sup>; Thainara de Lima Fonseca<sup>6</sup>*

1. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica (UFF/VR). Email: mayaralis.quimica@gmail.com (**autor de correspondência**).
2. Doutoranda da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Professora da Universidade Severino Sombra (USS).
3. Pós Doutora em Resíduos Sólidos, Professora Adjunta da Universidade Federal Fluminense (UFF), do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB) e Pesquisadora do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade Veiga de Almeida (UVA).
5. Graduando de Engenharia Civil do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB).
6. Graduanda de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB).

## **RESUMO**

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis e produzido a partir da reação de transesterificação entre óleos vegetais puros ou usados e um álcool. O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma oleaginosa que possui um alto teor de óleo com características favoráveis para a produção do biodiesel. Como consequência da extração de seu óleo, toneladas de torta são produzidas como coproduto. O tijolo ecológico difere do tijolo tradicional e apresenta muitas vantagens na sua utilização, tais como: economia de 30 a 50% do custo total da construção e dispensa a queima, além de oferecer isolamento acústico e térmico. Este trabalho avalia a utilização da torta do pinhão manso para a fabricação de tijolo ecológico, tornando-se uma alternativa para a construção de moradias, juntamente com a preservação ambiental, evitando a escassez dos recursos naturais.

**Descritores:** Pinhão manso, tijolo ecológico, resíduos.

## **ABSTRACT**

Biodiesel is a biodegradable fuel derived from renewable sources and produced from the transesterification reaction between pure or used vegetable oils and an alcohol. The jatropha (*Jatropha curcas* L.) is oil that has high oil content with favorable characteristics

for the production of biodiesel. As a result of the extraction of its oil, tons of pies are produced as byproduct. The ecological brick differs from traditional brick and has many advantages in their use, such as: economy 30-50 % of the total cost of construction and does not require burning, and provides acoustic and thermal insulation. This study evaluates the use of jatropha pie for the manufacture of ecological brick, becoming an alternative to housing construction, along with environmental preservation, avoiding the scarcity of natural resources.

**Descriptors:** Jatropha, ecological brick, waste.

## INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis e produzido a partir da reação de transesterificação entre óleos vegetais puros ou usados ou gordura animal com um álcool.<sup>1</sup> Com o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o Governo Federal estabeleceu a inserção do biodiesel na matriz energética, sendo obrigatória a partir de 2008, a adição de um percentual de biodiesel ao diesel. O PNPB incentiva a produção e o uso sustentável do biodiesel a partir do cultivo de diferentes oleaginosas, possibilitando a criação de empregos e renda no campo, contribuindo para o desenvolvimento regional e a inclusão social dos agricultores.<sup>2</sup> Dentre essas oleaginosas, destaca-se o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), uma Euphorbiacea perene, originária da América Central, mas amplamente distribuída no mundo.<sup>3</sup>

A produção de biodiesel gera um grande volume de torta como coproduto da extração do óleo. No caso do pinhão manso, a torta é o produto resultante do tratamento dos grãos de pinhão-manso para a retirada do óleo.<sup>4</sup> Considerando a produção de 4.000 kg/ha de grãos e uma taxa de extração de óleo de 30%, para cada hectare plantado de pinhão-manso seria possível produzir cerca de 2.800 kg de torta (EMBRAPA, 2013).

Sendo assim, a utilização da torta do pinhão manso para a fabricação do tijolo ecológico é uma questão que concilia funcionalidade, preocupação com o meio ambiente e uma estreita relação entre o custo e o benefício. Há várias tecnologias alternativas<sup>5</sup> para a construção de moradias, visto que se tem, hoje em dia, uma maior preocupação com a necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais. Tudo isso contribuiu para que a construção civil passasse a adquirir novos conceitos<sup>6</sup>

buscando soluções técnicas que visem à sustentabilidade de suas atividades. É indiscutível a importância da busca por exemplos de arquitetura mais sustentáveis<sup>7</sup>.

Diante disso, este trabalho descreve a produção de tijolos ecológicos<sup>8</sup>, que para sua fabricação não se utiliza de queima e sim de uma mistura de solo, cimento e água. Objetivou-se no estudo avaliar a adição da torta do pinhão manso em sua produção, funcionando como substituto do solo<sup>9</sup>, recurso natural não renovável.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Durante a execução deste trabalho foram moldados tijolos ecológicos constituídos de solo, cimento, água e torta do pinhão manso. Os solos e o resíduo utilizado<sup>10</sup> foram caracterizados de acordo com a norma. Os ensaios foram realizados sob condições controladas, no Laboratório de Materiais de Construção do UGB/FERP campus de Barra do Piraí - RJ.

O solo utilizado é proveniente da Região Sul Fluminense, interior do Estado do Rio de Janeiro e foi misturado aos demais componentes da mistura com o auxílio de uma betoneira, a qual proporcionou a homogeneidade da mistura, conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1 - Sequência da mistura dos componentes do tijolo ecológico.

O procedimento de fabricação do tijolo ecológico ocorreu com a utilização da prensa hidráulica ECO PREMIUM 2700, da empresa ECO MÁQUINAS<sup>11</sup>, a qual possui uma caixa carregadora, caixa molde com matriz aquecida e uma parte móvel que realiza compactação de 6 toneladas.

A caixa carregadora, com sua movimentação horizontal, é responsável por transportar a mistura (solo, cimento, água e torta do pinhão manso) do recipiente de armazenamento para a caixa molde com matriz aquecida.

A partir do momento em que a mistura já se encontra na matriz aquecida, iniciase o procedimento de moldagem do tijolo, onde a parte móvel, em um movimento vertical,

realiza uma compactação de 6 toneladas, imprimindo ao tijolo ecológico sua forma final, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Moldagem do tijolo ecológico.

Após o procedimento de moldagem do tijolo realizou-se o período de cura (28 dias) para garantir a reatividade do cimento e a obtenção da máxima resistência do tijolo, conforme recomendado pela norma NBR 10834 [12]. Durante este processo, os tijolos são molhados intensivamente nas primeiras 6 horas, após sua confecção e periodicamente por 7 dias. Durante este período, até o momento do ensaio de compressão, os tijolos são cobertos com lona plástica, para manter a umidade presente e evitar a saída rápida de água, por evaporação, garantindo assim, a cura homogênea dos tijolos.

Para a realização dos ensaios de compressão, os corpos de prova são preparados de acordo com os seguintes passos: o tijolo é cortado ao meio e perpendicularmente à sua maior dimensão; as metades obtidas são sobrepostas com as superfícies cortadas invertidas; as metades são ligadas por fina camada de pasta de gesso; a metade superior recebe uma fina camada de gesso, garantindo ao tijolo, uma superfície lisa e homogênea; o conjunto é deixado em repouso por 24 horas.

Após esta etapa, os corpos de prova são centralizados sobre o prato inferior da máquina, garantindo que a aplicação da carga ocorra de maneira uniforme até o momento de ruptura, conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3 - Ensaio de compressão dos corpos de prova.

## RESULTADOS

Os resultados de resistência à compressão após o ensaio de compactação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos no ensaio de compressão do tijolo ecológico.

<b>Componentes</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-3</b>	<b>T-4</b>	<b>T-5</b>
<b>Cimento (L)</b>	5	6,25	3	5,5	6
<b>Solo argiloso (L)</b>	25	25	8	25	16
<b>Solo arenoso (L)</b>	15	25	8	20	16
<b>Pinhão manso (L)</b>	-	-	3	-	8
<b>Água (L)</b>	5	5,2	5	5,1	5,3
<b>Resistência à 28 dias (Mpa)</b>	2,4	2,0	1,8	2,8	1,9

Os resultados obtidos para resistência à compressão, após 28 dias de cura, estão acima de 1,7 MPa, valor recomendado pela norma NBR10834 (ABNT, 1994). Observase através dos resultados, que as amostras sem adição da torta de pinhão manso apresentaram melhor comportamento mecânico, com maior resistência à compressão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente o setor da construção civil é responsável por grande parte do consumo de recursos não renováveis. A utilização do tijolo ecológico no setor, além de diminuir a poluição atmosférica, também favorece o reaproveitamento de resíduos, que seriam descartados em aterros sanitários. Diminuindo assim, a extração de solo e aumentando a vida útil dos aterros.

Os ensaios com a utilização de torta de Pinhão Manso, resíduos do setor energético, na confecção dos tijolos ecológicos demonstraram que sua fabricação é viável tecnicamente, resultando em valores de resistência à compressão acima de 1,7 MPa, conforme recomendado pela norma NBR10834. Os tijolos moldados apresentaram bom comportamento mecânico com compactação a 6 toneladas e adesão das partículas após o período de 28 dias de cura.

## REFERÊNCIAS

1. SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; VINHAS, L.C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335. 2009.
2. ANDRÉO SOUZA, Y.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.S.; REIS, R.C.R.; VANGELISTA, M.R. V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010.
3. OVANDO-MEDINA, I.; ESPINOSA-GARCÍA, F. J.; NÚÑEZ-FARFÁN, J. S.; SALVADOR-FIGUEROA, M. State of the art of genetic diversity research in *Jatropha curcas*. *Scientific Research and Essays*, Lagos v. 6, n. 8, p. 1709-1719, 2011.
4. EMBRAPA AGROENERGIA. RODRIGUES, C.M.; ABDELNUR, P.V. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anais do Simpósio Destoxificação e aproveitamento das tortas de pinhão-manso e mamona: Anais. Brasília, DF. 2013.
5. PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
6. SOUZA SANTOS, P. *Ciência e Tecnologia de Argilas*, 2ª Edição, Vol. I, Edgard Blücher, S. Paulo, p.408. 1992.
7. BIOLO, S. M. Reuso do resíduo de fundição areia verde na produção de blocos cerâmicos. 146f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia mineral e metalurgia extrativa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS, Porto Alegre. 2005.
8. WEDDINGTON, V.L.; MOBLEY, C.E. Influence of sand surface chemistry on bonding. *American Foundrymen's Society Transactions*, v. 99, p. 825-870, 1991.
9. SANTOS, P. S. *Ciência e Tecnologia de Argilas*, Vol.1, 2ªEd., Edgard Blücher Ltda., S. Paulo. 1989.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT. NBR 10.004. Resíduos sólidos – Classificação Segunda edição Rio de Janeiro, RJ. 2004.
11. ECO MÁQUINAS. APRESENTAÇÃO TÉCNICA. LINHA: ECO PREMIUM 2600 E 2700 CH-MA. 2014
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT.

ORIGINAL

## ANÁLISE E MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO COM FOCO NOS OBJETIVOS DA OPERAÇÃO

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF PLANT LAYOUT WITH FOCUS ON  
OPERATION'S OBJECTIVES

Max Fernandes Barbosa<sup>1</sup>, Maurício Nahid Leitão<sup>2</sup>, Carlos Eduardo Moreira Guarido<sup>3</sup> e  
Luís Eduardo Terra de Almeida<sup>4</sup>

1. Engenheiro de Produção. Graduado pela Universidade Iguazu (UNIG). E-mail: [maxabx0@hotmail.com](mailto:maxabx0@hotmail.com) (**Autor de Correspondência**)
2. Engenheiro de Produção. Mestre em Tecnologia (CEFET-RJ). Professor da Universidade Iguazu (UNIG).
3. Engenheiro Químico. Doutor em Engenharia Química (UFRJ). Professor da Universidade Iguazu (UNIG).
4. Engenheiro Químico. Doutor em Química (UFF). Professor da Universidade Iguazu (UNIG).

**Conflitos de interesse:** não há **Fontes de financiamento:** não há

### RESUMO

Este estudo tem como principal objetivo analisar e propor diferentes projetos de arranjo físico para uma fábrica, de acordo com os objetivos da operação, levando em consideração aspectos como segurança, fluxo claro e gerenciabilidade. Através da aplicação do método de Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout foi possível combinar os objetivos específicos da operação e os objetivos gerais de um bom arranjo físico, de modo a fornecer à organização o diferencial estratégico e competitivo de que precisa para atuar no mercado.

**Descritores:** Arranjo físico, Estratégia Operacional, Planejamento Sistemático e Simplificado de *Layout*.

## ABSTRACT

This study aims to analyze and propose different projects for the plant layout in accordance with the objectives of the operation, taking into consideration aspects such as safety, manageability and clear flow. Through the application of the Simplified Systematic Layout Planning toolbox it was possible to combine both the specific organization's objectives and the general objectives of a good layout to, provide to the organization the necessary strategic and competitive capabilities to operate into its market.

**Descriptors:** Physical arrangement, Operational Strategy, Simplified Systematic Layout Planning

## INTRODUÇÃO

Na busca por manter-se no mercado atual, as empresas precisam de projetos bem planejados de arranjo físico e que atendam suas necessidades presentes, sem comprometer futuras e eventuais mudanças que possam ocorrer devido às demandas de mercado ou estratégias internas. Sejam elas, diminuição dos custos, menor tempo de processo ou criação de um novo produto, que provocará mudanças em suas instalações de produção.

Neste contexto decisões na etapa de criação de uma nova fábrica, ou a renovação do arranjo físico de uma já existente, tem consequências em longo prazo, não só no custo, como também na capacidade de produzir da organização.

Planejar o *layout* da instalação significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam nos prédios.<sup>1</sup>

Pelo exposto, levando em conta a decisão sobre do arranjo físico, esta pesquisa está direcionada para definir se um projeto de arranjo físico atual pode ser melhorado através do Planejamento Sistemático e Simplificado de *layout*, fornecendo a empresa o combustível necessário para competir no mercado.

Logo, com a garantia e segurança de que a instalação de manufatura, comprometida com longa data atenderá os objetivos da organização, temos então, um cenário empresarial futuro mais seguro e gerenciável, que irá gerar vantagens competitivas para superar seus concorrentes.

## MÉTODOS

Esta pesquisa utilizará toda a população de setores de forma macro, atendendo a ligações interdepartamentais e não se atendo em detalhes ao projeto de trabalho de células de produção. Também não será abordado de forma detalhada as características construtivas do *layout* proposto e atual, tais como tipo de piso, tipo de estrutura e detalhes dos dispositivos de manuseio de materiais, apesar de sua importância restritiva, uma vez que, o *layout* deve estar integrado ao sistema de manuseio de materiais.<sup>2</sup>

Primeiramente foram coletados dados da operação, que tornaram possível a realização do detalhamento do processo atual utilizado pela fábrica, suas etapas de operação, tempo de estoque em processo, planta baixa, tempo das operações, entre outros. A análise do processo foi realizada através do diagrama de fluxo do processo com valor agregado, binômio volume x variedade<sup>3</sup>. Neste contexto, essa pesquisa operou com dados quantitativos.<sup>4</sup>

Na segunda etapa foram levantadas às estratégias pertinentes a organização, características e particularidades à nível de fábrica e que objetivos a operação deve alcançar. Essa atividade foi realizada através de entrevistas com cargos de supervisão e gerencia, com a finalidade de identificar necessidades e estratégias que não podem ser deixadas de lado, nem podem ser quantificadas, mas que irão influenciar no projeto do arranjo final. Neste ponto esta pesquisa é de caráter qualitativo.<sup>4</sup>

A identificação de todas as atividades operacionais como sendo de valor agregado em oposição a inspeções, armazenamento, esperas e transporte, que não agregam valor nos permite determinar a percentagem de valor agregado às atividades totais.<sup>5</sup>

Essa análise resultará em dados que afunilarão a escolha entre os tipos de processo de manufatura com foco no processo, produto e posição fixa. Quando temos menor valor agregado à escolha por um processo de produção por processo é mais vantajosa, outrora se tivermos um percentual maior de valor agregado tenderemos a um modelo de processo voltado para o produto.

Na terceira etapa após a identificação do processo de manufatura, foram contemplados a realização da análise do arranjo físico, utilizando técnicas de Planejamento Sistemática e Simplificado de *Layout* e/ou técnicas de análise de arranjo físico, tanto no *layout* atual quanto no novo escolhido, manipulando dados como localização física de setores, a fim de investigar os efeitos de novos de projetos de arranjo

físico em outras variáveis como tempo de transporte. Neste ponto essa pesquisa é de caráter experimental.

O método Planejamento Sistemático e Simplificado de *Layout* – SSLP apresentou de forma ordenada, deixando claro ao projetista com pouca experiência, a sequência ordenada dos passos a serem seguidos, explicitando as saídas de cada passo, respectivamente, diagrama de relações, estabelecimento de necessidade de espaço, desenho de *layout* de relações de espaço e avaliação de alternativas.

## RESULTADOS & DISCUSSÃO

Fundamental para o início deste estudo é descrever a atuação de cada setor dentro da fábrica e o processo utilizado na fabricação, através de dois fluxogramas, um simplificado e outro com a cadeia de decisões, que ajudarão a entender o funcionamento da produção.

- ✓ **Rotulagem** – setor responsável por receber e rotular todas as embalagens utilizadas na fábrica.
- ✓ **Estoque de matéria prima** – é de responsabilidade deste, receber e armazenar as matérias primas utilizadas no processo.
- ✓ **Pesagem** – responsável por quantificar as porções necessárias para as fórmulas que vão ser processadas, através de balanças localizadas no piso.
- ✓ **Misturador e envasador** – área responsável por grande parte do processo de produção, onde estão contidos os tanques de inox regulamentados pelo órgão competente, máquinas de envase e também onde são realizados encaixotamentos.
- ✓ **Laboratório e escritório** – setor responsável pela supervisão, coordenação da produção e inspeções de controle de qualidade, realizadas através de amostragem em cada uma das bateladas produzidas.
- ✓ **Área de produtos acabados aprovados** – é de responsabilidade desta área manter em espera os produtos que aprovados, até que sejam transportados para o estoque de produtos acabados.
- ✓ **Retenção** – setor responsável por reter amostras retiradas das bateladas por um longo período de tempo, a fim de se manter informações dos produtos que estão no mercado em caso de reclamações do serviço de apoio ao cliente ou futuras pesquisas.
- ✓ **Estoque de produtos acabados** – responsável por armazenar, organizar e expedir os produtos acabados da fábrica.

Nas Figuras I e II são apresentados os fluxogramas simplificados do processo e o com decisão, para proporcionar um melhor entendimento das células produtivas, observando seu funcionamento, comportamento e fluxo.

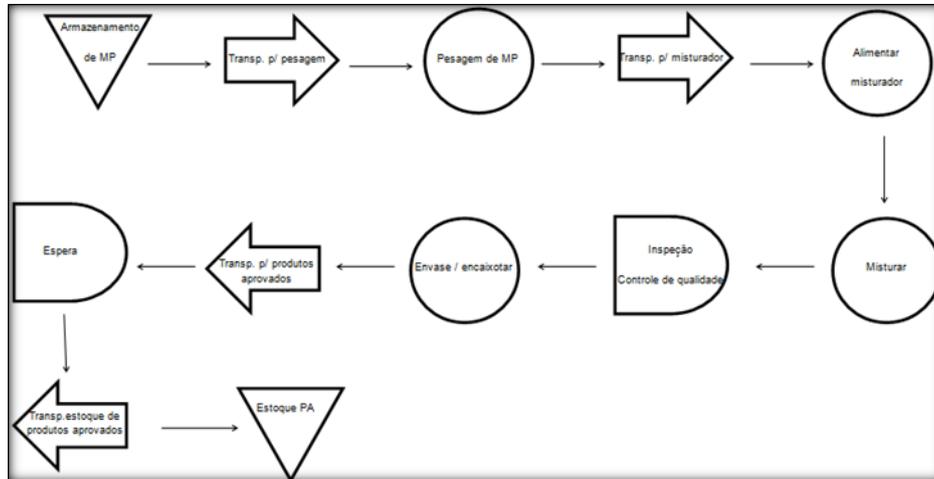


Figura I – Fluxograma simplificado do processo



Figura II – Fluxograma com decisões

Analisando o fluxograma que contém as decisões identificamos que se um produto (lote) não alcançou os parâmetros estabelecidos, são realizadas ações corretivas que nos remetem ao início do processo onde são adicionadas novas porções a fim de se obter a qualidade desejada e são retomadas as operações a montante. Uma vez aprovado este lote pelo laboratório é retida uma pequena porção deste, que permanece armazenada por dois anos, a fim de manter informações sobre o lote que podem ser utilizadas pelo serviço e apoio ao cliente e futuras pesquisas.

A fim de obter uma análise quantitativa foi empregado o gráfico *Binômio Volume X Variedade*, como apresentado na Figura III, de forma a delinear o tipo de processo utilizado, investigando o volume de produção e a variedade de produtos, que são determinísticos para o método utilizado pela organização.

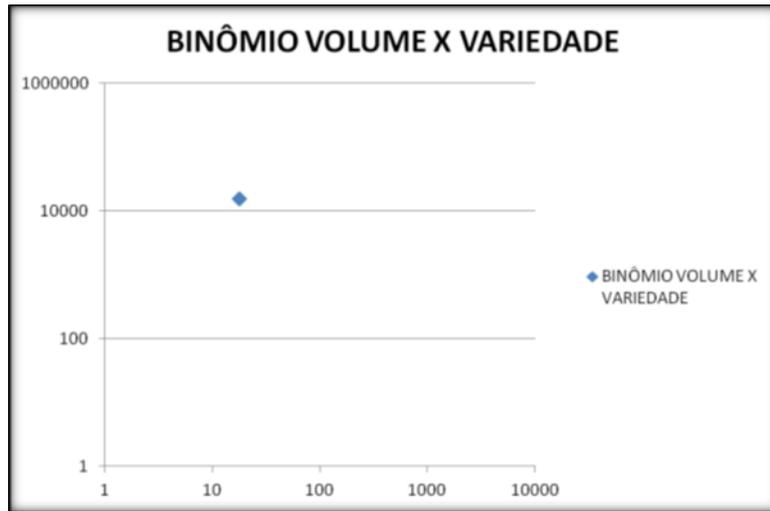


Figura III – Binômio Volume x Variedade

Há um volume grande comparado a variedade, apontando para um modelo de processo voltado para uma linha de produção com foco no produto, onde temos pouca especialização da mão de obra. Logo, exclui-se o tipo de processo por projeto e uma loja de trabalhos, que são classificados como modelos de produção com grande variedade e alto nível de serviços especializados.

Através das análises anteriores podem ser descartados os processos por projeto e de lojas de trabalho, devido aos níveis de volume e variedade. Contudo, há ainda duas alternativas, que são: a produção com foco no processo e com foco no produto.

Para identificar o modelo mais adequado, analisa-se então o diagrama do fluxo do processo, apresentado na Figura IV, com as distâncias e tempos utilizados para cada operação de produção, a fim de se investigar o tempo de valor agregado desta manufatura.

O alto percentual de tempo aplicado nas operações do processo, faz com que seja seguido o modelo de produção com foco no produto, determinando assim que o arranjo físico usual e devidamente adequado a esta organização é o arranjo físico por produto.

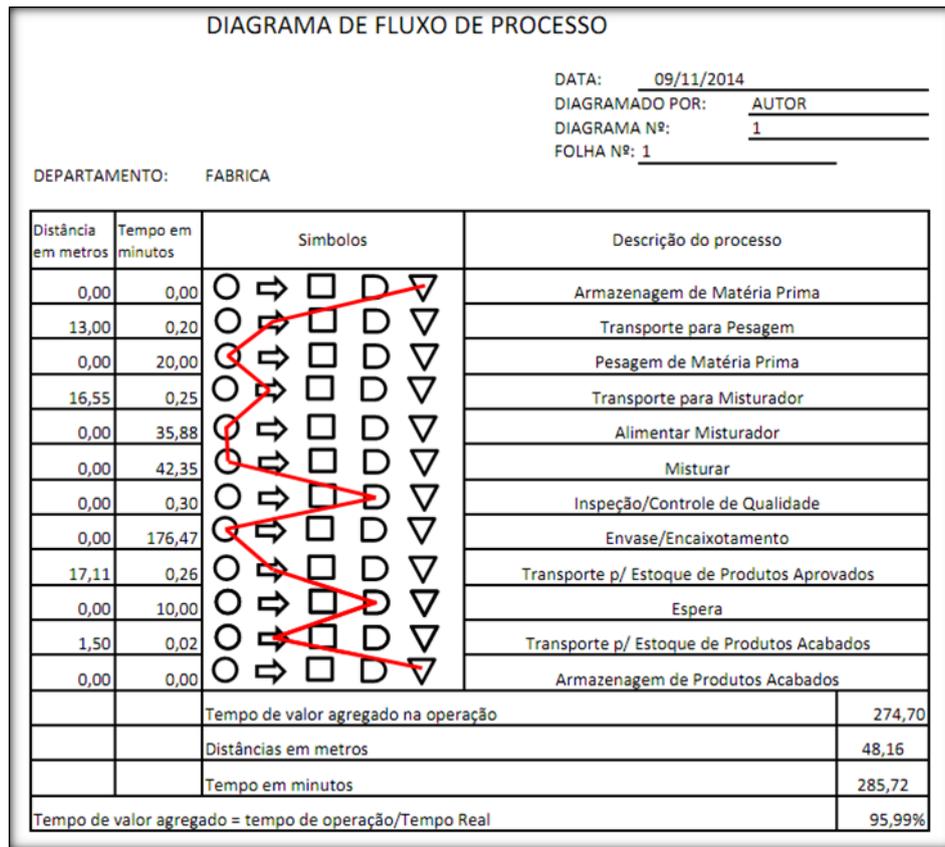


Figura IV – Diagrama do fluxo do processo

Uma vez delineado o modelo de processo usual, começamos a esboçar protótipos com diagramas de relações direcionados para os objetivos específicos da operação. Como ponto de partida, criou-se o diagrama de relações do modelo atual da organização, com os blocos respectivamente localizados em relação à planta, Figura V.

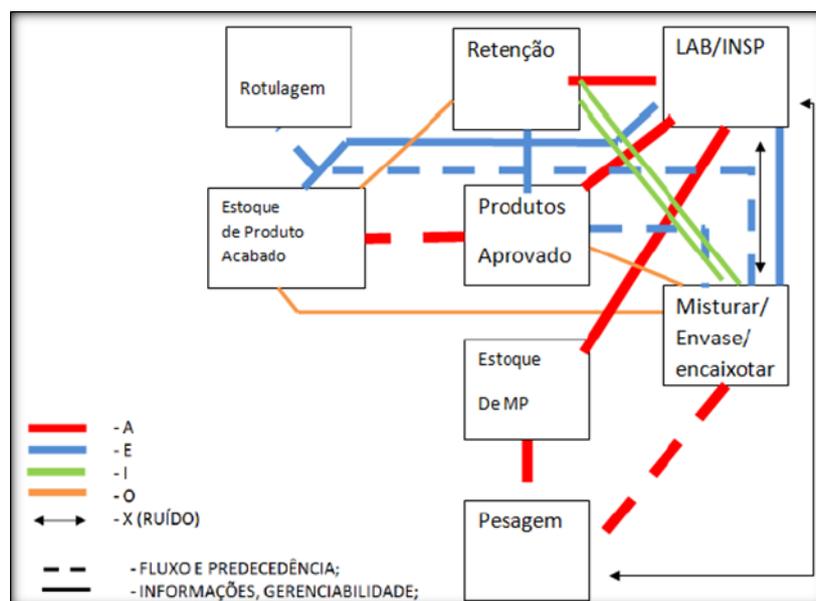


Figura V – Diagrama de relações – Atual

No primeiro momento foi escolhido como objetivo para o novo arranjo, diminuir o tempo de transporte e melhorar o fluxo físico. Na criação do diagrama de relações com blocos deste protótipo procurou-se primeiramente agrupar os setores que tinham essa relação, evitando cruzamentos das relações mais importantes “A”, “E” e “I”, redistribuindo o restante, respeitando as relações fundamentais, conforme Protótipo 1 (Figura VI).

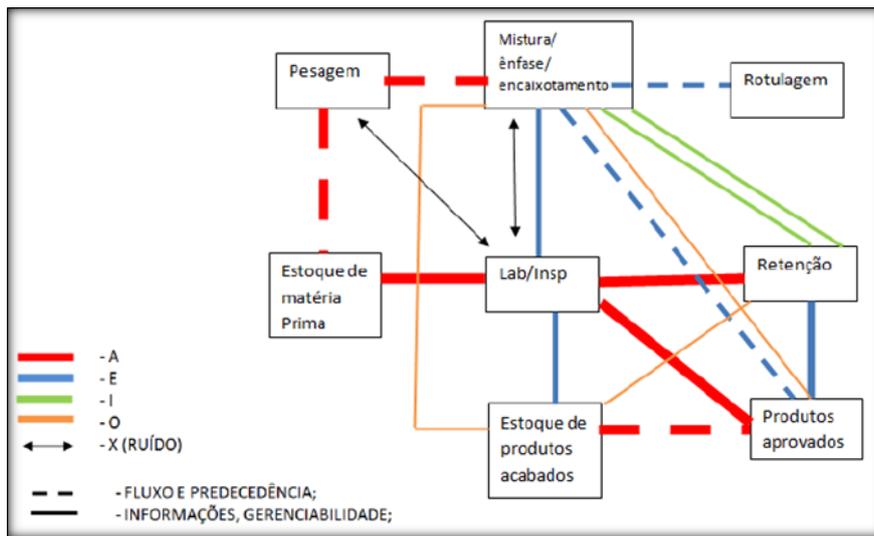


Figura VI – Diagrama de relações - Protótipo 1.

No segundo protótipo, protótipo 2, Figura VII, procurou-se adequar as restrições de local, objetivando distanciar ao máximo os setores com relações “x”, trazendo assim menor ruído para o Laboratório/Escritório. Na criação deste protótipo primeiramente foram colocados os blocos com relações “x” o mais distante possível, evitando cruzamentos das relações mais importantes “A”, “E” e “I”, redistribuindo o restante respeitando as relações fundamentais.

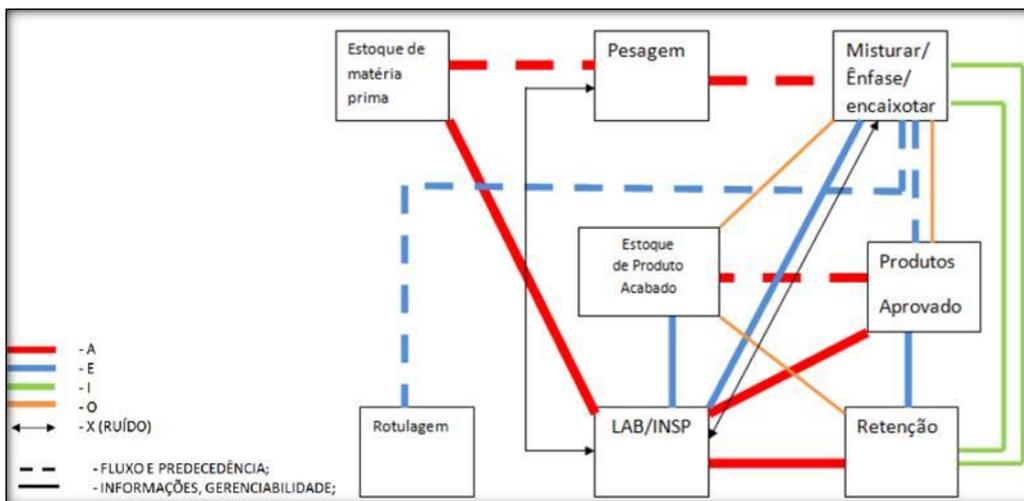


Figura VII – Diagrama de relações - Protótipo 2.

**Análise Comparativa: Protótipo 1 x Atual**

As características buscadas em cada protótipo foram comparadas ao arranjo atual, sustentando uma base quantitativa sólida. Comparados o tempo de transporte do protótipo 1 com o do arranjo atual os valores encontrados foram reportados na Tabela I.

Tabela I – Análise comparativa: protótipo 1 x atual – tempo de transporte.

	Transporte do Material			
	Protótipo 1		Atual	
	Distância (m)	Tempo (min)	Distância (m)	Tempo (min)
Total	43,77	285,66	48,16	285,72
Tempo de Transporte		0,66		0,72

Esse protótipo mostrou ser mais eficiente do ponto de vista quantitativo que o arranjo atual, uma vez que se obteve uma redução de 9,1% em relação ao tempo de transporte atual e, realizando uma análise mais cuidadosa do protótipo 1, observou-se que o fato de ser criado mais um corredor na área de mistura e envase melhorou o também o fluxo, uma vez que não se tem neste protótipo apenas uma rota de circulação.

Entretanto foi necessária uma redução do setor “Estoque de produtos Acabados” em 31,59m<sup>2</sup>, devido à restrição de espaço físico do galpão.

**Análise Comparativa: Protótipo 2 x Atual – restrição de proximidade**

As restrições de lugar podem englobar fatores térmicos, acústicos, mecânicos entre outros, logo, a proximidade entre setores administrativos e setores de produção com

essas características são indesejáveis. Então uma organização que deseja que sua operação busque essa característica deve procurar um arranjo que seja adequado.

O diagrama do arranjo físico de relações de espaço do protótipo 2 mostra que a menor distância entre os setores com relação “x”, no protótipo 2 é de 7,62 m, alcançando assim uma melhoria substancial com relação a esse objetivo estratégico proposto. Entretanto foi necessária uma redução do setor “Estoque de produtos acabados” em 31,59m<sup>2</sup>, devido à restrição de espaço físico do galpão.

### Análise Alternativa

Após uma análise quantitativa entre os protótipos e o arranjo atual, este tópico faz uma comparação entre os três arranjos, a fim de se ter um resultado geral de acordo com uma análise multicritério de características desejáveis a operação, como demonstrado na Figura VIII.

	<b>AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS</b>	Planta	SILIPLAST	
		Criado por	MAX FERNANDES	
		Data	17/11/2014	
<b>Descrição das Alternativas</b>				
A	protótipo 01	C	Atual	
B	Protótipo 02	D		
<b>Nº</b>	<b>Fator / Consideração</b>	<b>Peso</b>	<b>A</b> <b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>	<b>Observações</b>
1	Reduzir o custo de manuseio de materiais	4	I 2 A 4 O 1	O protótipo 02 teve uma maior redução de tempo de transporte
2	Adequar – se as restrições de lugar e do prédio	2	E 3 A 4 O 1	O protótipo 02 conseguiu obter maior distância nas dos setores com restrição 'X'
3	Permitir facilidade de supervisão	1	O 1 O 1 O 1	
4	Facilitar o fluxo	3	E 3 E 3 O 1	
5	Custo	5	I 2 O 1 A 4	O protótipo 01 pode utilizar a antiga área do laboratório para rotulagem visto que tem aproximadamente a mesma área
<b>TOTAIS</b>			34 39 30	
<b>Valores das Classificações:</b>		A	Quase Perfeito	4
		E	Especialmente Bom	3
		I	Resultados Importantes	2
		O	Resultados normais	1

Figura VIII – Avaliação de alternativas.

## CONCLUSÃO

A estratégia operacional busca encontrar os objetivos que, se alcançados, trarão não só a eficiência mais a eficácia operacional. Logo *layouts* modernos vêm sendo desenvolvidos, podendo proporcionar diversos resultados, como redução dos custos, flexibilidade e confiabilidade devido à diminuição dos espaços físicos de estoques, equipamentos menores e menores distâncias e tempos de atravessamento.

Logo devemos ter uma compreensão adequada dos objetos e estratégias das operações, bem como o processo utilizado para poder elaborar um arranjo físico adequado a essas características.

Nos dois protótipos elaborados foi alcançado o objetivo principal da operação se comparados separadamente, porém houve uma perda de espaço físico no setor “Estoque de produtos acabados”, contudo deve se entender que há diversas possibilidades e combinações a serem testadas até que se encontre a mais adequada e que atenda não só uma característica adotada pelo planejamento operacional mais uma gama delas. Neste sentido, uma análise multicritério, ajuda a selecionar a melhor escolha.

Através da análise do processo, concluiu-se que se tem neste modelo de manufatura um processo voltado para o produto. Logo o protótipo selecionado manteve essa origem, melhorando alguns aspectos.

## REFERÊNCIAS

1. GAITHER, N e FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.
2. AQUILANO, N. **Fundamentos da administração da produção**. 3.ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.
3. BARRY, R. **Administração de Operações**. 5.ed., Rio de Janeiro: LTC, 2001.
4. CERVO A. L.; ALCINO, P; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
5. LEE, Q. **Projeto de instalações e do local de trabalho**. São Paulo: IMAM, 1998.
6. MUTHER, R. e WHEELER, J. D. **Planejamento sistemático e simplificado de layout**. São Paulo: IMAM, 2000.
7. SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

**TRATAMENTO DE EFLUENTES EM REFINARIAS DE PETRÓLEO  
UTILIZANDO REATORES DO TIPO MBBR**  
PETROLEUM REFINERY WASTEWATER TREATMENT USING MBBR

Gustavo Neves Duarte<sup>1</sup>, Olavo Barbosa Filho<sup>2</sup>, Gandhi Giordano<sup>3</sup>, Ana Cláudia Figueiras Pedreira de Cerqueira<sup>4</sup>, Bianca Miguel de Souza<sup>5</sup>

1. Graduação em Engenharia Química, Engenheiro de Processamento na Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A. E-mail: [gunevesduarte@hotmail.com](mailto:gunevesduarte@hotmail.com) (**Autor de Correspondência**)
2. Graduação em Engenharia Química e em Farmácia; Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos Químicos e Metalúrgicos; Doutorado (PhD) em Engenharia de Materiais e Metalúrgica. Professor adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente-DESMA e do Programa de PósGraduação em Engenharia Ambiental-PEAMB da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ.
3. Graduação em Engenharia Química; Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental; Mestrado em Ciência Ambiental; Doutorado em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos. Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Diretor Técnico da Tecma – Tecnologia em Meio Ambiente.
4. Graduação em Engenharia Química; Mestrado em Engenharia Química; Doutorado em Engenharia Química. Profissional de Meio Ambiente no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A (CENPES).
5. Graduação em Engenharia Química; Mestrado em Engenharia Química; Doutoranda no Programa de Engenharia Química da COPPE/UFRJ.

**RESUMO**

A remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes hídricos tem se apresentado como um dos principais limitantes das unidades de tratamento das refinarias de petróleo em todo mundo. Os objetivos do presente trabalho foram avaliar (1) a eficiência de nitrificação em um reator biológico de leito móvel (conhecido como *Moving Bed Biological Reactor*

– MBBR) utilizando efluente de uma refinaria brasileira e (2) se essa tecnologia é adequada para este tratamento, tanto em termos de processo quanto operação e custo. Foi utilizada uma unidade em escala de bancada implementada pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES) que operou por 130 dias ininterruptos, montada na refinaria em estudo e utilizando efluentes oleosos da mesma. Os suportes para crescimento de biofilme foram fornecidos pela empresa Biowater Technology com superfície específica de  $820 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Foram avaliados parâmetros intimamente relacionados com a nitrificação como Oxigênio Dissolvido, Demanda Química de Oxigênio, Alcalinidade, pH, Teor de Óleos e Graxas, Condutividade Elétrica e Fenóis. Foram obtidas eficiências de nitrificação superiores a 90% em praticamente todo período de análise, com exceção para períodos onde condições desfavoráveis para a nitrificação foram forçadas, indicando pleno atendimento das legislações brasileiras. Também foi evidenciado o efeito inibitório do fenol, contaminante típico em efluentes de refinarias de petróleo, sobre as bactérias nitrificantes, responsáveis pelo processo. O trabalho concluiu que o MBBR é um processo extremamente robusto e completamente adequado para o tratamento biológico dos efluentes da refinaria em estudo, conclusão que pode ser estendida para as demais refinarias brasileiras.

**Descritores:** Efluentes Industriais; Tratamento Biológico; Biofilmes; Indústria Petroquímica.

#### **ABSTRACT**

The removal of ammonia nitrogen from industrial wastewater has emerged as one of the main limiting aspects in wastewater treatment units of oil refineries worldwide. The objectives of this study were to evaluate (1) the efficiency of nitrification in a moving bed biological reactor (also known as MBBR) using effluent from a Brazilian refinery and (2) if this technology is appropriate for this treatment, both in terms of process, operating and cost. The bench scale unit used was implemented by Petrobras Research and Development Center (CENPES) and operated for 130 continuous days, based in the studied refinery using its oily effluents. The media for biofilm growth have been provided by Biowater Technology with  $820 \text{ m}^2/\text{m}^3$  of specific surface. Parameters closely related to nitrification as Dissolved Oxygen, Chemical Oxygen Demand, alkalinity, pH, Oils and Greases, Electrical Conductivity and phenols were evaluated.

Nitrification efficiencies exceeding 90% were obtained in almost every period of analysis, except for periods when unfavorable conditions for nitrification were forced, indicating

full compliance with Brazilian regulations. The inhibitory effect of phenol, typical contaminant in effluents from oil refineries, on nitrifying bacteria, responsible for the process, was also demonstrated. The work concluded that the MBBR is an extremely robust and completely suitable technology for biological treatment of wastewater in the studied refinery, conclusion that can be extended to other Brazilian refineries.

**Descriptors:** Industrial Effluents; Biological Treatment; Biofilms; Petroleum Industry.

## INTRODUÇÃO

Frente às recentes descobertas de grandes reservatórios de petróleo ao longo da costa brasileira, na camada do pré-sal, a Petrobras viu a necessidade de ampliar o parque de refino nacional e, ainda, substituir gradativamente o processamento de óleo importado por petróleo nacional, rico em compostos nitrogenados. Essa característica confere aos efluentes líquidos das refinarias altos teores de nitrogênio amoniacal, poluente legislado pela CONAMA 430/2011 e, normalmente, o mais crítico em Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) na indústria petroquímica. Dado esse cenário, torna-se relevante avaliar o comportamento da nitrificação, processo típico de remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes industriais, no efluente de refinarias, além de estudar novas tecnologias de remoção desse contaminante com eficiência e eficácia que atendam a legislação ambiental.

Este trabalho apresenta um estudo de caso de uma refinaria de petróleo brasileira de pequeno porte, com capacidade de processamento de 1000 m<sup>3</sup>/d de petróleo nacional ultrapesado. Uma das características desses óleos é o efluente com alto teor de nitrogênio amoniacal gerado quando processados, o que torna ainda mais importante a remoção deste contaminante a fim de atender à legislação vigente de descarte de efluentes líquidos<sup>1</sup>.

A Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI), unidade responsável pelo tratamento dos efluentes hídricos da refinaria estudada, é muito simples, contendo apenas tratamento primário. Nitrogênio amoniacal é legislado pelas Resoluções CONAMA desde 1986, incluindo a CONAMA 20/1986 (5 mg/L) e, hoje, a CONAMA 430/2011 (20 mg/L). A refinaria em questão processava petróleos de baixo teor de nitrogênio, tratando todos os seus efluentes por processos físico-químicos convencionais, compostos por gradeamento e caixa de areia para remoção de sólidos sedimentáveis grosseiros, seguidos de Separadores Água-Óleo do tipo API e Flotadores por Ar Dissolvido, visando principalmente a remoção de óleo livre.

Com o processamento de óleos com maior teor de nitrogênio, gerando efluentes com teores de nitrogênio amoniacal acima do limite da CONAMA 430/2011, algum tratamento adicional passou a ser necessário. A adoção de uma nova legislação ambiental estadual no local da refinaria, ainda mais restritiva do que a legislação nacional em termos de limites de descarte de amônia (5 mg/L), as limitações tecnológicas de tratamento da ETDI instalada no local e os altos custos envolvendo a segregação de seus efluentes, a refinaria em estudo decidiu incluir em sua planta um processo biológico visando principalmente a nitrificação dos seus efluentes.

O tratamento secundário de efluentes objetiva, basicamente, a degradação biológica de compostos carbonáceos por meio de reações de bio-oxidação promovidas por microrganismos. Entretanto, processos biológicos também são amplamente utilizados para remoção de nitrogênio e fósforo de efluentes industriais e sanitários. Os processos biológicos simplesmente reproduzem, em uma unidade previamente projetada, os fenômenos biológicos que ocorrem na natureza<sup>2</sup>. São diversos os processos biológicos adotados na indústria em geral, com maior destaque para o processo de Lodos Ativados, que utiliza microrganismos em suspensão em um reator aeróbio como consumidores dos poluentes presentes no efluente, controlando sua concentração no reator por meio de separação por decantação (em alguns casos flotação) e descarte do lodo em excesso.

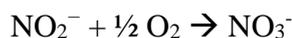
O processo mundialmente denominado de *Moving Bed Biological Reactor* (MBBR) é um processo biológico de tratamento de efluentes desenvolvido na Noruega, no final da década de 1980. Devido às condições climáticas extremas que apresenta, aquele país sempre buscou, em suas plantas de tratamento de efluentes, utilizar processos compactos. O MBBR foi uma tentativa de unir a facilidade de operação e robustez dos sistemas de biomassa suspensa, como os Lodos Ativados, com a compactação de processos que utilizam biomassa fixa, como os filtros biológicos, de forma que as vantagens de um sistema compensassem as desvantagem de outro.

Neste processo, há utilização de todo volume do reator, assim como um sistema de lodos ativados e, ao mesmo tempo, há biomassa se desenvolvendo na superfície de suportes geralmente plásticos chamados *carriers*, *biomedia* ou simplesmente suportes, de densidade um pouco menor que o da água<sup>3</sup>, que se encontram em agitação constante no reator. Os suportes são considerados o coração do processo. Estes são mantidos em agitação graças ao sistema de aeração (para sistemas aeróbios) ou agitadores mecânicos (para sistemas anaeróbios). É na superfície destes que o biofilme é formado.

O processo de nitrificação é largamente estudado e utilizado na indústria de tratamento de efluentes. É o processo pelo qual a amônia solubilizada contida no efluente (sob forma iônica – íon amônio) é convertida em nitrito:



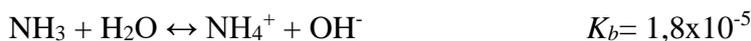
Na sequência, esse nitrito é convertido em nitrato por ação de bactérias denominadas nitrificantes:



Somadas, as duas equações acima resultam na equação global do processo de nitrificação:



Dessa forma, podemos considerar que a reação de nitrificação é, de fato, uma reação de oxirredução, onde o íon amônio é o agente redutor e o oxigênio atua como agente oxidante. Basicamente, a amônia – considerada uma base fraca – está presente na água sob duas formas: a forma livre (como  $\text{NH}_3$ ) e a forma solubilizada em água (como íon amônio:  $\text{NH}_4^+$ ), conforme reação de equilíbrio:



A oxidação do nitrogênio amoniacal em nitrito é promovida por diversos gêneros de bactérias autotróficas denominadas AOB (*Ammonia Oxidazing Bacteria*) como, por exemplo, as *Nitrosomonas*. O nitrito, então, é novamente oxidado para nitrato, um íon bem menos tóxico no meio aquático, por outro grande grupo de bactérias, as NOB (*Nitrite Oxidazing Bacteria*), sendo as *Nitrobacter* um exemplo típico. A energia liberada pelas reações de nitrificação é utilizada por esses dois grupos de bactérias para seus processos metabólicos<sup>4</sup>.

As bactérias nitrificantes podem atuar tanto em fase suspensa no meio líquido (como o que ocorre em reatores de lodos ativados) como dispostas em biofilmes aderidos às superfícies (caso de filtros biológicos, biodiscos, MBBR, entre outros processos). A nitrificação em processos com biofilme, assim como os processos com biomassa em suspensão, envolvem processos físicos, químicos e biológicos que são governados por uma série de parâmetros, como as concentrações de substrato e oxigênio dissolvidos, matéria orgânica, temperatura, pH, alcalinidade, salinidade e nível de turbulência. Tais parâmetros impactam diretamente na cinética das reações apresentadas e, conseqüentemente, possuem influência direta no desempenho de processos que objetivam a oxidação da amônia<sup>4</sup>.

Pelas reações das etapas da nitrificação apresentadas, é possível tirarmos duas conclusões básicas sobre o processo de nitrificação: o ambiente para o processamento das reações deve ser aeróbio (presença de  $O_2$ ), e que o processo, por meio da produção de íons hidrogênio na conversão da amônia para nitrito, consome alcalinidade do meio, tornando-o ácido (ou provoca diminuição do pH). Esse é o motivo pelo qual, normalmente, os reatores onde se processam reações de nitrificação possuem algum sistema de dosagem de bases alcalinizantes (soda cáustica, por exemplo), de modo a equilibrar o pH do meio e recuperar a alcalinidade do mesmo para as condições ótimas de metabolismo dos microorganismos que operam as principais reações microbiológicas. O consumo de alcalinidade ocorre em uma taxa de  $7,14g\ CaCO_3/g\ NH_4^+-N$  oxidado, o que pode ser obtido pela estequiometria. Além de fontes externas de alcalinidade, é possível combinar a nitrificação com outros processos que conferem alcalinidade ao meio, como a amonização e a desnitrificação<sup>5</sup>.

Alguns parâmetros operacionais estão intimamente ligados à eficiência de nitrificação e podem favorecê-la ou prejudicá-la. Os parâmetros de acompanhamento típicos em unidades de tratamento biológico em refinarias são temperatura, pH e alcalinidade, salinidade, oxigênio dissolvido, teor de matéria orgânica (normalmente representado em termos de demanda química de oxigênio, ou DQO) e presença de inibidores. É importante ter conhecimento do impacto de cada parâmetro citado no metabolismo das bactérias nitrificantes.

Diversos trabalhos na literatura apontam um aumento da velocidade de nitrificação com o aumento da temperatura, todos fundamentados na Equação de Van't Hoff-Arrhenius. Entretanto, pelo fato da nitrificação ser um processo biológico e, dessa forma, depender de microorganismos, há uma limitação nessa temperatura. Diversos autores convergem para uma temperatura ótima em torno de  $37,5^\circ C$ , com queda acentuada da eficiência de nitrificação em temperaturas maiores que esta<sup>6</sup>.

O pH é um fator de suma importância sob dois aspectos: a disponibilidade dos íons amônio para as reações de nitrificação e também para dispor aos microorganismos uma condição ótima para seu metabolismo. De um modo geral, em temperaturas próximas à ambiente, a um pH inferior a 6,0, a proporção de amônia livre em relação ao íon amônio é extremamente baixa. Em um pH por volta de 8,0, cerca de 10% de toda amônia está sob sua forma livre. Para pH levemente acima de 9,0, esse valor já aumenta para 50%. Como, normalmente, as ETDIs trabalham com pH próximo da neutralidade (ou levemente básico), podemos considerar que a maior parte da amônia presente em um efluente está

sob a forma iônica – o que torna o processo de nitrificação eficaz para a conversão desse contaminante.

A nitrificação é um processo que consome alcalinidade do meio. O pH é dependente diretamente dessa alcalinidade e da concentração de  $\text{CO}_2$  no sistema. Estudos mostram que, após variações bruscas de pH em reatores biológicos, a nitrificação é rapidamente retomada, mostrando que a variação do pH, de fato, não tem efeito tóxico nas bactérias nitrificantes, e sim inibitório<sup>7</sup>.

Uma das características típicas do efluente de refino é seu alto grau de salinidade, principalmente proveniente das correntes de drenagem de tanques de petróleo e dessalgação. O efeito da presença desses sais dissolvidos na nitrificação é um tema abordado por alguns trabalhos recentes. Trabalhos utilizando efluentes de refinarias brasileiras mostram que, na operação contínua de uma planta de filtro biológico utilizando efluente salino, há queda da eficiência de nitrificação de 94% (efluente sem NaCl) para 48% (50 g/L de NaCl), mostrando que a salinidade, de fato, afeta bruscamente o metabolismo das bactérias nitrificantes<sup>8</sup>.

Conforme demonstrado anteriormente, a nitrificação é um processo aeróbio. Oxigênio deve ser fornecido para o sistema em concentrações que permitam a difusão adequada do mesmo no biofilme formado nos suportes. Dados literários informam que as reações de nitrificação em plantas de MBBR só se iniciam a concentrações de oxigênio por volta de 2-3 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ <sup>9</sup>. Há evidências de que a taxa de nitrificação é quase que linearmente dependente da concentração de oxigênio até valores na ordem de 10 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ <sup>10</sup>.

A taxa de nitrificação é normalmente inibida pela presença de matéria orgânica na água<sup>11</sup>. Esse fenômeno ocorre devido às competições por oxigênio, nutrientes e até mesmo espaço no reator entre as bactérias nitrificantes, que são autotróficas, e outras bactérias heterotróficas, que necessitam dessa matéria orgânica para seu metabolismo. Além disso, as bactérias heterotróficas possuem tipicamente uma taxa de crescimento e de desenvolvimento bem maiores do que as bactérias nitrificantes, o que prejudica ainda mais a competição por parte destas últimas. Trabalhos mostram que a eficiência de nitrificação em efluentes com relações DQO/N entre 2 e 3 apresentam queda de 60-70% em relação a efluentes com baixíssimas concentrações de matéria orgânica, medidas em termos de DQO<sup>4:11</sup>.

É sabido que as bactérias nitrificantes são suscetíveis à inibição devido à presença de produtos tóxicos, como compostos fenólicos, que normalmente são encontrados em

efluentes de refinaria típicos<sup>12</sup>. Diversos trabalhos disponíveis na literatura avaliam os efeitos de alguns compostos sobre a nitrificação, mais precisamente sobre as bactérias. Para fenóis, concentrações de 5,6 mg/L já evidenciam inibição de 50% na nitrificação<sup>7</sup>. Até mesmo compostos nitrogenados, como a própria amônia livre e o ácido nitroso, atuam como inibidores a partir de concentrações entre 10-150 mg/L e 0,22-2,8 mg/L, respectivamente, para as bactérias do gênero *Nitrosomonas*. Metais pesados também podem atuar como inibidores em concentrações baixíssimas, como por exemplo o cobre (0,5 mg/L) e o zinco (1,2 mg/L) em unidades de lodos ativados, e devem ser evitados nos efluentes de tratamentos biológicos visando nitrificação<sup>13</sup>.

## MÉTODOS

A configuração escolhida para a avaliação é o MBBR, contendo um tanque de aeração e um decantador secundário, sem recirculação de lodo. O reator de MBBR utilizado para o estudo é exatamente o mesmo que avaliou a operação desse mesmo sistema MBBR utilizando efluente da Refinaria Duque de Caxias (REDUC)<sup>14</sup>: material acrílico, com volume útil de 5 L. O decantador secundário, também de acrílico, possui 17 cm de altura, 22 cm de largura e 5 cm de profundidade, com dreno de fundo para retirada do excesso de lodo. O suporte utilizado foi o modelo BWT15, da empresa Biowater Technology, feito de polietileno de alta densidade e com área específica de 820 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. O fator de enchimento utilizado foi de 50%, configurando uma área total para crescimento de biofilme de 2,05 m<sup>2</sup>. Uma pequena tela metálica foi utilizada para evitar perda de suportes para o decantador secundário.

**Figura 1.** Planta utilizada no estudo.



A aeração foi feita utilizando o sistema de ar comprimido do laboratório da própria refinaria e um sistema de difusor de bolhas poroso tubular com 8,5 cm de comprimento e

2,5 cm de diâmetro. Não houve a possibilidade de medição de oxigênio dissolvido por limitações do laboratório, entretanto admitiu-se primariamente que haveria excesso de oxigênio pela alta vazão de ar em relação ao tamanho do reator.

A planta-piloto foi operada durante 130 dias com objetivo de atender às demandas do cliente. Foi testado o desempenho do sistema para três tempos de retenção hidráulica (TRH) diferentes: 12h, 9h e 6h, a partir da variação da vazão de carga, que transitou entre 10 e 20 L/d. A metodologia para a periodicidade das análises seguiu recomendações feitas pelo Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES), em entendimento mútuo com o laboratório da refinaria em estudo, de modo a atender as necessidades do estudo e, ao mesmo tempo, se adequar à disponibilidade de mão-deobra da refinaria. Foi, então, seguida a periodicidade de análises apresentada na Tabela 1.

O efluente utilizado foi uma mistura entre duas contribuições da atual ETDI da refinaria: (1) a corrente contaminada após flotação por ar dissolvido – que, futuramente, será a real carga da unidade de tratamento biológico, e (2) água armazenada nos tanques dreneiros, que irá conferir salinidade e um maior teor de óleos e graxas ao efluenteteste. A mistura ocorreu na proporção necessária para manter a concentração de nitrogênio amoniacal na entrada do reator entre 60 e 90 mg/L e condutividade entre 1 e 2 mS/cm, considerados parâmetros usuais em efluentes de refinarias após tratamento primário.

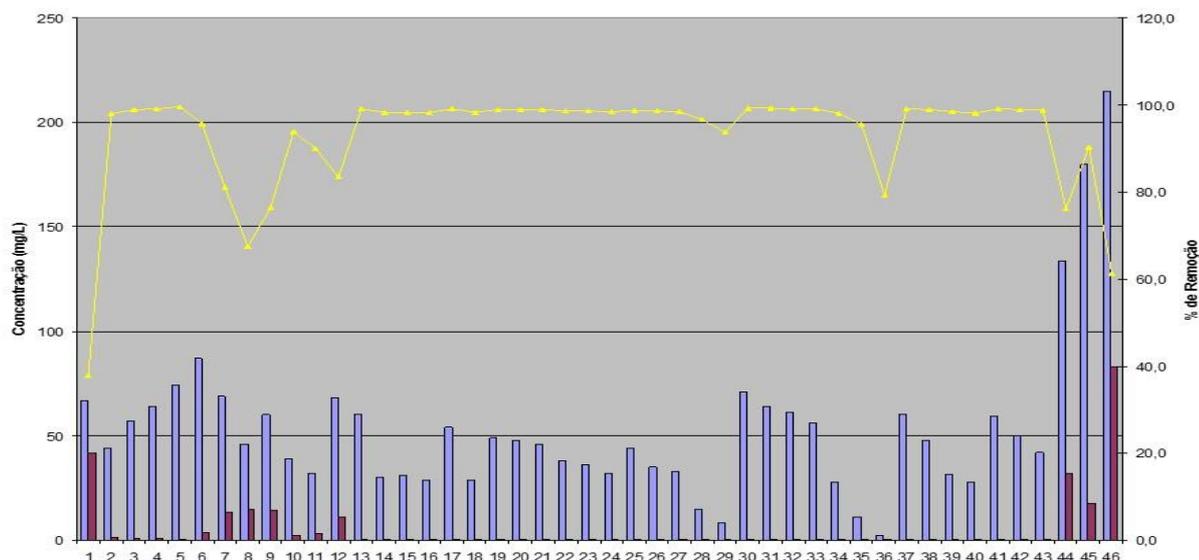
**Tabela 1.** Periodicidade das análises (E = entrada, S = saída e R = reator).

Parâmetro	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	Origem do efluente
DQO	X		X		X	E/S
NH <sub>3</sub>	X		X		X	E/S
Alcalinidade				X		E/S
pH				X		E/S
Vazão	X	X	X	X	X	E
Temperatura	X	X	X	X	X	R
Ajuste de vazão	X	X	X	X	X	E/S
SST	X					E/R/S
Ssed			X			S
Condutividade				X		E/S
Fenol		X				E/S
TOG				X		E/S

## RESULTADOS

Dentre os fatores de influência na eficiência da nitrificação demonstrados nesse trabalho, foram avaliados: pH e Alcalinidade, teor de matéria orgânica (em termos de DQO) e inibição por amônia e fenol. A primeira análise feita foi sobre a eficiência de nitrificação na operação normal da planta, conforme Figura 2.

**Figura 2.** Eficiência de Nitrificação (barras azuis: N-NH<sub>3</sub> na entrada, barras grená: N-NH<sub>3</sub> na saída e linha amarela: eficiência de nitrificação).



Para verificação da ocorrência de nitrificação no reator, foram medidas as alcalinidades de entrada e saída do reator. A mesma análise foi feita para o pH. Conforme esperado, houve queda da alcalinidade e do pH em todas as medidas de entrada e saída do reator, sendo deste último parâmetro de 9 para 8, em média.

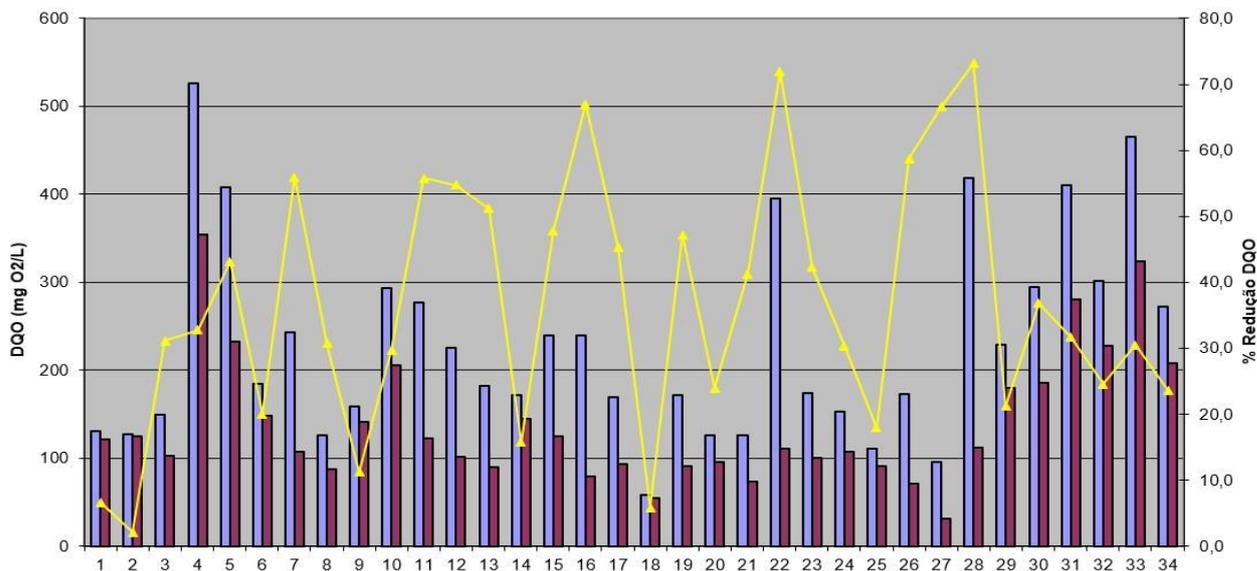
Outra forma de verificação da ocorrência da nitrificação é a medição das concentrações de nitrito e nitrato, produtos da oxidação do amônio pelas bactérias nitrificantes. A quantificação de nitrito e nitrato, que também evidenciaria a ocorrência de nitrificação no reator, foi feita no Laboratório de Controle da Poluição das Águas (LABPOL/COPPE). Os resultados da cromatografia de íons estão disponíveis na Tabela 2.

**Tabela 2.** Cromatografia de Íons do Efluente.

Data da Coleta	10/02/2011		02/03/2011		13/04/2011	
Parâmetro	Média Entrada (mg/L)	Média Saída (mg/L)	Média Entrada (mg/L)	Média Saída (mg/L)	Média Entrada (mg/L)	Média Saída (mg/L)
Nitrito	13,9	72,5	0	146,2	0	0
Nitrato	17,2	20,6	10,3	17,5	2	159,7

A influência dos teores de matéria orgânica (em termos de DQO) na eficiência de nitrificação também foi avaliada. Os resultados estão expressos na Figura 3.

**Figura 3.** Eficiência de Redução de DQO (barras azuis: DQO na entrada, barras grená: DQO na saída e linha amarela: eficiência de redução de DQO).



## DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra que a eficiência de nitrificação foi próxima de 100% durante quase toda operação. Existiram três períodos quando houve queda dessa eficiência, todas em situações forçadas para tal. É um excelente indicativo de que o MBBR é capaz de operar, em refinarias de petróleo, com altíssima eficiência na remoção de nitrogênio amoniacal, desde que opere em condições de projeto.

A primeira queda acentuada é uma resposta a um choque de concentração de fenol na entrada do reator, que normalmente apresentava valores menores que 0,5 mg/L e foi elevado para 5 mg/L, evidenciando a inibição das bactérias nitrificantes por esse contaminante. Na última dessas quedas, ocorrida nos últimos dias de análise, foram forçadas situações de altíssimas concentrações de nitrogênio amoniacal na entrada do reator (respectivamente 134, 180 e 215 mg/L). Apenas para o valor mais alto de nitrogênio amoniacal na entrada do reator (215 mg/L) é que a planta não conseguiu enquadrar o efluente dentro dos 20 mg/L de nitrogênio amoniacal limitados pela CONAMA 430/2011. Se levarmos em conta uma legislação mais exigente, que limitasse esse descarte em 5 mg/L, esses três picos não atenderiam (31,9, 17,5 e 83,1 mg/L respectivamente). Entretanto, quando o efluente-teste atendeu a premissa de estar sempre entre 60 e 90 mg/L

de nitrogênio amoniacal na entrada do reator, houve atendimento dessa legislação em 93% do tempo de corrida.

Os resultados da Tabela 2, mostraram uma alta concentração de nitrito e uma baixa concentração de nitrato, um forte indicativo de nitrificação incompleta. O acúmulo de nitrito coincidiu com a redução da intensidade de aeração, após a instalação de um rotâmetro para medição da vazão de ar com escala limitada. Com o aumento da aeração, os resultados de 13/04/2011 mostram uma maior conversão de nitrito em nitrato, indicando nitrificação completa. Neste mesmo período, observou-se um aumento da concentração de nitrogênio amoniacal na saída, mas uma boa eficiência de remoção de todos os outros parâmetros, inclusive óleos e graxas e fenóis, mostrando que estava havendo degradação de compostos orgânicos. Deste modo, suspeitou-se haver algum tipo de interferência na metodologia de análise DQO.

O nitrito confere demanda química de oxigênio inorgânica. As altas concentrações de nitrito evidenciadas nos dias 10/02/2011 e 02/03/2011 (Tabela 2) explicam a baixa remoção de DQO no primeiro mês de operação. Essa interferência do nitrito na análise de DQO afetou seriamente o gráfico de redução desse parâmetro, que apresentou muitas oscilações, conforme Figura 3. Em algumas análises, foram evidenciadas eficiências de redução de DQO negativas em função desse interferente (estes pontos não foram plotados). Para eliminar a contribuição do nitrito, ácido sulfâmico foi adicionado à amostra segundo recomendação do método de DQO do *Standard Methods*<sup>15</sup>. O ácido sulfâmico reduz o nitrito a nitrogênio molecular.

## CONCLUSÕES

Frente aos objetivos específicos do trabalho, pode-se concluir que a nitrificação em uma planta de bancada de MBBR tratando efluente da refinaria de petróleo estudada apresentou altíssima eficiência de nitrificação, acima de 95% durante quase todo tempo de operação da planta, mesmo frente a algumas situações adversas como a presença de inibidores das bactérias nitrificantes em altas concentrações, atendendo facilmente o limite de descarte de nitrogênio amoniacal imposto pela CONAMA 430/2011 (20 mg/L). O reator operou praticamente sem interferência operacional, satisfazendo um dos requisitos principais do cliente para a escolha do processo biológico. As maiores demandas operacionais foram as análises para acompanhamento da eficiência do processo e a composição da alimentação.

Mesmo utilizando uma mistura de efluentes com uma composição mais agressiva aos microrganismos do tratamento biológico do que efetivamente será aplicado na

refinaria, o processo MBBR mostrou-se ser altamente robusto frente à presença de óleo e altas concentrações de nitrogênio amoniacal. Somando-se as observações feitas nesse estudo, na literatura disponível e na experiência em refinarias estrangeiras, pode-se concluir que o MBBR é um processo que atende a todas as exigências da refinaria estudada, tanto em termos de operabilidade quanto de cumprimento da legislação local.

### **AGRADECIMENTOS**

À Ana Claudia Figueiras Pedreira de Cerqueira pela autorização e disponibilização dos dados experimentais apresentados e aos professores Olavo Barbosa Filho e Gandhi Giordano pela orientação no trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

1. Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRAS). Refinarias: conheça as refinarias da empresa – Petrobras. Rio de Janeiro: PETROBRAS; 2013. [citado em 24 nov 2013]. Disponível em URL: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principaisoperacoes/refinarias/>
2. DEZOTTI M, BASSIN J, BILA D. Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos. 1ª. ed. Rio de Janeiro: E-papers; 2008. 360p.
3. NIKHITHA P, SHIBU K. Removal of Phenol from Wastewater using Moving Bed Biofilm Reactor. 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09). 2009; 6-7: 24-27.
4. LING J, CHEN S. Impact of organic carbon on nitrification performance of different biofilters. *Aquacultural Engineering*. 2005; 33(2): 150–162.
5. VAN HAANDEL A, MARAIS G. O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações. Campina Grande: Epgraf; 1999. 472 p.
6. SUDARNO U, WINTER J, GALLERT C. Effect of varying salinity, temperature, ammonia and nitrous acid concentrations on nitrification of saline wastewater in fixed-bed reactors. *Bioresource Technology*. 2011; 102: 5665–5673.
7. SANTIAGO V, COELHO E, ZANETTE C, ALMEIDA, J. Nitrificação em biodisco. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitaria e Ambiental – ABES. 1997: 958-970.
8. ROSA M, FURTADO A, ALBUQUERQUE R, LEITE S, MEDRONHO R.

“Biofilm Development and Ammonia Removal in the Nitrification of a Saline Wastewater”. *Bioresource Technology*. 1998; 65: 135-138.

9. ØDEGAARD H. The Moving Bed Biofilm Reactor. Em: IGARASHI T, WATANABE Y, ASANO T, TAMBO N. *Water Environmental Engineering and Reuse of Water*. 1999; Hokkaido Press: 250–305.
10. HEM L, RUSTEN B, ØDEGAARD H. Nitrification in a moving bed biofilm reactor. *Water Research*, 1994; 28(6): 1425–1433.
11. ZHU S, CHEN S. Effects of organic carbon on nitrification rate in fixed film biofilters. *Aquacultural Engineering*. 2001; 25(1): 1–11.
12. FANG H, CHOU M, HUANG C. Nitrification of ammonia-nitrogen in refinery wastewater. *Water Research*. 1993; 27(12): 1761-1765.
13. ARAUJO L. Avaliação da influência dos nutrientes metálicos nos processos de lodos ativados [Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); 2010.
14. SCHNEIDER E. Avaliação de um reator de leito móvel com biofilme para tratamento de efluentes da indústria do petróleo com posterior ozonização acoplada a carvão ativado granular com biofilme [Dissertação de Mestrado em Engenharia Química]. Rio de Janeiro: COPPE/Universidade do Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); 2010.
15. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21a. ed. Washington DC, EUA: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation; 2005.

ORIGINAL

**SAÚDE DA FAMÍLIA: PROMOÇÃO DE SAÚDE, QUALIDADE DE VIDA E AUTONOMIA DOS USUÁRIOS DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DO MELLO AFONSO, VASSOURAS-RJ**

PUBLIC HEALTH : PROMOTION OF PUBLIC HEALTH, QUALITY OF LIFE AND AUTONOMY OF THE PATIENTS OF THE BASIC HEALTH UNIT MELLO AFONSO -VASSOURAS

José Carlos Dantas Teixeira<sup>1</sup>; Adalgiza Mafra Moreno<sup>2</sup>; Patrícia Paschoal Olaya<sup>3</sup> ;  
Fabiana Abrahão<sup>4</sup>

1. Mestre em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente pelo Centro Universitário Anhanguera Niterói (UNIAN)
2. Doutora em Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal Fluminense (UFF), professora do mestrado profissional em Ciências da Saúde e do Ambiente do Centro Universitário Anhanguera Niterói (UNIAN) e professora da Universidade de Nova Iguaçu (UNIG)
3. Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), professora do mestrado profissional em Ciências da Saúde e do Ambiente do Centro Universitário Anhanguera Niterói (UNIAN)
4. Doutora em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), professora do mestrado profissional em Ciências da Saúde e do Ambiente do Centro Universitário Anhanguera Niterói (UNIAN) e professora da Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo. Email: fabiana.abrahao@yahoo.com.br (autora de correspondência).

**Conflitos de interesse:** Não há **Fontes de financiamento:** Não há

## **RESUMO**

Atualmente o atendimento em saúde rompeu com o antigo conceito tradicional e paternalista em medicina, em que o médico era considerado o único com poder de decisão perante seus pacientes ,neste contexto, a autonomia do paciente passou a ser respeitada pelos profissionais da saúde. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a promoção da saúde pública, situando a qualidade de vida e autonomia do usuário, buscando desvendar o conhecimento dos usuários da Unidade Básica de Mello Afonso, no município de Vassouras a respeito dessa autonomia no que diz respeito à promoção de sua saúde. Para tanto, foi feita uma pesquisa de campo em que se buscou analisar como o usuário encara sua autonomia no processo de saúde. Observa-se que os resultados obtidos através de questionários da pesquisa realizada entre os usuários da Unidade Básica de Saúde de Vassouras Mello Afonso demonstram que o significado real de autonomia não é corretamente conhecido pela população estudada, uma vez que a mesma desconhece o significado da palavra autonomia em todos os seus sentidos.

**Descritores:** Autonomia, Qualidade de Vida, Saúde Pública.

## **ABSTRACT**

Nowadays the health care broke with the old and traditional concept paternalistic medicine where the doctor was considered all-powerful, with full capacity to decide what treatment to be adopted by their patients. The patient autonomy has become respected by health professionals. This research aims to reflect on issues related to the promotion of public health, placing the quality of life and autonomy of the user seeking to prove the knowledge of the patients of the basic health unit Mello Afonso, Vassouras, about this autonomy with regard to the promotion of their health. Therefore, we performed a field survey where we seek to analyze how the user realizes their autonomy in the healthcare process. It is observed that the results obtained through questionnaires survey among the patients of the basic health unit do Mello Afonso, Vassouras demonstrate that the real meaning of autonomy is not properly known by the population, since it ignores the meaning of the word autonomy in all its senses.

**Descriptors:** Autonomy, Quality of Life, Public Health.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a Saúde Pública pode ser definida como um conjunto de ações voltadas para a prevenção de doenças, para o prolongamento e promoção da saúde através da higiene e da educação sanitária, utilizando medidas de alcance coletivo e de motivação da população <sup>1</sup>. Para Santos-Filho *et al.* (2007) a Saúde Pública tem por finalidade promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população <sup>2</sup>.

A qualidade de vida considera a percepção do indivíduo de sua posição na vida, no contexto de sua cultura e sistema de valores nos quais está inserido e, em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. Observa-se, que o termo qualidade de vida na saúde pública vem sendo associado a diversos significados, como condições de saúde e funcionamento social. De acordo com Almeida, Gutierrez e Marques (2012) qualidade de vida relacionada à saúde e estado subjetivo e saúde são conceitos que estão relacionados à avaliação subjetiva do paciente e ao impacto do estado de saúde na capacidade de se viver plenamente <sup>2, 3</sup>.

Deve-se destacar que os conceitos de saúde, saúde pública e qualidade de vida estão intimamente relacionados e a tomada de medidas efetivas que possibilitem a aplicação dos mesmos é de alta relevância para toda a população. É cada vez mais forte a idéia de promover saúde, não apenas curar doenças, através de políticas públicas de saúde, saneamento básico e melhoria das condições da vida da população <sup>3,4</sup>.

Hoje o programa Estratégia da Saúde da Família (ESF) tem um grande desafio, pois tem-se verificado que muitas pessoas procuram o atendimento médico por vários motivos: “check-up de rotina”, doenças em geral e psicossomáticas desencadeadas pela falta de emprego, problemas familiares ou sentimentais, falta de lazer e estresse. Isso dificulta a adesão ao tratamento medicamentoso, faz com que as orientações médicas não sejam cumpridas, sendo necessária uma educação continuada em saúde, capaz de elevar a autoestima, assegurando a todos o direito de uma melhor qualidade de vida <sup>5</sup>.

Dessa maneira, conforme atesta Pereira (2003) as ações de saúde não implicam somente na utilização do raciocínio clínico, do diagnóstico, da prescrição de cuidados e da avaliação da terapêutica instituída, volta-se também para processos de intervenção para que o indivíduo e a coletividade disponham de meios para a manutenção ou recuperação do seu estado de saúde, no qual estão relacionados diversos fatores como: orgânicos, psicológicos, socioeconômicos e espirituais <sup>6 7</sup>.

O problema levantado pela pesquisa volta-se para a seguinte pergunta: de que maneira os usuários do Sistema Único de Saúde compreendem a autonomia das populações diante do processo de Saúde?

A escolha do presente objeto de estudo, deu-se pelo fato da necessidade de melhorar a qualidade de vida da nossa população que se encontra doente em todos os sentidos, devido à complexidade da vida atual, os compromissos, as exigências do mercado de trabalho, conflitos de gerações e as mudanças, que ocorrem constantemente na sociedade, cada vez mais velozes. Boa parte das doenças está relacionada com o estilo de vida da população, dessa maneira, através da promoção de saúde, podemos mudar comportamentos para levar à reflexão e dar empoderamento a essas pessoas, tornando-as capazes de através de novos pensamentos, ideias, condutas e novos horizontes, mudar o rumo de suas vidas. Freire (1993, p.22) relata que: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou para sua construção”<sup>8</sup>.

A pesquisa procura refletir sobre questões ligadas à promoção da saúde pública, situando a qualidade de vida e autonomia do usuário, tendo por objetivo desvendar se os usuários da Unidade Básica de Saúde do Mello Afonso, no município de Vassouras, possuem conhecimento a respeito dessa autonomia no que diz respeito à promoção de sua saúde.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo transversal de abordagem quantitativa e qualitativa, a pesquisa foi realizada na Unidade Básica de Saúde do Mello Afonso no município de Vassouras, sendo a população estimada 34.259 habitantes (IBGE, 2009)<sup>9</sup>. Em Vassouras, município de pequeno porte, o PSF encontra-se 100% implantado, constituindo-se no principal dispositivo público de atendimento em saúde da população. Foram avaliados 30 pacientes, sendo 18 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com idades que variam de 30 a 60 anos, usuários da Unidade Básica de Saúde do Mello Afonso, todos participantes de grupos de formação antitabagismo. A amostra é composta de 10% dos pacientes participantes do programa.

### **Protocolo**

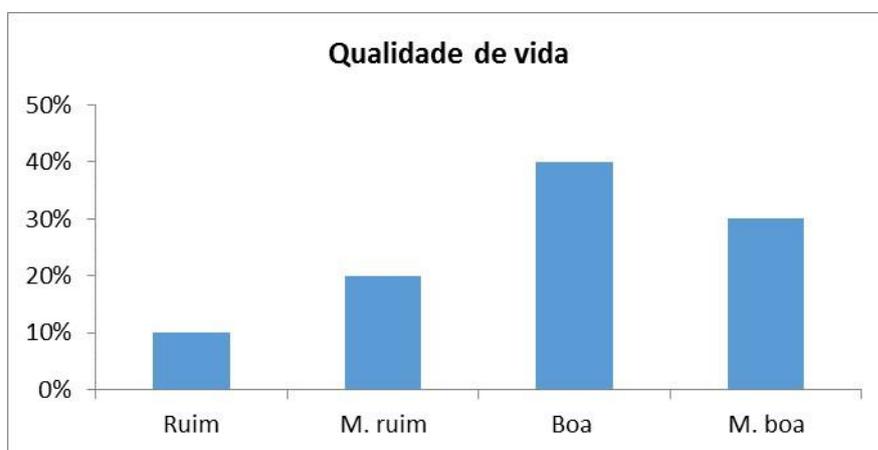
Foi aplicado o questionário resumido para avaliação da Qualidade de Vida elaborado pela OMS - WHOQOL-100. O questionário validado possui 26 questões sobre saúde e qualidade de vida e seis questões sobre autonomia. A primeira parte do questionário é

composto de questões objetivas. No segundo questionário buscou-se respostas subjetivas, em que o entrevistador conversou mais profundamente com os entrevistados.

Dessa forma, o pesquisador buscou compreender e interpretar fenômenos através dos seus significantes e contextos, como instrumento de auxílio a ter uma visão mais abrangente dos problemas e/ou progressos <sup>10,11</sup>.

## RESULTADOS

No quesito a respeito da qualidade de vida; 10% consideram ruim, 20% consideram muito ruim, 40% consideram boas e 30% consideram muito boas. (vide gráfico 1).



**Gráfico 1.** Percepção da Qualidade de vida pelos usuários em porcentagem.

No que diz respeito ao grau de satisfação do entrevistado com sua saúde; 10% responderam que estão muito insatisfeitos; 40% responderam que estão insatisfeitos; 30% responderam que estão satisfeitos e 20% responderam que estão muito satisfeitos. Comprova-se que a maioria não está satisfeita com a saúde.

No tocante à relação entre a dor física e as tarefas cotidianas; 10% responderam que a dor física não impede em nada as tarefas cotidianas; 20% responderam que impede muito pouco; 40% responderam que impede bastante e 30% responderam que impede extremamente. Observa-se que as dores crônicas são uma constante na vida da maioria dos entrevistados.

Quando se buscou saber a respeito da necessidade dos entrevistados quanto a algum tipo de tratamento médico para levar suas vidas diárias; 20% responderam que tinham pouca necessidade; 40% responderam que bastante e 40% responderam que extremamente. O que evidencia os problemas de saúde da população entrevistada. Fato

que comprova o quesito a respeito do grau da satisfação do entrevistado com a sua saúde onde 70% dos respondentes revelaram não estarem satisfeitos com saúde.

No que diz respeito ao quanto os entrevistados aproveitam a vida; 20% responderam que nada; 40% responderam que muito pouco; 30% responderam que bastante e 10% responderam que extremamente. Nota-se neste item que a grande maioria dos entrevistados não considera que aproveita a vida. A maioria dos entrevistados diz que trabalha demais, tem muitos problemas familiares e econômicos, por isso, suas vidas são consideradas árduas e sem grandes alegrias.

Quando se questionou se os entrevistados consideram que suas vidas têm sentido; 20% responderam que nenhum; 40% responderam que muito pouco; 30% responderam que bastante e 10% responderam que extremamente. Esses dados são alarmantes, pois a grande maioria não vê sentido em suas vidas. Tais dados estão coerentes com a questão anterior. Constata-se que a maioria dos entrevistados tem baixo nível de escolaridade e vive um dia-a-dia de muito trabalho pesado. A grande maioria se sente desiludida com a vida por uma série de motivos: sentimentais, emocionais, econômicos, etc. Por isso, acreditam não ver muito sentido na vida.

No que tange ao poder de concentração dos entrevistados, observou-se que: 20% não conseguem se concentrar; 40% se concentram muito pouco; 30% bastante e 10% extremamente. A maioria, como se constata, não consegue se concentrar. Este dado tem muito a ver com a vida atribulada que a maioria das pessoas leva, onde muitas tarefas têm que ser executadas quase ao mesmo tempo.

A respeito da capacidade de locomoção dos entrevistados, constatou-se que: 20% consideram muito ruim; 20% consideram ruim; 40% consideram boa e 20% consideram muito boa. Neste item, observa-se que a maioria dos entrevistados tem boa capacidade de locomoção.

No item referente às oportunidades de lazer, verificou-se que: 10% responderam que não têm oportunidades de lazer; 30% responderam que têm muito pouco; 40% responderam que têm muitas oportunidades de lazer e 20% responderam que têm extremamente. Observa-se que a maioria vivencia oportunidades de lazer, mas mesmo assim não consideram que aproveitam a vida.

No quesito sobre a satisfação pessoal dos entrevistados, comprovou-se que; 10% responderam que estão muito insatisfeitos; 20% responderam que estão insatisfeitos; 40% responderam que estão satisfeitos e 30% responderam que estão muito satisfeitos. Neste aspecto os entrevistados mostraram que gostam de ser como são, (vide gráfico 2).



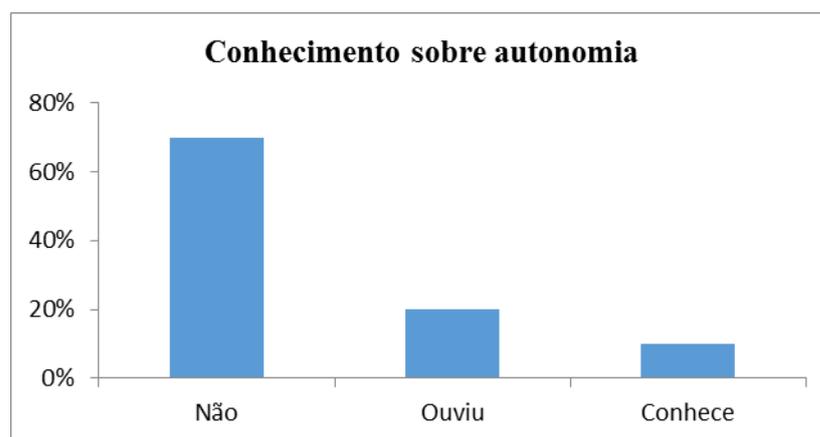
**Gráfico 2.** Percepção da satisfação pessoal dos usuários em porcentagem.

No tocante à satisfação com o local onde os entrevistados moram; 40% responderam que estão muito insatisfeitos; 40% responderam que estão insatisfeitos; 10% responderam que estão satisfeitos e 10% responderam que estão muito satisfeitos. Outro dado preocupante, como as pessoas podem viver em ambientes que não lhes trazem satisfação?

No quesito relativo à satisfação sexual dos entrevistados; 30% responderam que estão muito insatisfeitos; 40% responderam que estão insatisfeitos; 20% responderam que estão satisfeitos e apenas 10% responderam que estão muito satisfeitos. Observa-se que a grande maioria não está satisfeita em relação ao sexo.

No que se refere à satisfação com o acesso aos serviços de saúde; 30% responderam que estão muito insatisfeitos; 40% responderam que estão insatisfeitos; 20% responderam que estão satisfeitos e somente 10% responderam que estão muito satisfeitos. Tais dados comprovam que o sistema de saúde brasileiro, por causa de uma série de fatores, precisa passar por uma profunda reformulação que vise a integralidade da saúde do cidadão. Como pode ser observado 70% dos entrevistados estão insatisfeitos com os serviços de saúde prestados pelo SUS. Entre os problemas destacados estão a burocracia, a falta de médicos, a falta de medicamentos, a forma de atendimento aos usuários, as longas filas de espera, entre outros.

No tocante ao conhecimento sobre autonomia; 70% dos entrevistados responderam que não conhecem; 20% disseram que já tinham ouvido falar e 10% disseram que conheciam. Tal dado é alarmante, pois quase a totalidade os entrevistados não está a par de seus direitos de cidadão de ser participante ativo na busca de um melhor método para a conservação de sua saúde. (vide gráfico 3).



**Gráfico 3.** Nível de conhecimento sobre o significado de Autonomia dos usuários em porcentagem.

## DISCUSSÃO

Os dados obtidos na nossa pesquisa mostram que o conceito de autonomia não é conhecido pela população estudada e esse desconhecimento acontece por falta de informação dos usuários do serviço de saúde e dos próprios líderes das comunidades, que não foram devidamente instruídos da importância da participação da população no processo de saúde e melhores condições de vida, objetivando um desenvolvimento equilibrado. Quanto às condições de vida, 10% do grupo estudado, achava ter uma condição de vida ruim.

Sob este aspecto torna-se fundamental fazer com que a autonomia do paciente, torne-se uma premissa na assistência, sendo, portanto necessário o desenvolvimento de atividades que fortaleçam a autodeterminação, implementação do “empowerment”, promovendo a prevenção, para que seja possível a promoção e a recuperação da saúde

11.

De acordo com Marçal (2009) a autonomia do paciente é tema atual que merece atenção uma vez que hoje em dia não é mais aceito o modelo tradicional paternalista de medicina, no qual o médico decidia por seu paciente a respeito do melhor tratamento a ser adotado. Dessa maneira, complementa que:

A sociedade assume hoje uma postura mais independente sobre as terapias que irão submeter-se, e o profissional que exerce a medicina deve estar ciente desse fato e saber lidar com as várias hipóteses que surgirão no seu dia a dia como médico já que haverá ocasiões em que o médico deverá agir apenas com o

consentimento do paciente e haverá casos em que ele será obrigado a agir decidindo por seu paciente qual a terapêutica mais adequada. (p.1) <sup>12</sup>

Deve-se aqui ressaltar que o médico precisa estar ciente que a autonomia do paciente não condiz com a empregada em outros ramos do direito uma vez que ele lida com a saúde de terceiros e esta não pode ser tratada de maneira displicente, já que os danos serão sempre de difícil reparação.

Para Soares e Camargo JR. (2007) uma estratégia que pode favorecer a autonomia dos pacientes seria o cuidado domiciliar, pois haveria atendimento no âmbito social, promovendo desta forma, a educação, o tratamento e a prevenção em saúde, que se adéquam as diferentes condições de vida da nossa população <sup>13</sup>.

No processo de conscientização da autonomia, deve-se ter em mente que o ser humano é único, com suas peculiaridades e potencialidades de crescimento diferentes. Através de estratégias próprias, podem-se criar oportunidades aos nossos assistidos, que permitam que eles realizem escolhas conscientes e responsáveis, desprovidos de regras comportamentais, capazes de impedir comportamentos autônomos, subordinadas as regras de comportamento já pré-determinados .

Segundo Barros e Chiesa (2007) o conceito de autonomia envolve uma mutualidade que pode ser definida como uma associação e compartilhamento entre as autonomias profissional e a do paciente. Esta mutualidade proporcionaria, então, dessa forma, benefícios e contribuição de ambos para o processo de cuidado à saúde.<sup>14</sup>. Dessa maneira, a autonomia do profissional e do sujeito devem estar em interação dinâmica e contínua. Quando a situação vivenciada exigir conhecimentos e procedimentos técnicocientíficos, prevaleceria a autonomia profissional, enquanto que recairá sobre o próprio sujeito, quando houver peculiaridades sob as suas necessidades e o seu querer. Desta interação dessas duas formas de autonomias resultaria, então, a mutualidade dos cuidados.

A necessidade da humanização na relação de assistência e prevenção de saúde é fundamental. Apresenta-se como um conceito-sintoma presente em práticas de atenção orientadas por exigências de mercado que devem focar o cliente e garantir qualidade total nos serviços <sup>15</sup>.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que o significado real de autonomia não é corretamente conhecido entre a população estudada. Observa-se que os usuários da rede desconhecem o significado da palavra autonomia em todos os seus sentidos.

Na avaliação quanto às condições de vida e hábitos saudáveis, a maioria dos pacientes acredita ter uma boa qualidade de vida, apenas um pequeno grupo. Ressalta-se que é preciso despertar não somente nos usuários da Unidade Básica de Saúde do Mello Afonso, mas sim em todo o município, que a ideia de qualidade de vida abarca muitos fatores, e que somente o conjunto dos mesmos pode propiciar a verdadeira e tão almejada qualidade de vida.

As pessoas precisam, cada vez mais, lutar pelos direitos sociais, econômicos e políticos, assumir responsabilidade por suas vidas, por sua saúde, por seu bem estar. Para isso é preciso criar diretrizes e estratégias da Promoção à Saúde, visando à equidade social e a produção de sujeitos autônomos e solidários, comprometidos com um processo de autoajuda. Estimular o pensamento crítico-social, envolvidos nas relações de poder, minimizando as desigualdades, tornando nossa população mais consciente e participativa na luta pela autonomia.

## REFERÊNCIAS

1. SANTOS-FILHO, Sebastião David dos et al. **Saúde, saúde pública e qualidade de vida: avaliação do interesse da comunidade científica.** RBCEH, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 23-30, jul./dez. 2007.
2. ALMEIDA, Marcos Antonio Bettine de; GUTIERREZ, Gustavo Luis; MARQUES, Marques. **Qualidade de vida: definição, conceitos e interfaces com outras áreas, de pesquisa.** Prefácio do professor Luiz Gonzaga Godoi Trigo. – São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades– EACH/USP, 2012.142p.: il. Disponível em: [www.each.usp.br/edições\\_each/qualidade\\_vida.pdf](http://www.each.usp.br/edições_each/qualidade_vida.pdf). Acesso em 22 de junho de 2013.
3. BUARQUE, Cristovam. **Qualidade de vida: a modernização da utopia.** Revista Lua Nova, n.31, pp. 157-166.1993.
4. GONÇALVES, Aguinaldo; VILARTA, Roberto **Qualidade de Vida: identidades e indicadores.** In: GONÇALVES, Aguinaldo e VILARTA, Roberto (orgs.). Qualidade de Vida e atividade física: explorando teorias e práticas. Barueri: Manole, 2004, p.03-25.

5. SANTANA, Milena Lopes; CARMAGNANI, Maria Isabel. **Programa Saúde da Família: um enfoque sobre seus pressupostos básicos, operacionalização e vantagens.** Saúde e Sociedade 10(1):33-53, 2001.
6. PEREIRA, Adriana Lenho de Figueiredo. **As tendências pedagógicas e a prática educativa nas ciências da saúde.** Cadernos de Saúde Pública, v. 19, p. 15271534, 2003.
7. NEGRI, Barjas. **Assistência básica de saúde: menos doença, mais vida.** (01/04/2000) Disponível em: [www.saude.gov.br/apresenta/acoes/assistencia.htm](http://www.saude.gov.br/apresenta/acoes/assistencia.htm). Acesso em 11 de julho de 2013.
8. FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estimativa das populações residentes. Brasília. IBGE; 2009.  
[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009\\_DOU.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf)  
.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHOQOL: measuring quality of life. Genebra: WHO; 1997. MAS/MNH/PSF/97.4 World Health Organization. WHOQOL: measuring quality of life. Genebra: WHO; 1997. MAS/MNH/PSF/97.4.
11. Organização Mundial de Saúde (OMS) (1994) WHO- World Health Organization (1994). Report of the WHOQOL Focus Group. WHO (MNH/psf/94) Geneva: WHO.
12. MARÇAL, Vinicius de Medeiros. **Autonomia do Paciente.** ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - ISSN 21-76-8498, Vol. 5, No 5 (2009).
13. SOARES, Jussara Calmon Reis de Souza; CAMARGO JÚNIOR, Kenneth Rochel. **A autonomia do paciente no processo terapêutico como valor para a saúde.** Interface (Botucatu) vol.11 no.21 Botucatu Jan./Apr. 2007.
14. BARROS, Débora Gomes; CHIESA, Anna Maria. **Autonomia e necessidades de saúde na Sistematização da Assistência de Enfermagem no olhar da saúde coletiva.** Rev Esc Enferm USP 2007; 41(Esp):793-8.
15. SEIDL, Eliane Maria Fleury; ZANNON, Célia Maria Lana da Costa. **Qualidade de vida e saúde: aspectos conceituais e metodológicos.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 20(2):580-588, mar- a b r, 2004.

ORIGINAL

**MAGNITUDE DA MODULAÇÃO VAGAL DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A MANOBRA DE ACENTUAÇÃO DA ARRITMIA SINUSAL RESPIRATÓRIA**

THE MAGNITUDE OF VAGAL MODULATION ON THE HEART RATE DURING THE RESPIRATORY SINUS ARRHYTHMIA MANEUVER

Hugo Valverde Reis<sup>1</sup>, Michel Silva Reis<sup>2</sup>

1. Mestrando do Programa de Pós Graduação em Educação Física / Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (GECARE) / Universidade Federal do Rio de Janeiro.
2. Professor Adjunto do Departamento de Fisioterapia e dos Programas de Pós Graduação em Educação Física e Cardiologia / Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (GECARE) / Universidade Federal do Rio de Janeiro. [msreis@hucff.ufrj.br](mailto:msreis@hucff.ufrj.br) (Autor de Correspondência).

**RESUMO**

**Objetivo:** avaliar a resposta da arritmia sinusal respiratória sobre a modulação da FC de indivíduos saudáveis. **Métodos:** Foram selecionados 10 homens saudáveis com média de idade de  $64 \pm 5$  anos, com estilo de vida ativo. A frequência cardíaca (FC) foi coletada batimento a batimento, por meio de traçado eletrocardiográfico, nas seguintes condições: i) 15 minutos em respiração espontânea na posição supina; e, ii) durante a manobra de acentuação da arritmia sinusal respiratória (M-ASR) por 4 minutos. Os dados foram analisados a partir da média dos intervalos R-R e dos índices RMSSD e SDNN da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Análise estatística: teste t-student pareado ou teste de Wilcoxon, com  $p < 0,05$ . **Resultados:** Houve diferença do SDNN ( $29,4 \times 62,08$ ,  $p=0,02$ ) e do RMSSD ( $17,2 \times 34,43$ ,  $p=0,04$ ) durante a M-ASR quando comparada a condição de respiração espontânea. **Conclusão:** a VFC dos voluntários saudáveis aumentou durante a M-ASR, com predomínio da modulação vagal. **Descritores:** arritmia sinusal respiratória, modulação autonômica cardíaca, vago, homens.

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the effect of respiratory sinus arrhythmia maneuver (M-RSA) on the autonomic modulation of heart rate (HR) of healthy individuals. **Methods:** Ten healthy men with  $64 \pm 5$  years and active lifestyle were selected. At rest, the R-R interval of the electrocardiographic signal was obtained in the following situations: 1) 15 min in the supine position; and 2) 4 min during M-RSA in the supine position. The data were analyzed in the time domain (RMSSD and SDNN indices). Statistical analysis: paired t-student test or Wilcoxon test were performed, with  $p < 0.05$ . **Results:** There was a difference in SDNN ( $29.4 \times 62.08$ ,  $p = 0.02$ ) and RMSSD ( $17.2 \times 34.43$ ,  $p = 0.04$ ) when compared RSA-M breathing condition spontaneous. **Conclusion:** The HRV in healthy volunteers increased during RSA-M, with a predominance of vagal modulation.

**Descriptors:** respiratory sinus arrhythmia maneuver, cardiac autonomic control, vagal, men

**INTRODUÇÃO**

A arritmia sinusal respiratória (ASR) é um fenômeno fisiológico caracterizado pela influência dos ciclos respiratórios nas oscilações periódicas da frequência cardíaca (FC)<sup>1</sup>. Neste sentido, no final da fase inspiratória, a variação da pressão pleural e, conseqüentemente, da pressão intratorácica são capazes de induzir o aumento da FC para a manutenção do débito cardíaco (DC). Por outro lado, com a fase expiratória, o retorno venoso é facilitado e o DC é mantido às custas do maior volume sistólico, demandando menores valores de FC<sup>1</sup>.

Sabidamente, esse ajuste rápido da FC é dependente da modulação vagal e parece estar na dependência de reflexos centrais e/ou periféricos<sup>2</sup>. Uma interação direta entre os centros cardiovascular e respiratório ao nível do bulbo, podem garantir que durante uma ativação dos neurônios inspiratórios ocorra inibição das vias vagais de controle da FC<sup>3</sup>. No entanto, mecanismos periféricos advindos da resposta de quimioceptores, baroreceptores e receptores mecânicos também podem explicar o comportamento da ASR<sup>3</sup>. Vários autores<sup>4-7</sup> se propuseram a estudar a ASR por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) obtida a partir da FC e dos intervalos R-R instantâneos. A VFC<sup>8</sup> reflete a influência da modulação simpato-vagal sobre o controle da atividade do nodo sinusal. O índice SDNN (desvio-padrão da média dos intervalos R-R) e o RMSSD (raiz quadrada

da média das diferenças sucessivas ao quadrado entre os intervalos R-R adjacentes) têm sido usados como representativo da VFC total e da modulação vagal, respectivamente<sup>8</sup>.

Diante do exposto, a partir do conhecimento de que a ASR está na dependência da modulação vagal, executamos um protocolo, simples e de fácil aplicabilidade, de acentuação da arritmia sinusal respiratória com o objetivo de avaliar o efeito dos ciclos respiratórios sobre a modulação da FC de indivíduos saudáveis.

## **MÉTODOS**

### *Casuística*

Estudo observacional e transversal com recrutamento de indivíduos saudáveis, não tabagistas, não etilistas, não usuários de medicamentos e com estilo de vida sedentário (auto relato). Foram excluídos os voluntários com doenças cardiorrespiratórias, metabólicas, renais, imunológicas. Os voluntários passaram por avaliação fisioterápica, física e da função pulmonar. Este estudo foi aprovado pelo o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAAE: 40338514.1.0000.5257) e todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### *Protocolo experimental*

Os voluntários receberam um formulário com orientações para que se preparassem na véspera e no dia das avaliações. Foram instruídos com relação a não ingestão de bebidas estimulantes (café, guaraná, refrigerantes, energéticos e chás), não realização de atividades físicas vigorosas e ter uma noite de sono adequada. A pesquisa foi realizada no Laboratório do Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (GECARE) em sala climatizada com temperatura variando entre 22 e 24°C no período entre 9h e 15h. Inicialmente, os voluntários foram familiarizados com o ambiente experimental e com os pesquisadores envolvidos. Antes de iniciar os testes, os voluntários foram avaliados e examinados para a certificação de que as orientações dadas foram rigorosamente seguidas. Os sinais vitais foram verificados antes, durante e depois de cada teste.

O protocolo de estudo foi executado em dois momentos: i) por 15 min em repouso na posição supina; e, ii) durante a M-ASR, por 4 min, na posição supina. Para a execução da M-ASR<sup>9</sup>, o voluntário foi instruído, por comando verbal e tátil, a fazer inspirações e expirações profundas e lentas, variando o volume pulmonar desde a capacidade pulmonar

total até o volume residual. Cada ciclo foi executado em 10 segundos (cinco segundos para a fase inspiratória e cinco segundos para a fase expiratória), na qual se esperava obter a máxima ASR. O protocolo teve tempo total de 6 minutos e foi executado da seguinte maneira: 1) 1 minuto em repouso e ventilação espontânea; 2) 4 minutos durante a M-ASR; e 3) 1 minuto em repouso e ventilação espontânea. O protocolo foi executado duas vezes considerando o efeito do aprendizado.

Durante a M-ASR, a FC instantânea foi coletada, batimento a batimento, por meio de um cardiofrequencímetro (Polar® RS800CX). O cardiofrequencímetro apresenta uma frequência de amostragem de 1000 Hz, fixado por um cinto elástico no terço inferior do esterno e com transmissão simultânea para o relógio onde foram armazenados. Posteriormente, por meio de uma interface USB, os dados foram transportados e armazenados em um notebook (Intel Core i3-2330M) para que fossem analisados no software Polar® Precision Performance. Os dados numéricos dos intervalos R-R foram extraídos e exportados para o Microsoft Excel®, onde foram primeiramente excluídos artefatos e batimentos ectópicos. Em seguida, os dados foram exportados para o software KUBIOS HRV®, e os trechos de cada minuto da M-ASR foram analisados no domínio do tempo, através da média da FC, média dos iR-R, do desvio padrão dos intervalos R-R normais (SDNN), que é a raiz quadrada da variância, e a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado entre os intervalos RR adjacentes (RMSSD)<sup>8</sup>.

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada *no software sigma plot for Windows versão 11.0, copyright© 2008 Systat Software, Inc.* A partir da execução do teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene) foi utilizado o teste *t-student* pareado para as variáveis paramétricas ou o teste de Wilcoxon para as não-paramétricas. As medidas demográficas, antropométricas e da função pulmonar foram expressas em média e desvio-padrão. Os dados de VFC foram apresentados em mediana, máximos e mínimos. O nível de significância foi de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

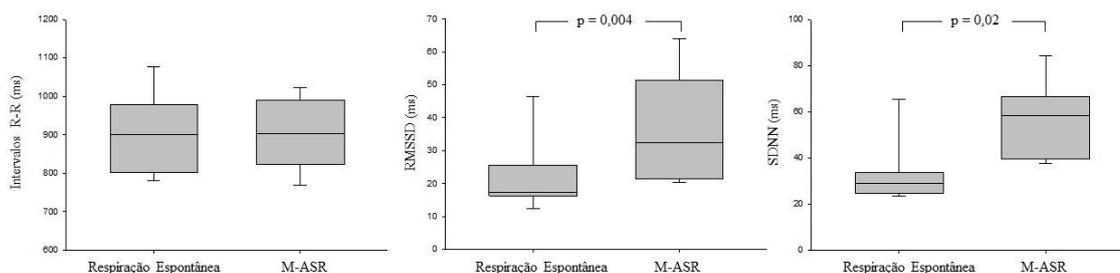
A tabela 1 mostra as variáveis demográficas, características antropométricas e clínicas dos voluntários estudados. Os voluntários eram de meia-idade, estróficos e com função pulmonar preservada.

**Tabela 1.** Características demográficas, antropométricas e clínicas dos voluntários estudados.

Variáveis	Voluntários (n=10)
Idade (anos)	64 ± 5
Estatura (cm)	171 ± 5
Massa corporal (kg)	74,7 ± 3,34
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,4 ± 1,2
<b>Função Pulmonar</b>	
VEF <sub>1</sub> (% do predito)	93,7 ± 15,5
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	102 ± 7
CVF (% do predito)	68 ± 13

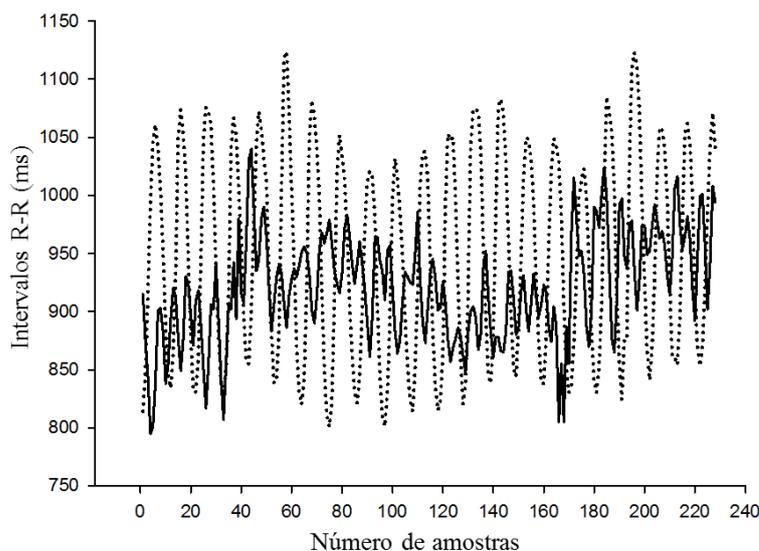
Valores em média ± DP. IMC: índice de massa corporal; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no 1 s; VEF<sub>1</sub>/CFV: relação volume expiratório forçado no 1 s e capacidade vital forçada.

Na figura 1 podemos verificar a resposta induzida pela M-ASR sobre os índices da VFC. Durante a M-ASR os voluntários apresentaram maiores valores dos índices RMSSD e SDNN quando comparado a condição de respiração espontânea.



**Figura 1.** Comportamento dos índices da variabilidade de frequência cardíaca em respiração espontânea e durante a manobra de acentuação da arritmia sinusal respiratória (M-ASR). SDNN: desvio-padrão da média dos intervalos R-R; RMSSD: raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado entre os intervalos R-R adjacentes. Teste de *t-student* pareado ou Wilcoxon quando apropriado ( $p < 0,05$ ).

A figura 2 representa a resposta da frequência cardíaca em respiração espontânea e durante a M-ASR.



**Figura 2.** Ilustração do comportamento dos intervalos R-R na condição de respiração espontânea e durante a manobra de acentuação da arritmia sinusal respiratória de um voluntário estudado.

## DISCUSSÃO

Os principais achados do nosso estudo revelaram que os homens saudáveis apresentaram maiores valores dos índices RMSSD e SDNN durante a M-ASR em comparação a condição de respiração espontânea.

A ASR é um fenômeno fisiológico bem conhecido e consiste nas sutis acelerações e desacelerações rítmicas da FC sincronizadas a respiração<sup>1,2</sup>. Essa resposta da FC durante os ciclos respiratórios está exclusivamente na dependência da modulação vagal, já que, as vias parassimpáticas apresentam características próprias que explicam a ASR<sup>2</sup>. Elas determinam ações de breve latência (de 50 a 100 ms) e com rápido decaimento da resposta. Isto porque, são constituídas por uma robusta bainha de mielina, o que agiliza a condução nervosa<sup>8</sup>; possibilitam que a liberação da acetilcolina ative rapidamente os canais de K nas células cardíacas sem um sistema intermediário de segundo mensageiro<sup>2</sup>; e, por fim, tem a atividade da colinesterase imprimindo rápida hidrólise da acetilcolina na fenda sináptica com cessação do estímulo vagal<sup>2</sup>. A combinação desses fatores podem modular a FC batimento a batimento.

A relação entre a respiração e a FC tem sido extensivamente estudada durante anos. Há evidências concretas de que a ASR diminuída é marcador de prognóstico para mortalidade cardíaca<sup>3</sup>. Dessa forma, pacientes com doenças crônicas-degenerativas

comumente podem cursar com desbalanço simpato-vagal<sup>4-8,10-11</sup>. Essa condição pode ser mais evidente em pacientes com doenças cardiovasculares e metabólicas, mesmo que, inicialmente, esse seja o mecanismo compensatório para a manutenção de uma função cardíaca comprometida.

O estudo da modulação autonômica da FC sobre o nodo sinusal por meio da VFC durante a M-ASR parece apropriado. Há tempos, os autores<sup>1,12</sup> têm estabelecido protocolos experimentais específicos para avaliar indivíduos saudáveis e com doenças. É factível desenvolver experimentos com respiração controlada para imprimir maior magnitude na resposta da FC durante a coordenação cardiorrespiratória. E notavelmente, os índices da VFC podem representar importantes parâmetros de desfechos para a caracterização das respostas e estratificação do risco cardiovascular<sup>13-</sup>

15.

Em nosso estudo, os voluntários apresentaram maiores valores dos índices SDNN e RMSSD durante a M-ASR. O SDNN é representativo da VFC total e, isoladamente, não é possível discriminar a magnitude da contribuição simpática ou parassimpática. No entanto, com a observação da resposta do RMSSD (marcador da modulação vagal) durante a manobra, podemos inferir que a VFC aumentou induzida pela maior modulação parassimpática. Outros autores<sup>4-8,10-11</sup> já têm mostrado isso em indivíduos saudáveis e com doenças cardiorrespiratórias.

Apesar da comprovada interação cardiorrespiratória, uma questão recorrente em sobre ASR é com relação a sua gênese. Os estudos<sup>2,3,16</sup> têm demonstrado que as respostas mediadas pelas vias vagais podem ser induzidas por reflexos centrais e/ou periféricos. Na primeira situação, os autores têm descrito que o centro respiratório, localizado no bulbo, é capaz de influenciar diretamente nos centros autonômicos cardíacos. Na segunda condição, os reflexos oriundos dos receptores periféricos (tais como baroreceptores, quimioceptores, receptores de estiramento pulmonares e cardíacos) também podem serem responsáveis pelas respostas vagais.

Independente do mecanismo envolvido para explicar a ocorrência da ASR, o nosso estudo traz grande contribuição para a atuação da Fisioterapia Cardiovascular. Uma vez que manobras respiratórias controladas (como a do nosso estudo) são capazes de influenciar a modulação da FC, especialmente com predomínio da modulação vagal. Protocolos com essas características poderão contribuir, indubitavelmente, para além de avaliar e estratificar risco dos pacientes sob reabilitação cardiovascular, poderão servir

como estratégia associada aos programas de exercício físico para pacientes com desbalanço simpato-vagal. Neste contexto, consideramos a importância da realização de novos estudos com populações especiais.

## **CONCLUSÃO**

Nosso estudo revela que a VFC dos voluntários saudáveis aumentou durante a M-ASR, com predomínio da modulação vagal.

## **AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem a Fundação Carlos Chagas de Apoio da Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ - processo: E-26/110.878/2013) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – processo: 487375/2012-2) pelo apoio financeiro.

## **REFERÊNCIAS**

1. Hayano J, Mukai S, Sakakibara M, Okada A, Takata K, Fujinami T. Effects of respiratory interval on vagal modulation of heart rate. *Am J Physiol.* 1994;267(1 Pt 2):H33-40.
2. Lopes TC, Beda A, Granja-Filho PC, Jandre FC, Giannella-Neto A. Cardio-respiratory interactions and relocation of heartbeats within the respiratory cycle during spontaneous and paced breathing. *Physiol Meas.* 2011;32(9):1389-401.
3. Hirsch JA, Bishop B. Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. *Am J Physiol.* 1981;241(4):H620-9.
4. Reis MS, Arena R, Archiza B, de Toledo CF, Catai AM, Borghi-Silva A. Deep breathing heart rate variability is associated with inspiratory muscle weakness in chronic heart failure. *Physiother Res Int.* 2014;19(1):16-24.
5. Reis MS, Arena R, Deus AP, Simões RP, Catai AM, Borghi-Silva A. Deep breathing heart rate variability is associated with respiratory muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics (Sao Paulo).* 2010;65(4):369-75.
6. Reis MS, Deus AP, Simões RP, Aniceto IA, Catai AM, Borghi-Silva A. Autonomic control of heart rate in patients with chronic cardiorespiratory disease and in healthy participants at rest and during a respiratory sinus arrhythmia maneuver. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(2):106-13.

7. Rossi Caruso FC, Arena R, Mendes RG, Reis MS, Papa V, Borghi-Silva A. Heart rate autonomic responses during deep breathing and walking in hospitalised patients with chronic heart failure. *Disabil Rehabil.* 2011;33(9):751-7.
8. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996;93(5):1043-65.
9. O'Brien IA, O'Hare P, Corrall RJ. Heart rate variability in healthy subjects: effect of age and the derivation of normal ranges for tests of autonomic function. *Br Heart J.* 1986;55(4):348-54.
10. Mortara A, Sleight P, Pinna GD, Maestri R, Prpa A, La Rovere MT, et al. Abnormal awake respiratory patterns are common in chronic heart failure and may prevent evaluation of autonomic tone by measures of heart rate variability. *Circulation.* 1997;96(1):246-52.
11. Leung RS, Floras JS, Bradley TD. Respiratory modulation of the autonomic nervous system during Cheyne-Stokes respiration. *Can J Physiol Pharmacol.* 2006;84(1):61-6.
12. Katona PG, Jih F. Respiratory sinus arrhythmia: noninvasive measure of parasympathetic cardiac control. *J Appl Physiol.* 1975;39(5):801-5.
13. Pinna GD, Maestri R, La Rovere MT, Gobbi E, Fanfulla F. Effect of paced breathing on ventilatory and cardiovascular variability parameters during short-term investigations of autonomic function. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2006;290(1):H424-33.
14. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med Wkly.* 2004;134(35-36):514-22.
15. Tulppo MP, Mäkikallio TH, Seppänen T, Airaksinen JK, Huikuri HV. Heart rate dynamics during accentuated sympathovagal interaction. *Am J Physiol.* 1998;274(3 Pt 2):H810-6.
16. Piepoli M, Sleight P, Leuzzi S, Valle F, Spadacini G, Passino C, et al. Origin of respiratory sinus arrhythmia in conscious humans. An important role for arterial carotid baroreceptors. *Circulation.* 1997;95(7):1813-21.