

**Organizador**  
**Edilson Antonio Catapan**

# **AS DIFERENTES DIMENSÕES LIGADAS ÀS CIÊNCIAS EXATAS**

**VOL. 01**

**São José dos Pinhais**  
**BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA**  
**2019**





**Edilson Antonio Catapan**

(Organizador)

# As diferentes dimensões ligadas às ciências exatas

Vol. 01



**Brazilian Journals Editora**

**2019**

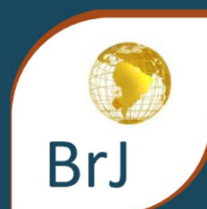
2019 by Brazilian Journals Editora  
Copyright © Brazilian Journals Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Brazilian Journals Editora  
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan  
Diagramação: Sabrina Binotti  
Edição de Arte: Sabrina Binotti  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

#### **Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Edilson Antonio Catapan  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dariane Cristina Catapan  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Adriana Karin Goelzer Leining

Brazilian Journals Editora  
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil  
[www.brazilianjournals.com.br](http://www.brazilianjournals.com.br)  
[editora@brazilianjournals.com.br](mailto:editora@brazilianjournals.com.br)



**Ano 2019**

## **APRESENTAÇÃO**

A obra intitulada “As diferentes dimensões ligadas às ciências exatas”, publicada pela Brazilian Journals, apresentam um conjunto de nove capítulos que visam abordar assuntos ligados à área das ciências exatas. A seguir são apresentados os estudos que compõem os capítulos deste livro.

O primeiro capítulo intitulado “Proposta de implantação da manufatura enxuta em uma empresa do ramo moveleiro”. O segundo capítulo possui como título “Utilizando a computação em nuvem na orientação de trabalhos para feiras de ciências”. O terceiro capítulo intitulado “Mobilidade urbana sustentável e engenharia”. O quarto capítulo intitulado “Resíduo industrial (cinzas) com fibra de sisal em compósitos poliméricos”. O quinto capítulo tem como título “Processo de produção de biodiesel: valorização dos constituintes do glicerol bruto”. O sexto capítulo tem como título “Caracterização, tratamento e utilização da cinza da casca de arroz na produção de tinta”. O sétimo capítulo é intitulado “Metodologia de pesquisa de vazamentos em redes de distribuição de água através das pressões manométricas”. O oitavo tem como título “Aprendizagem invertida: ensino híbrido em aulas de física geral dos cursos de engenharia”.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de administração, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

**Edilson Antonio Catapan**

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1 .....1

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DO RAMO  
MOVELEIRO

Evandro João Schürhaus  
Valnei Carlos Denardin  
Ivete de Fátima Rossato  
José Roberto de Barros Filho  
DOI 10.35587/brj.ed.00016

### CAPÍTULO 2 .....14

UTILIZANDO A COMPUTAÇÃO EM NUVEM NA ORIENTAÇÃO DE TRABALHOS PARA FEIRAS DE  
CIÊNCIAS

Lucas Antonio Xavier  
Chirlei de Fátima Rodrigues  
Breno Rodrigues Segatto  
José Izaias Moreira Scherrer Neto  
José Roberto Nadú de Carvalho Filho  
DOI 10.35587/brj.ed.00017

### CAPÍTULO 3 .....24

MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL E ENGENHARIA

Roberto de Oliveira  
DOI 10.35587/brj.ed.00018

### CAPÍTULO 4 .....33

RESÍDUO INDUSTRIAL (CINZAS) COM FIBRA DE SISAL EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Deibson Silva da Costa  
Wassim Raja El Banna  
Leonardo Sobral de Oliveira  
Alessandro José Gomes dos Santos  
Denílson da Silva da Costa  
José Antônio da Silva Souza  
DOI 10.35587/brj.ed.00019

### CAPÍTULO 5 .....41

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL: VALORIZAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO  
GLICEROL BRUTO

Marcelo Paulo Stracke  
Berenice Beatriz Rossner Wbatuba  
Gustavo Padilha  
Rosane Maria Seibert  
Henri Stephan Schrekker  
DOI 10.35587/brj.ed.00020

### CAPÍTULO 6 .....57

CARACTERIZAÇÃO, TRATAMENTO E UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ NA  
PRODUÇÃO DE TINTA

Marcelo Paulo Stracke  
Flávio Kieckow  
Júlia Schmidt  
DOI 10.35587/brj.ed.00021

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 7 .....</b>  | <b>68</b>  |
| METODOLOGIA DE PESQUISA DE VAZAMENTOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DAS PRESSÕES MANOMÉTRICAS   |            |
| Julio Surreaux Chagas  |            |
| Luiz Antonio Ratkiewicz  |            |
| Cristiano Vitorino da Silva  |            |
| DOI 10.35587/brj.ed.00022  |            |
| <b>CAPÍTULO 8 .....</b>  | <b>73</b>  |
| ESTUDO DE CASO NO CONTEXTO DA ENGENHARIA DE SOFTWARE: SGCOPLEX   |            |
| José Damião de Melo  |            |
| Mikaele Costa Mendonça   |            |
| Wanderson Roger Azevedo Dias   |            |
| DOI 10.35587/brj.ed.00023  |            |
| <b>CAPÍTULO 9 .....</b>  | <b>90</b>  |
| ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O MODELO FLEURIET E OS INDICADORES DE RENTABILIDADE E LIQUIDEZ PARA AS MAIORES E MELHORES EMPRESAS DE CAPITAL ABERTO SEGUNDO A REVISTA EXAME |            |
| Claudia Horrany Guimarães Silva Morel  |            |
| Geovane Camilo dos Santos  |            |
| Dryelle Laiana de Jesus Silva dos Santos   |            |
| Alexandre Pedroza Francisco  |            |
| Alexandre de Carvalho Paranaíba  |            |
| DOI 10.35587/brj.ed.00024  |            |
| <b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>  | <b>114</b> |

# CAPÍTULO 1

## PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DO RAMO MOVELEIRO

### **Evandro João Schürhaus**

Graduando em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Endereço: Campus Grande Florianópolis - Avenida Pedra Branca, 25, Cidade Universitária Pedra Branca, Palhoça, SC, Brasil

Email: evandro\_sto@hotmail.com

### **Valnei Carlos Denardin**

Mestre em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Endereço: Campus Grande Florianópolis - Avenida Pedra Branca, 25, Cidade Universitária Pedra Branca, Palhoça, SC, Brasil

Email: valnei.denardin@unisul.br

### **Ivete de Fátima Rossato**

Doutora em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Endereço: Campus Grande Florianópolis - Avenida Pedra Branca, 25, Cidade Universitária Pedra Branca, Palhoça, SC, Brasil

Email: ivete.rossato@unisul.br

### **José Roberto de Barros Filho**

Doutor em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Instituição: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Endereço: Campus Grande Florianópolis - Avenida Pedra Branca, 25, Cidade Universitária Pedra Branca, Palhoça, SC, Brasil

Email: josebarrosfilho@gmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou mostrar o estado atual dos processos produtivos de um determinado produto visando desenvolver uma proposta de implantação da manufatura enxuta nesses processos produtivos em uma empresa do ramo moveleiro. Para isto buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica abordando conceitos sobre as ferramentas do Sistema Toyota de Produção (STP), como o Kanban, entre outras. Outros assuntos como o mapeamento do fluxo de Valor (MFV), a gestão de estoques, o cálculo das necessidades de materiais (MRP) e Planejamento e controle da produção (PCP) foram conceituados, pois se tratam de assuntos essenciais para o entendimento dos fluxos de informações e análise dos processos utilizados. Para mapear os processos envolvidos na fabricação deste produto foi utilizada a ferramenta MFV, onde foram coletados dados desses

processos envolvidos e identificados excessos de estoques, que para o cenário futuro propôs-se a utilização da ferramenta Kanban. Por meio dessa proposta obtiveram-se resultados importantes para a empresa, pois nos processos estudados mudam-se as programações da produção tornando a manufatura empurrada em uma manufatura enxuta. Pode-se concluir que essa proposta de aplicação proporcionou benefícios atrativos que mudam a gestão dos estoques e possibilita-se a redução dos estoques e o aproveitamento da área e do tempo produtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento do fluxo de Valor; Kanban; Gestão de Estoques.

**ABSTRACT:** This study aimed to show the current state of the production processes of a product in order to develop a proposal for the implementation of lean manufacturing these processes in a company in the furniture industry. For this study sought to conduct a literature search addressing concepts of the tools of the Toyota Production System (TPS), such as Kanban, among others. Other issues such as the mapping of the flow value (MFV), inventory management, calculation of material requirements planning (MRP) and Planning and production control (PCP) were respected, since these are key issues for understanding the flows information and analysis of the process used. To map the processes involved in the manufacture of this product was used MFV tool where data were collected these processes involved and identified waste, which for the future scenario proposed the use of Kanban tool. Through this proposal yielded important results for the company, because the studied processes change to the schedules of production making manufacture pushed in a lean manufacturing. It can be concluded that the proposed allocation provided attractive benefits that change inventory management and enables the reduction of inventories and the use of the area and productive time.

**KEYWORDS:** Flow Value Mapping; Kanban; Inventory Management.

## 1. INTRODUÇÃO

As indústrias buscam ampliar sua competitividade por meio de ações que permitem destacá-las de seus concorrentes, para cultivar e conquistar novos clientes, ao mesmo tempo em que buscam suprir as necessidades dos clientes com mais eficiência utilizando menos recursos.

O principal objetivo de uma empresa é elevar ao máximo o retorno sobre o capital investido. Para alcançar o máximo de retorno, ela deve utilizar o capital de uma maneira que não fique parado. O fato de aumentar os estoques não gera acréscimo nas vendas ou aumento nos lucros. O investimento em estoques é atrativo quando os mesmos funcionam como um combustível necessário para a produção e o bom atendimento das vendas. Do mesmo modo em que a falta de estoques pode afetar o ritmo de produção e ocasionar limitações nas vendas. Na década de 70 surgiu no Japão uma filosofia chamada Just-in-Time, onde associava expressões como eliminação de estoques, melhoria contínua, produção sem

estoques, entre outros. Com a utilização do JIT veio o sucesso de produtos industrializados pela indústria ocidental Toyota Motor Company que obteve sistemas de manufatura que agregavam qualidade sem gerar estoques. (DIAS, 2012).

Uma das ferramentas utilizadas para atingir as metas do JIT é o Kanban. O Kanban é a palavra japonesa para cartão ou sinal. O sistema Kanban é o oposto dos sistemas de produção tradicionais, pois, é um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados, tem a função de informar os empregados primeiramente, que estão fazendo as peças, se essas peças serão necessárias (se podem vender) ou não (não podem vender). (MOURA, 2007).

O presente trabalho vai mostrar o fluxo produtivo de uma empresa com a finalidade de propor melhorias, procurando reduzir estoques, buscar vantagens competitivas e aumentar a produtividade. Foi utilizada a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), por meio do manual de trabalho de uma ferramenta enxuta elaborado pelos autores Rother e Shook (1999) onde mostra o caminho para mapear um fluxo de valor do estado atual e sugere caminhos e ferramentas para um fluxo de valor futuro objetivando-se tornar o sistema produtivo mais enxuto. Dentro deste contexto, a seguir temos o problema identificado na empresa estudada.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO**

A produção *lean*, “também conhecida como o Sistema *Toyota* de Produção, representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem”. (DENNIS, 2008, p.31).

Nas palavras de Monden (2015, p.4), “A principal consideração do Sistema *Toyota* de Produção é reduzir os custos por meio da eliminação completa do desperdício. Quatro tipos de desperdício podem ser encontrados nas operações da manufatura”: a) Excesso de recursos de produção; b) Superprodução; c) Excesso de estoque; d) Investimento desnecessário de capital.

### **2.2 SISTEMA KANBAN**

O termo *Kanban* surgiu no Japão, foi *Taiichi Ohno* que nos anos de 1950 operacionalizou o sistema *kanban*, no contexto da filosofia JIT, para informar ao

fornecedor de uma estação de trabalho o que, quando, quanto e para quem produzir. (RODRIGUES, 2014).

Conforme Moura (2007), *Kanban* é uma técnica de administração de materiais e de produção no momento exato (*Just-in-Time*), onde é controlado por meio da movimentação do cartão (*kanban*). O sistema *Kanban* é o contrário dos sistemas de produção tradicionais, pois, é um método de “puxar” e não de empurrar as necessidades de produtos acabados.

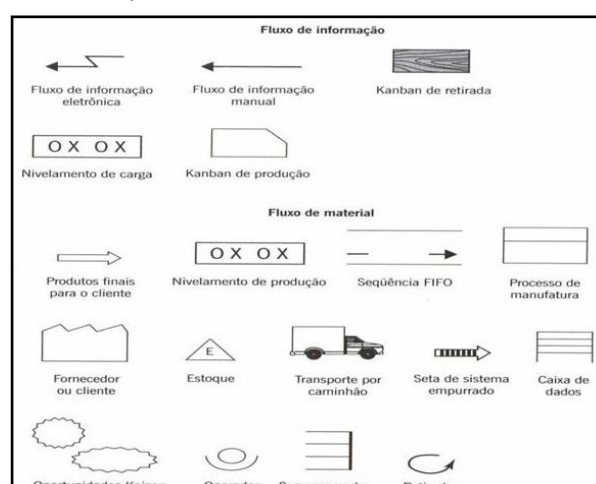
De acordo com Ohno (1997, p.46) “o método de operação do Sistema Toyota de Produção é o *Kanban*. A forma mais freqüentemente usada é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil retangular”.

## 2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*) é uma ferramenta muito aplicada na produção enxuta. O conjunto de todas as atividades e processos que vão desde a aquisição da matéria-prima até a entrega do cliente final está entendido pelo fluxo de valor. “Essa ferramenta é um método de modelagem de empresas relativamente simples (utiliza papel e lápis) com um procedimento para construção de cenários de manufatura”. (LUSTOSA et al., 2008, p. 102).

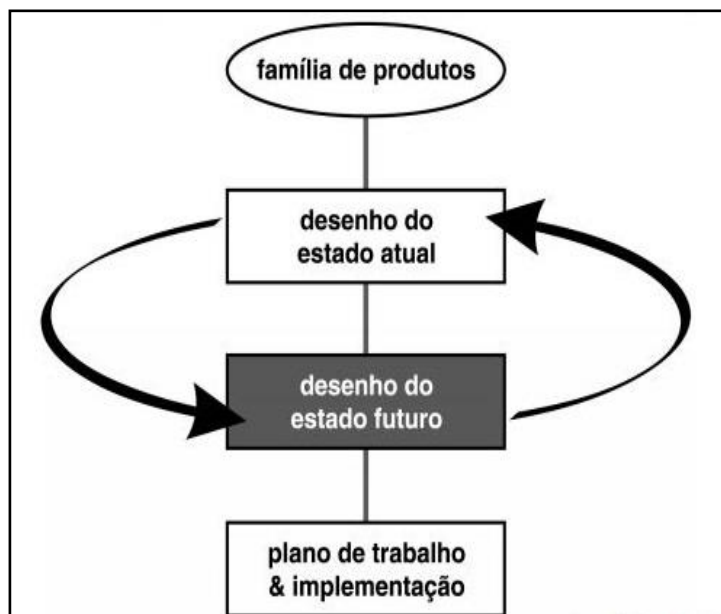
O mapeamento o fluxo de valor (MFV), segundo Dennis (2008, p.104) “é uma ferramenta valiosa que nos ajuda a entender nossa situação atual e a identificar oportunidades de melhoria”. Como afirmam Slack; Brandon-jones; Johnston, (2015, p.456) o “mapeamento do fluxo de valor é uma abordagem simples, mas eficaz para entender o fluxo de materiais, clientes e informações à medida que um produto ou serviço é agregado assim que passa ao longo de um processo, operação ou rede de suprimento”.

**Figura 1** – Símbolos de mapeamento de fluxo de valor. Fonte: Dennis (2008).



Liker e Meier (2007) acrescentam que o MFV não detalha o que você poderá encontrar ao longo do caminho, ele é como um mapa de ruas mostrando o percurso, como um guia.

**Figura 2** – Etapas da Utilização do MFV. Fonte: Rother e Shook (1999).



Com certeza o ciclo do “futuro tornar-se presente” nunca terá fim. Rother e Shook (1999) concluem que isso deveria ser a essência da administração na dia-a-dia, quando você elimina as bases dos estoques dentro de um ciclo, você identifica mais estoques desnecessários no ciclo seguinte.

## 2.4 GESTÃO DE ESTOQUES

Como afirma Dias (2012, p.284), “um eficiente sistema de controle é elemento básico em todas as fases de desenvolvimento, planejamento e administração de empresas comerciais e industriais”.

Segundo Tubino (2000) os principais conceitos integrados à administração dos estoques é a necessidade de diferencia-los quanto as suas importâncias relativas, determinar o tamanho dos lotes de reposição e dimensionar estoque de segurança.

## 2.5 MRP

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2015, p.439) “*Materials requirements planning* (MRP) é uma abordagem para calcular quantas partes ou materiais de tipos específicos são necessários e em que momentos são requeridos”.

MRP (*Material Requirements Planning*, ou cálculo das necessidades de materiais), citando Corrêa e Giansesi (2012, p.104) afirmam que o objetivo do MRP é “permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias”.

## 2.6 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejamento e controle da produção (PCP), segundo Tubino (2009), é a administração do sistema produtivo para que os insumos se transformem em produtos (bens e/ou serviços), o sistema produtivo precisa ser pensado em termos de prazos, em que planos serão feitos e em que ações serão disparadas com base nestes planos para que, transcorridos estes prazos, os eventos planejados pelas empresas venham a se tornar realidade.

## 3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Rother e Shook (1999, p. 42) comentam em seu manual que “podemos ver os problemas fundamentais com a produção em massa (ou ‘lote e empurra’), na empresa ALPHA, observamos cada processo que atualmente produz e empurra a prateleira interna de acordo com as programações do setor de PCP. Como este material produzido não é necessário ainda, é considerado como excesso de estoque. Então devemos eliminar as fontes do excesso de estoque para projetar um estado futuro enxuto.

Efetuuou-se o cálculo *do takt time* do produto escolhido. Portanto, o *Takt time* é calculado conforme segue: a) Demanda = 70 prateleiras/quinzena= 07 prateleiras/dia (considerando 10 dias úteis);

### 3.1 FLUXO DE MATERIAIS E INFORMAÇÕES

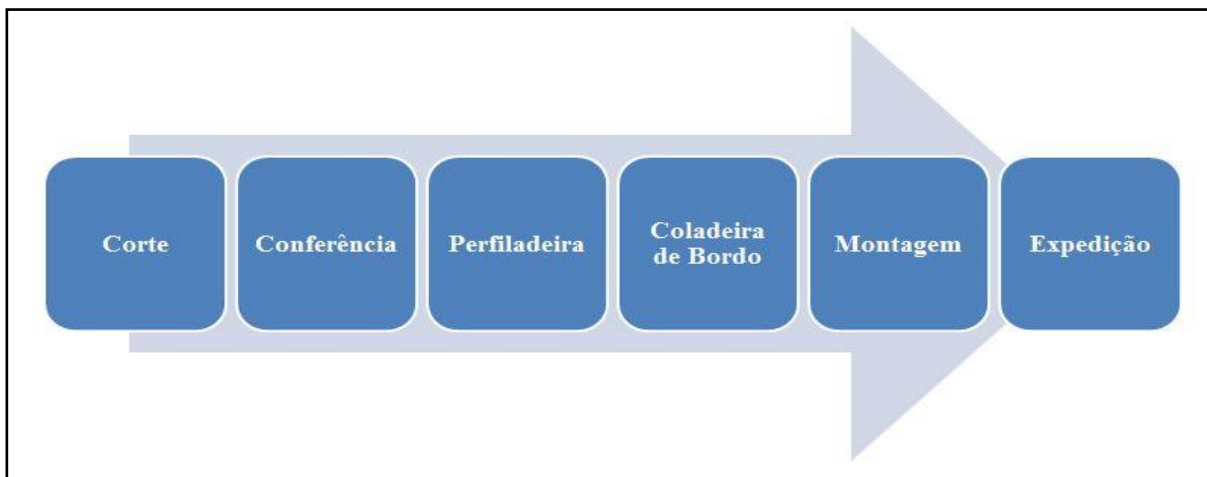
Este tópico tem como foco abordar o fluxo de materiais e informações tendo como objetivo esclarecer o funcionamento do setor de PCP, e mostrar o funcionamento das etapas e operações produtivas que envolvem a fabricação da prateleira interna, utilizando informações coletadas junto aos colaboradores, através de perguntas informais sobre os processos produtivos da prateleira interna.

#### 3.1.1 ETAPAS E OPERAÇÕES PRODUTIVAS

Os processos de produção da prateleira interna envolvem os setores de corte, conferência, perfiladeira, coladeira de bordos, montagem e expedição. Para

obter um melhor entendimento do fluxo de produção, pode-se observar na figura 3 o fluxograma dos processos da empresa estudada.

**Figura 3** – Fluxograma dos processos. Fonte: Elaboração do autor (2016).



### 3.1.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL

Para realizar o mapeamento do fluxo de valor atual foram coletadas informações do estado atual da produção, foram analisados os fluxos reais de materiais e de informações.

Por meio dos dados levantados anteriormente, como a quantidade de operadores, o estoque observado, o Tempo de Ciclo (TC), a quantidade de turnos e a disponibilidade de operação/máquina, foi realizado o MFV atual que está ilustrado no apêndice A. Os principais pontos discutidos foram à programação da produção por meio do setor de PCP que programa a produção semanalmente, os estoques intermediários em excesso e o *lead time* longo. A figura 4 a seguir demonstra a situação atual dos processos com os estoques observados em unidades, estoques observados convertidos para dias por intermédio do cálculo do *takt time* e o tempo de ciclo de cada operação.

**Quadro 1** – Dados atuais dos processos produtivos

| Processo     | Estoque anterior ao Processo (unidade) | Estoque anterior ao Processo (dias) | Tempo de Ciclo (TC) (min/peça) |
|--------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Setor Corte  | 350                                    | 50                                  | 0,5                            |
| Conferência  | 70                                     | 10                                  | 0,5                            |
| Perfiladeira | 35                                     | 5                                   | 0,5                            |

|                    |            |           |          |
|--------------------|------------|-----------|----------|
| Coladeira de bordo | 35         | 5         | 0,5      |
| Montagem           | 175        | 25        | 1,5      |
| Expedição          | 0          | 0         | 0,5      |
| <b>Total</b>       | <b>665</b> | <b>95</b> | <b>4</b> |

Fonte: Elaboração do autor (2016).

### 3.1.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR FUTURO

Na empresa ALPHA, as prateleiras internas são produtos fáceis de armazenar, porém a demanda dos clientes aumenta e diminui sem previsões, com isso a empresa não possui uma total confiabilidade das mudanças a serem feitas para o estado futuro. Então optou-se por começar com um supermercado de produtos acabados e aproximar-se do Postponement. De acordo com Rother e Shook (1999), o FIFO conceitua-se em uma transferência de quantidades controladas de material entre processos em uma sequência “primeiro a entrar – primeiro a sair”. Então se na referida empresa encontra-se uma demanda de 07 peças/dia, optou-se junto à gerência estimar um número de peças entre os processos, estipulou-se um estoque de 07 prateleiras em estoque para cada processo, ou seja, 01 dia de prateleiras entre cada processo antes do estoque do processo puxador (montagem), para que o fluxo funcione e não ocorram estoques desnecessários.

O apêndice B ilustra a aplicação da ferramenta *Kanban* no estoque anterior ao processo de montagem (processo puxador) e utilizando o cálculo do número de *Kanbans* definimos o número adequado para eliminar os estoques desnecessários entre os processos, onde junto com a ferramenta FIFO irá garantir um fluxo contínuo entre os processos.

### 3.1.4 RESULTADOS OBTIDOS

A partir da determinação do MFV futuro com a abordagem de produção puxada por meio da ferramenta *Kanban* foi evidenciado os principais resultados obtidos, os quais serão apresentados e discutidos a seguir. No quadro 2 a comparação dos resultados obtidos.

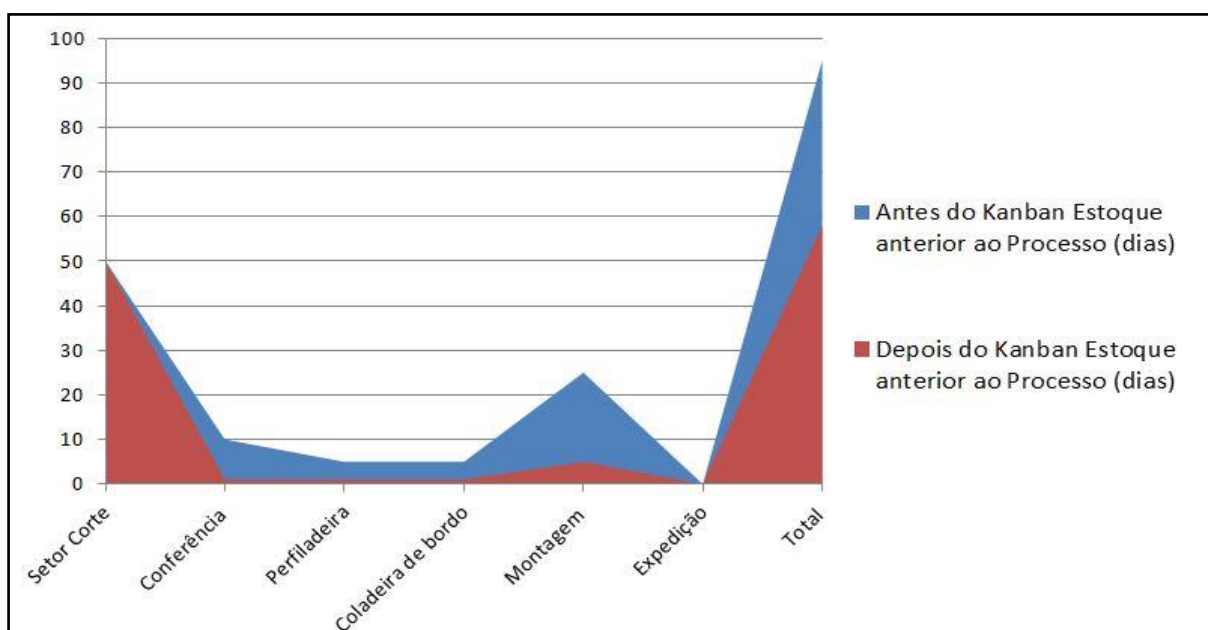
**Quadro 2** – Comparativo: antes e depois do Kanban

| Processo           | Antes do Kanban                        |                                     | Depois do Kanban                       |                                     |
|--------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
|                    | Estoque anterior ao Processo (unidade) | Estoque anterior ao Processo (dias) | Estoque anterior ao Processo (unidade) | Estoque anterior ao Processo (dias) |
| Setor Corte        | 350                                    | 50                                  | 350                                    | 50                                  |
| Conferência        | 70                                     | 10                                  | 7                                      | 1                                   |
| Perfiladeira       | 35                                     | 5                                   | 7                                      | 1                                   |
| Coladeira de bordo | 35                                     | 5                                   | 7                                      | 1                                   |
| Montagem           | 175                                    | 25                                  | 35                                     | 5                                   |
| Expedição          | 0                                      | 0                                   | 0                                      | 0                                   |
| <b>Total</b>       | <b>665</b>                             | <b>95</b>                           | <b>406</b>                             | <b>58</b>                           |

Fonte: Elaboração do autor (2016).

Poderemos observar com maior clareza o gráfico ilustrado na figura 4 a seguir, o comportamento dos estoques nos dois processos, antes e após a aplicação do kanban.

**Figura 4** – Gráfico comparando o antes e o depois do Kanban.



Fonte: Elaboração do autor (2016).

A seguir serão esclarecidos os resultados de forma geral: a) A redução do estoque operacional torna-se visível por meio da proposta de MFV, pois o estoque do produto foi reduzido, antes tínhamos 665 prateleiras internas entre os processos e com a aplicação da nova proposta temos agora 406 prateleiras internas, isso contando com as 350 peças que ainda estão em forma de chapas. Por outro lado, a redução da necessidade de espaço físico e organização entre os processos também é um fato a ser considerado no resultado da pesquisa; b) Alteração das atividades do setor de PCP, ou seja, após a nova proposta de MFV o setor de PCP poderá programar sua produção pelo processo puxador (Montagem), onde produzirá puxando a produção; c) Possibilidade de redução de matéria-prima antes do processo de corte, podendo assim planejar uma maior frequência de entregas do fornecedor e um menor desembolso da empresa, além da rotatividade da matéria-prima evitando-se assim que fique obsoleta por excesso de estoque.

Após ter demonstrado os resultados obtidos, o próximo tópico serão as considerações finais para demonstrar o atendimento da pesquisa e recomendá-la para futuros acadêmicos.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **4.1 A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA EM UM CONTEXTO GERAL**

De modo geral, o atual trabalho confirma o potencial de uma proposta de aplicação da manufatura enxuta, com diversos benefícios para as empresas que desejam obter sempre redução de custos por intermédio da redução de estoques operacionais e de produtos acabados. Um trabalho desta natureza recomenda o aprimoramento do conhecimento sobre ME, não se designando apenas ao ambiente acadêmico e industrial, mas a leitores em geral, que estejam interessados em adquirir conhecimentos referentes as ferramentas da ME apresentadas em literaturas especializadas. Os conceitos de Manufatura Enxuta, embora tenham surgido nas empresas automobilísticas, podem e precisam ser aplicados em outras empresas, de qualquer ramo de atividade, pode-se aplicar desde os fornecedores até o cliente final. No entanto a implantação é difícil em função da necessidade de mudança radical de mentalidade e valores, mas experiências como a da *Toyota*, mostram que vale a pena mudar.

## 4.2 A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA PARA A EMPRESA ESTUDADA

A filosofia de Manufatura Enxuta tem comprovado resultados positivos no que se refere à gestão de produção. Os fatores nesta ocasião expostos indicam uma grande potencialidade para o emprego das técnicas e ferramentas da ME, porém deve-se destacar que para alcançar os resultados em seu maior potencial, necessita-se de uma mentalidade enxuta, e isso depende do nível de entendimento das organizações.

## REFERÊNCIAS

CORREIA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIAS, Marco Aurélio P.. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo toyota: manual de aplicação - guia prático para a implementação dos 4 ps da toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800308/cfi/0!/4/4@0.00:66.1>>. Acesso em: 07 maio 2016.

LUSTOSA, Leonardo et al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma Abordagem Integrada ao Just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602164/cfi/1>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

MOURA, Reinaldo A. **Kanban: a Simplicidade do Controle de Produção**. 7. ed. São Paulo (SP): IMAM, 2007.

OHNO, Taiichi (1988). **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

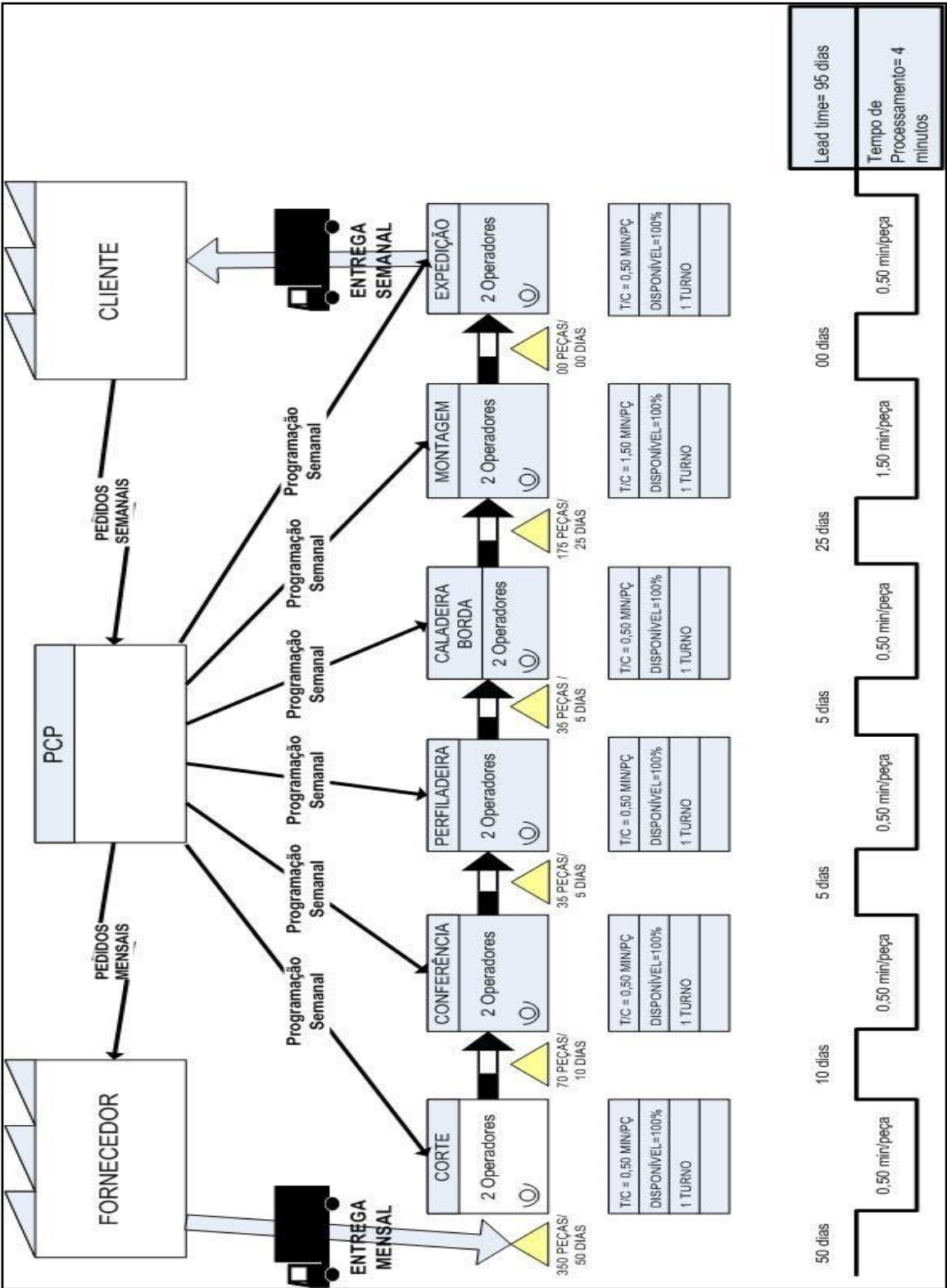
ROTHER, Mike; SHOOK, John; **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Copyright, 1999.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015. Disponível em: <[https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597003352/cfi/6/2\[vnd.vst.idref=cover\]](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597003352/cfi/6/2[vnd.vst.idref=cover])>. Acesso em: 23 abr. 2016.

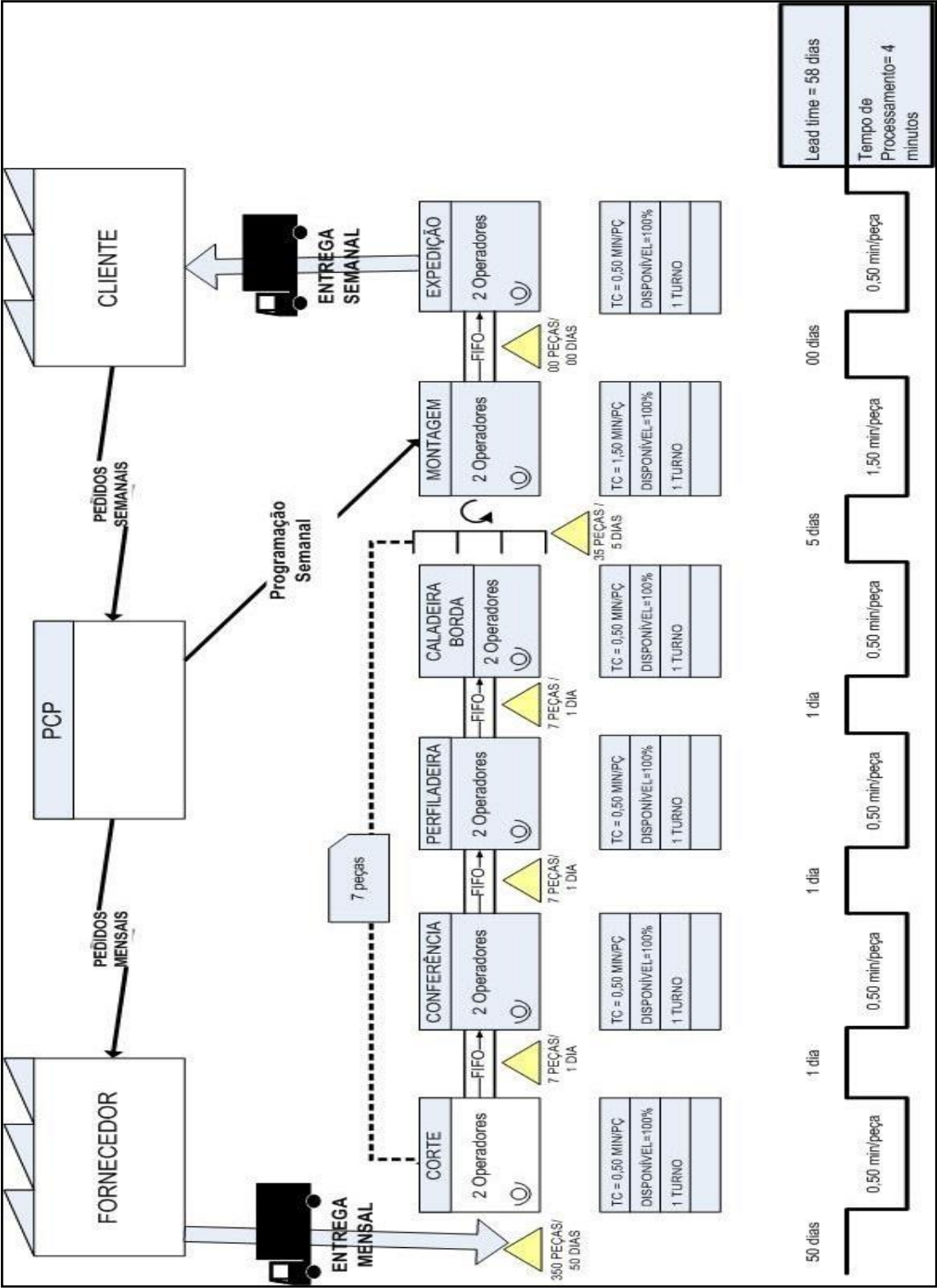
TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo (SP): Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522494668/cfi/4!/4/4@0:8.97>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

**APÊNDICE A –** Mapeamento do fluxo de valor atual da empresa estudada.



APÊNDICE B – Mapeamento do fluxo de valor futuro da empresa estudada.



## CAPÍTULO 2

### UTILIZANDO A COMPUTAÇÃO EM NUVEM NA ORIENTAÇÃO DE TRABALHOS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

#### **Lucas Antonio Xavier**

Mestrando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Endereço: Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória – ES, Brasil

Email: [lucas.perobas@gmail.com](mailto:lucas.perobas@gmail.com)

#### **Chirlei de Fátima Rodrigues**

Mestranda em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal do Espírito Santo

Instituição: Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

Endereço: Rua Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara, Vitória – ES, Brasil

Email: [soyer.chirlei9@gmail.com](mailto:soyer.chirlei9@gmail.com)

#### **Breno Rodrigues Segatto**

Doutorado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Endereço: Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória – ES, Brasil

Email: [breno.segatto@ufes.br](mailto:breno.segatto@ufes.br)

#### **José Izaias Moreira Scherrer Neto**

Mestrando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Endereço: Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória – ES, Brasil

Email: [netoscherrer@hotmail.com](mailto:netoscherrer@hotmail.com)

#### **José Roberto Nadú de Carvalho Filho**

Grau de formação - Licenciado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo

Instituição - Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço - Av. Beira Mar nº276 - Iri, Anchieta - ES, Brasil.

Email: [jrcarvalho123@hotmail.com](mailto:jrcarvalho123@hotmail.com)

**RESUMO:** Em um cenário de constantes transformações no campo da educação, os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), são ferramentas que constituem um campo inovador que vem auxiliando os processos de ensino e aprendizagem. Com este trabalho pretende-se apresentar uma análise da importância de um Objeto Digital na orientação de trabalhos de Feira de Ciências nas escolas Coronel Gomes de Oliveira e Profª Filomena Quitiba. Com o objetivo de aprimorar a educação científica e fomentar o incentivo à pesquisa, foi utilizada a Computação em Nuvem como um recurso tecnológico digital auxiliar. Participaram do projeto treze turmas dos 1º anos do ensino médio, uma turma do 2º ano e uma turma do 3º ano que, por meio de um edital inscreveram seus trabalhos para participação em uma feira de Ciências. A edição digital permitiu e facilitou a produção dos textos de forma cooperativa, permitindo o uso de diferentes espaços na construção do conhecimento, proporcionando diversas reflexões sobre as práticas escolares e

sobre a importância da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no processo de ensino aprendizagem, apropriando-se de uma ferramenta dinâmica e atual na integração de diferentes saberes e indivíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** feira de ciências, computação em nuvem, TICs.

**ABSTRACT:** In a scenario of constant transformations in the field of education, Digital Learning Objects (ODA) are tools that constitute an innovative field that has been helping the teaching and learning processes. This paper intends to present an analysis of the importance of a Digital Object in the orientation of Science Fair works in the Coronel Gomes de Oliveira and Profª Filomena Quitiba schools. In order to improve scientific education and foster research incentive, Cloud Computing was used as an auxiliary digital technological resource. Participated in the project thirteen classes of the first year of high school, a class of the 2nd year and a group of the 3rd year who, through a public notice, enrolled their works for participation in a science fair. The digital edition allowed and facilitated the production of the texts in a cooperative way, allowing the use of different spaces in the construction of knowledge, providing diverse reflections on the school practices and on the importance of the use of Information and Communication Technologies (ICTs) in the process of teaching learning, appropriating a dynamic and current tool in the integration of different knowledge and individuals.

**KEYWORDS:** science fair, cloud computing, ICTs.

## 1. INTRODUÇÃO

A diversidade de práticas adotadas no campo educacional coloca em evidência a necessidade do uso de novas tecnologias que contribuam com o sucesso da aprendizagem, buscando desenvolver o gosto pela ciência. Segundo Moran (2004) citado por Xavier, L. A. et al (2018), a escola pode ser um espaço de inovação, de experimentação saudável de novos caminhos. Não precisamos romper com tudo, mas implementar mudanças e supervisioná-las com equilíbrio e maturidade. Portanto, as feiras representam uma metodologia que engloba diversas habilidades a serem aplicadas nesse campo. Tradicionalmente as feiras se limitavam à apresentação de experimentos. Numa perspectiva inovadora, diferente método tem sido adotado no sentido de explorar a produção técnico científica de alunos na fundamentação e redação de trabalhos. Entretanto, observa-se que grande parte encontra dificuldades em produzir e redigir trabalhos no formato científico, o que, muitas vezes culmina no plágio. Outra limitação também observada é a dificuldade do professor em orientar esses trabalhos. Essas dificuldades podem ser sanadas por meio de uma orientação mais individualizada, de forma a maximizar os resultados. Portanto, ao participarem de eventos como a Semana Nacional de Ciência e

Tecnologia (SNCT), que ocorre anualmente no mês de outubro, e, onde é exigido o trabalho escrito, os alunos tem concretizada a oportunidade com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

O artigo analisou o uso do *Google Drive* no projeto de Feira de Ciências de duas escolas estaduais, ambas localizadas na Região Sul do Espírito Santo. A Escola Coronel Gomes de Oliveira está situada no município de Anchieta e Professora Filomena Quitiba no município de Piúma, pertencentes à Secretaria Regional de Ensino – SRE/Vila Velha.

É imprescindível que o aluno se aproprie dos saberes referentes às normas estabelecidas de redação de trabalhos, uma vez que esses saberes se complementam no campo teórico e prático. Com o passar do tempo ficou latente a percepção de que a orientação não estava adequada, devido ao curto tempo do professor, ou mesmo porque o aluno deixava a tarefa para a última hora. Neste sentido, ao questionarmos quais as práticas pedagógicas apoiadas pelas TICs estão levando a resultados melhores, acreditamos que as tecnologias disponíveis possibilitam trilhar esse caminho. Abarcando uma perspectiva de ampliar o processo de aprendizagem e a apropriação de saberes, esse trabalho objetiva analisar as vantagens da utilização de recursos de informática na orientação de grupos de Feiras de Ciências, de modo a caracterizar a produção escrita dos alunos, realizada por meio de atividades ancoradas pelo *Google Drive*.

## **2. FEIRAS DE CIÊNCIAS**

O projeto Feira de Ciências possibilita uma inter-relação entre os conteúdos programáticos de ensino, as situações de aprendizagem e os variados contextos de vida social e pessoal e pessoal dos alunos. Uma das estratégias pioneiras para o desenvolvimento do ensino de ciências, segundo Mancuso (2006), foi a constituição dos centros de Ciências, a partir de 1963, que possibilitaram a estudantes e professores a prática do ensino num ambiente não formal de educação. Desde então, afirma o autor, “Várias tendências pedagógicas se manifestaram na educação brasileira, ao longo desses anos, buscando substituir e, ao mesmo tempo, coexistindo com a pedagogia autoritária da escola tradicional.” E foi nesse cenário de surgimento de organizações de profissionais desse campo, preocupados com a educação científica que surgem as feiras de ciências. Fruto de um percurso

histórico, as feiras de ciências foram se modificando, devido ao fato de ter perpassado por várias influências (culturais, políticas, econômicas) que, ao longo do tempo foram estabelecendo novos formatos:

Atualmente, o movimento das feiras mostra-se muito vivo em todo o Brasil (aparecendo em grande parte dos Estados), em vários países da América Latina e do mundo e, cada vez mais, o evento evidencia modos de superar a ideia de uma ciência como conhecimento estático, para atingir uma amplitude bem maior, de ciência como processo, ciência como modo de pensar, ciência como solução de problemas. Muitas investigações já apresentam um caráter interdisciplinar e, na maioria das vezes, estão motivadas pelos problemas e direcionadas às soluções existentes na própria comunidade, revelando uma contextualização dos conhecimentos (Mancuso, 2006, p. 16).

Com os avanços obtidos pela ciência e suas tecnologias, a Feira de Ciências vem apresentando novas características que compreendem o uso de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), tanto na elaboração e execução dos projetos quanto na exposição dos mesmos. Audino e Nascimento (2010) chamam atenção para uso desta terminologia que recebeu diferentes nomes entre os pesquisadores. Mas, na concepção de Allan (org.) et al (2013, p. 66) Objetos Digitais de Aprendizagem – ODA:

[...] são recursos que colaboram para estimular os alunos a se envolver com o processo de aprendizagem. São considerados objetos digitais de aprendizagem todo e qualquer recurso, disponível em formato digital, que conduza os alunos a se apropriar de algum conceito de forma estruturada e consistente, fazendo-os contextualizar e conectar assuntos e temas diversos ou mesmo se aprofundar sobre determinado conhecimento.

Dentro dessa concepção a SNCT, organizada anualmente, vem estimulando e fomentando a produção científica nas instituições educacionais dentro e fora do Estado. As escolas Professora Filomena Quitiba e Coronel Gomes de Oliveira, nos últimos anos, participaram ativamente desse evento onde seus alunos compartilharam diversas experiências dentro da perspectiva de educação científica. Portanto, acreditamos que, adotar o uso das TICs, na orientação dos trabalhos das Feiras de Ciências, representa um avanço na qualidade dos trabalhos produzidos.

## 2.1 POTENCIALIDADES DAS TICS NA EDUCAÇÃO

As TICs estão cada vez mais presentes nas escolas públicas com o uso de computadores, *tablets*, *smartphones* e de acordo com Bernades (2010, p. 192) são “acompanhados do *boom* das telecomunicações e do decorrente aumento da utilização da internet em processos educacionais, trouxeram à tona uma maior possibilidade de compartilhamento desses recursos, bem como de troca de

experiências entre profissionais”. O uso das tecnologias no contexto educacional rompe com uma metodologia tradicional desprendida de motivação para o educando. O cotidiano de nossos alunos é recheado de ferramentas tecnológicas, eles participam, segundo Carvalho e Ivanoff (2010, p. 125), “ativamente na utilização dessas ferramentas multimídias e aprendem com elas e por meio dela, dentro e fora da sala de aula”.

Dessa forma, conformando com Franco (2013, p. 29) “as mídias digitais fazem parte do cotidiano da atual geração de crianças e jovens, o professor não pode se distanciar dessa realidade. É importante explorar as diversas potencialidades pedagógicas das novas tecnologias da informação e da comunicação em projetos e atividades significativas para os alunos”. Assim, a educação torna-se mais atrativa aos olhos dos estudantes. Eles passam a ser protagonistas da própria aprendizagem, saindo de uma aprendizagem tradicional para a colaborativa. Na Tabela 1 temos um comparativo dos paradigmas que, de acordo com Kenski (2003, p.127), mostra qual o caminho em busca de uma solução para alunos e professores em comunhão:

**Tabela 1** – Aprendizagem tradicional *versus* aprendizagem colaborativa.

| <b>Máxima sobre aprendizagem tradicional</b> | <b>Máxima sobre aprendizagem colaborativa</b> |
|--|---|
| Sala de aula                                 | Ambiente de aprendizagem                      |
| Professor – autoridade                       | Professor Orientador                          |
| Centrado no professor                        | Centrada no aluno                             |
| Aluno – “uma garrafa a encher”               | Aluno – “uma lâmpada a iluminar”              |
| Reativa, passiva                             | Proativa, investigativa                       |
| Aprendizagem em solidão                      | Aprendizagem em grupo                         |
| Memorização                                  | Transformação                                 |
| Ênfase no produto                            | Ênfase no processo                            |

Fonte: Tecnologias e ensino presencial e a distância / Vanil Moreira Kenski (2003).

De acordo com Menezes, E.T.; Santos, T. H. (2002):

[...]aprendizagem colaborativa é um termo relacionado ao processo de criação compartilhada, na qual dois ou mais indivíduos, com habilidades complementares, interagem para criar um conhecimento compartilhado que nenhum deles tinha previamente ou poderia obter por conta própria. A colaboração cria um significado compartilhado sobre um processo, um produto ou um evento.

Saindo de uma aprendizagem tradicional e galgando uma aprendizagem mais colaborativa como sugerido na Tabela 1, fruto da presença das tecnologias na educação, é possível desenvolver habilidades complementares por meio da interação.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia adotada é de natureza qualitativa e a técnica foi baseada em análise documental dos projetos elaborados pelos alunos. Foram selecionadas duas unidades escolares localizadas no município de Anchieta e Piúma, regiões Sul pertencentes à rede estadual. Na escola Coronel Gomes de Oliveira foram envolvidas 11 turmas de primeiro ano e na escola Filomena Quitiba foram quatro turmas do noturno (duas turmas de primeiro ano, uma do segundo e uma turma do terceiro ano).

#### **3.1 DESENVOLVIMENTO DAS AÇÕES**

O recurso Computação em Nuvem foi trazido para a escola Coronel Gomes de Oliveira em 2013 por meio de um aluno do curso de Licenciatura em Informática na Educação - IFES - Campus Cachoeiro. A partir das oficinas realizadas foi possível compreender o papel das TICs na educação, facilitando o trabalho colaborativo/cooperativo. O aplicativo *Google Drive* permite a criação de documentos, pastas, apresentações e provas no formato de *nuvem*. Foi determinado um tempo para a conclusão dos projetos – três meses. As turmas foram distribuídas para cada professor da área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, que tinham por finalidade orientar, acompanhar e avaliar o desenvolvimento e a redação dos trabalhos em *Nuvem* (online). As ações eram socializadas pelos professores durante as reuniões de planejamento de área semanalmente. As etapas para a elaboração dos trabalhos foram: **1ª**: Abertura dos e-mails e após a formação dos grupos os alunos fizeram a escolha do tema mediante várias opções ofertadas a eles. **2ª**: Pesquisa bibliográfica. **3ª**: Elaboração e produção de textos – Sistematização do conhecimento. **4ª**: Escrita colaborativa do relatório do projeto. **5ª**: Apresentação (mostra) dos projetos e avaliação final.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

A adoção da nova metodologia (Figura 1) vem ampliando a forma de produzir trabalhos para as Feiras de Ciências.

**Figura 1** – Trabalho feito no Google Drive corrigido por uma professora orientadora.

A educação física escolar na adoção de um estilo de vida ativo 1ºM03

Arquivo Editar Visualizar Inserir Formatar Ferramentas Tabela Ajuda A última edição foi feita há 4 horas por Eliane Marconcini

Texto nor... Arial 11 B I U A

2 1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

**A EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR NA ADOÇÃO DE UM ESTILO DE VIDA ATIVO<sup>1</sup>**

**RESUMO**

A escola é o ambiente ideal para proporcionar a aprendizagem de hábitos saudáveis por meio das aulas de educação física, através de atividades direcionadas e bem orientadas. Os jovens de hoje revelam possuir perspectivas otimistas visando uma vida saudável. Em relação às influências da educação física, os alunos reconhecem a importância dessa disciplina na construção de um indivíduo saudável. Conclui-se que os jovens possuem o conhecimento, mas não o colocaram em prática, é necessário um maior entrosamento entre a disciplina e os alunos, pois as informações devem ultrapassar a linha do desejo e ir ao encontro da realização. Devido a esse tema o nosso grupo elaborou uma maquete de uma quadra de futebol, para fazer a maquete a gente usou: isopor, canudo, tinta guache. Etc. Para ter uma vida saudável as pessoas tem que ser firmes e responsáveis nas suas atitudes para a aquisição de um estilo de vida saudável e uma melhor qualidade de vida.

**OBJETIVOS**

Contribuir para a formação de um indivíduo, tanto no lado da saúde como no lado intelectual e social.

**OBJETIVO GERAL**

Conscientizar a comunidade da importância em fazer atividades físicas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Listar para os alunos os benefícios em fazer exercícios físicos.
2. Descrever para a população as modalidades esportivas mais importantes para o seu trabalho no seu dia a dia.

**MATERIAIS**

.Isopor (60 cm por 50 cm)

Fonte: Autores.

**Comments:**

- Eliane Marconcini** 14:45 Hoje  
Precisam "justificar" o texto, ele está todo digitado à esquerda.  
Responder a este comentário...
- Eliane Marconcini** 14:49 Hoje  
O título está no plural e vcs só colocaram 1 objetivo. Precisam acrescentar mais.
- lucas antonio xavier** 00:32 30 de ago  
Fazer o resumo (6 linhas). Fazer a metodologia (métodos). Fazer resultado esperado (10 linhas). As citações que estão na bibliografia

A edição digital permitiu e facilitou a produção dos textos de forma cooperativa. A maioria dos editores já permite o controle de alterações por um ou mais alunos. Com este controle é possível, a partir de um determinado momento,

marcar quais alterações foram feitas, de modo que é possível reverter para um momento anterior. Isso pode ser feito por duas ou mais pessoas trabalhando coletivamente.

Nessa perspectiva, Carvalho e Ivanoff (2010, p. 117) mostram que:

[...] No direcionamento das tecnologias de informação e comunicação para a educação, precisamos identificar a melhor forma de alinhar a motivação dos alunos e agentes educativos com os objetivos de aprendizagem. As tecnologias estão à disposição de todos e os alunos cada vez mais se apropriam delas, o que cria grandes oportunidades para o professor. Esse é o grande desafio dos processos educativos contemporâneos.

O uso da Computação em Nuvem permitiu o uso de diferentes cenários na construção do conhecimento, proporcionando reflexões sobre questões da prática escolar como: a contemplação da inserção de tecnologias no contexto escolar; O reconhecimento do papel do professor-mediador nos processos de aprendizagem e a compreensão do alcance social das ferramentas de veiculação de conteúdo digital e suas contribuições na elaboração de novas práticas pedagógicas. O projeto integrou ações de ampliação do acesso a computadores conectados à *Internet* para o seu uso competente e autônomo. Tendo como proposta a educação Audino e Nascimento (2010, p. 144) definem "objetos de aprendizagem como sendo recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis em diferentes ambientes de aprendizagem [...]".

Ao relatar os resultados observados durante o desenvolvimento das ações os professores afirmaram: **Professor A:** [...] 'O uso da computação em nuvem otimizou a forma de orientação dos grupos, pois permitiu um trabalho mais individualizado atingindo o maior número de alunos'. **Professor B:** [...] 'Inicialmente os alunos ficaram um pouco resistentes ao uso do novo recurso, entretanto, ao se familiarizarem com a computação em nuvem ficaram empolgados com a praticidade e a possibilidade de construir um trabalho de forma colaborativa'. **Professor C:** [...] 'Não é fácil usar a tecnologia, pois não estou acostumada com este tipo de recurso'. Em geral o uso das ferramentas tecnológicas foi de fundamental importância para a promoção de um ensino de qualidade e o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Entretanto algumas limitações dificultaram o processo como a dificuldade encontrada por alguns professores que não tem o hábito de utilizar a tecnologia em sua prática pedagógica e a falta de disponibilidade de recursos tecnológicos na escola.

## 5. CONCLUSÕES FINAIS

É necessário que o uso dos recursos tecnológicos no contexto educacional seja perpetuado nas atividades desenvolvidas ao longo do processo. Ao analisar e comparar os trabalhos realizados para a participação dos grupos de alunos da escola em eventos proporcionados pelo Estado percebemos que houve um avanço na qualidade dos projetos escritos. Dessa forma, é importante que boas práticas que potencializam a apropriação de saberes sejam mantidas e enriquecidas como a adoção da computação em nuvem. Ao abranger um extenso número de alunos para a orientação de trabalhos para uma feira de ciências, o recurso utilizado se mostra de forma prática, uma vez que otimiza o tempo e encurta as distâncias entre aluno e orientador.

## REFERÊNCIAS

- AUDINO, D. F., NASCIMENTO, R., S., (2010, julho/dezembro). **Objetos de aprendizagem - Diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação**. Revista Contemporânea de Educação, vol. 5, n. 10. Recuperado em 27 de abril, 2014 de <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1620/1468>. Acesso em: 22 de abril 2018.
- BERNARDES, C. C. S. (2010). **Perspectivas de usos dos objetos de aprendizagem na educação on-line e na formação de professores**, p. 191204. In: BRUNO, A. R.; TEIXEIRA, B. B.; CALDERANO, M. A.; (orgs.). Linhas cruzadas: políticas educacionais, formação de professores e educação online. – Juiz de Fora: Editora UFJF.
- CARVALHO, F. C. A. (2010). **Tecnologias que educam: ensinar e aprender com tecnologias da informação e comunicação** / CARVALHO, F. C. A., IVANOFF, G. B. – São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- FRANCO, C. P. (2013, pp. 26-27). **Revista: presença pedagógica**. Maio/junho. 2013. V.19 / n°111. Editora dimensão [ISSN: 1413-1862]
- KENSKI, V. M. (2003). **Tecnologias e ensino presencial e a distância** / Vanil Moreira Kenski. – Campinas, SP: Papirus. – (Série Prática Pedagógica)
- MANCUSO, R. LEITE, I.F. **Feira de Ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas**. FENACEB/ Ministério da Educação, secretaria da Educação Básica – Brasília. Ministério da Educação Básica, 2006. 84 p.
- MENEZES, EbenezerTakuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbete competência. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira -Educabrazil**. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/competencia/>>. Acesso em: 19 de mai. 2018.
- RIBEIRO, J., ALLAN, L.M. (org.), BETTINE, M., MANDAJI, M. SALOMÉ, R. S. SALVADOR, R. L., (2013). **Crescer em Rede. Um guia para promover a formação continuada de professores para adoção de tecnologias digitais no contexto educacional** [PDF].

Recuperado em vinte e seis de abril, 2014 de [http://porvir.org/wp-content/uploads/2013/10/Crescer\\_em\\_Rede\\_PDF.pdf](http://porvir.org/wp-content/uploads/2013/10/Crescer_em_Rede_PDF.pdf). Acesso em: 20 de fev. 2018.

SANTOS, W. L. P. (2007): “**Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**.” Revista Brasileira de Educação, v. 12, n. 36, set./dez. pp. 474–550.

XAVIER, L. A.; SEGATTO, B. R.; Rodrigues, C. F.; SONDERMANN, D. V. C.; LEITE, Sidnei Quezada Meireles; XAVIER, M. G.; “**Integrando tecnologia digital no contexto do ensino de Física e Química na preparação para o Enem**”, p. 110-115. In: São Paulo: Blucher, 2018. ISSN 2358-2359, DOI 10.5151/ecfa2018-22.

# CAPÍTULO 3

## MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL E ENGENHARIA

### **Roberto de Oliveira**

Doutor em Metodologia de Projeto

Instituição: ACE - Associação Catarinense de Engenheiros

Endereço: Rua Capitão Euclides de Castro, 360 Coqueiros, Florianópolis, SC, Brasil

Email: rdeoliveirabr@gmail.com

**RESUMO:** Muito tem se discutido à respeito da mobilidade, ou melhor, da falta dela nas grandes, e mesmo algumas cidades de porte médio. Entretanto ainda poucas soluções no meio técnico explicando como se conseguem baseadas em custos gerais da cidade. Este trabalho discute o efeito do Desenho Urbano desvinculado da consequência de suas decisões ao se abstrair a demografia dos custos das infraestruturas, vai provar com números que as baixas densidades prejudicam a mobilidade, elevam sensivelmente custos urbanos, desde os sistemas de água, energia e comunicações, até transportes coletivos, valorização de imóveis, por exemplo.

**PALAVRAS-CHAVES:** Mobilidade Urbana Sustentável, Custos de Infraestrutura e Transportes, Desenho Urbano.

**ABSTRACT:** Much has been discussed about mobility, or rather, the lack of it in large, and even medium-sized cities. However, there are still few solutions within technical literature explaining how to achieve it based on general costs of the city. This paper discusses the effect of the Urban Design, unrelated to the consequences of its decisions, when abstracting the demography of infrastructures costs. Its will be proved by numbers that low densities considerably hinder mobility, increase urban costs, from water, energy and communications systems, to public transport, to real estate valuation, for example.

**KEYWORDS:** Sustainable Urban Mobility, Infrastructure and Transportation Costs, Urban Design.

### **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta uma explicação técnica sobre os efeitos do desenho urbano na Mobilidade, e os consequentes custos na infraestrutura, desde custos de pavimento, redes de água e energia, até o do transporte. Chega a entrar em detalhes do efeito da demografia, explicitada aqui por meio da densidade demográfica, até custos de transporte público e individual, bem como na valorização do imóvel. Com esta intervenção sob a ótica de serviços básicos da cidade que dependem muito da engenharia, pode-se inferir que o planejamento de uma

Mobilidade Urbana Sustentável pode ser atingido com determinadas medidas urbanísticas com auxílio da engenharia.

## **INFORMAÇÕES BÁSICAS**

Os modos como se pode deslocar no ambiente construído tem duas visões relativas à relatividade do espaço. No micro espaço, ou das edificações, ou no nível da localidade, temos a acessibilidade; no macro espaço, ou seja, num ambiente que envolve a cidade, temos a mobilidade. Assim, a Mobilidade se relaciona com a efetividade do sistema de transportes, ou por caminhada ou via bicicleta, em conectar localidades espacialmente separadas.

A Mobilidade Urbana Sustentável (MUS) refere-se muito mais a um objetivo permanente em reduzir a necessidade de Sistemas de Transporte do que continuar atendendo às demandas por espaços de tráfego. Resumindo, a MUS age de modo a aumentar as ações humanas, tais como implementar caminhadas e ou usar outros meios não mecânicos de transporte, tais como o uso da bicicleta, para desempenho de natureza mais saudável das atividades numa cidade. Sugere-se, então que a mensagens atuais transmitidas à população sobre mobilidade seja revertida, a favor dos modos sustentáveis baseado essencialmente os deslocamentos a pé, por bicicleta e, quando muito, usar o transporte coletivo. Esta situação de sustentabilidade somente será atingida quando as pessoas como moradoras puderem fazer o essencial da sua vida, como ir ao trabalho, ao estudo, às compras, ao atendimento médico rotineiro (ambulatorial, por exemplo), e a muitas outras amenidades de uma cidade em caminhadas ou em ciclo-viagens. Portanto, a busca e a manutenção para atingir a MUS este caminho é lento, mas é o mais indicado. Os caminhos convencionais apregoados em mídia, tais como investir pesadamente em infraestrutura, além de caros terão resultados duvidosos em curto prazo e, em médio prazo, desastrosos.

Em muitas cidades do estado de Santa Catarina bem como na Região Metropolitana de Florianópolis (recém-recriada) a realidade mostra que a maioria das políticas públicas ainda vigentes é a favor do automóvel e em função disto, estas cidades sofrem com grandes congestionamentos e atrasos nas viagens, com transtornos à população em geral. Por outro lado, o olhar dos problemas da mobilidade deve ser percebido como o efeito de um Planejamento Urbano que

conduz a um desenho de cidade que obriga as pessoas a se deslocarem demasiadamente. A causa vem de um modelo centrado na homogeneidade das funções (e não de comportamentos) que tenta, como efeito principal, viabilizar deslocamentos via transporte individual, que seria muito longo para este trabalho.

O CREA-SC vai procurar por meio de um Grupo de Trabalho (conjunto com o de Acessibilidade) operar nestas duas vertentes: na causa e efeito. Como causa, se trata de um desequilíbrio espacial especialmente entre casa e trabalho, agravado pela elitização dos Planos Diretores e pela má formulação e gestão dos transportes coletivos; como efeito, longas filas matinais de ida para a Ilha de Santa Catarina, e de volta ao Continente pelo fim dos expedientes.

## 2. ANÁLISE CRÍTICA A ALGUMAS MEDIDAS PROPOSTAS

A explosão deste assunto se acentua na América do Norte atualmente, de onde afinal vieram estes problemas, pois ao fim da Segunda Grande Guerra, a indústria precisava continuar operando. Se criou o *Suburban Sprawl* (ou *Suburbia*, subúrbio espalhado, ou utopia de subúrbio, respectivamente) que são bairros residenciais exclusivos e de baixíssima densidade (12 a 16 habitantes por hectare) de modo que as *Levitt Towns* necessitaram um esforço para criar uma infraestrutura onde pudessem passar os carros que pudessem se deslocar aos locais de trabalho, de compras, de lazer, ou de outras atividades—todas segregadas—e gastar gasolina a menos de dez centavos o litro. Este modelo de desenho urbano altamente inovador, começou a dar sinais de obsolescência e problemas de ordem social na década de 1970 (Jacobs, 1984).

**Figura 1** – Arranjo urbano tradicional



e Suburbansprawl.



A Figura 1 expõe amostras destes dois tipos de desenho urbano. À direita temos uma “inovação” que trouxe aparentes vantagens iniciais para América do Norte. À esquerda uma cidade tradicional, com usos mistos, com alta densidade.

**Tabela 1** – Custos dos engarrafamentos de tráfego em localidades selecionadas.

| Localidade                        | Tempo médio anual parado em dias | Custo          |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Cidade de São Paulo               | 45                               | R\$40 bilhões  |
| Rio de Janeiro                    | 13                               | R\$35 bilhões  |
| Média de Cidades Norte Americanas | 02                               | U\$121 bilhões |

Fontes: FGV e MIT—CSAIL, Computer Science and Artificial Intelligence, apud Veja, 24/01/2018.

Ambos os modelos serão cotejados em seus efeitos mais adiante. Em vista destes problemas, muitas soluções para o tráfego estão sendo tentadas. Dentre as medidas que aparentam efetividade, existem aquelas que procuram resolver o problema da Mobilidade com ações pontuais. Em geral apresentam estatísticas de perdas de tempo por parte da população e seus custos associados.

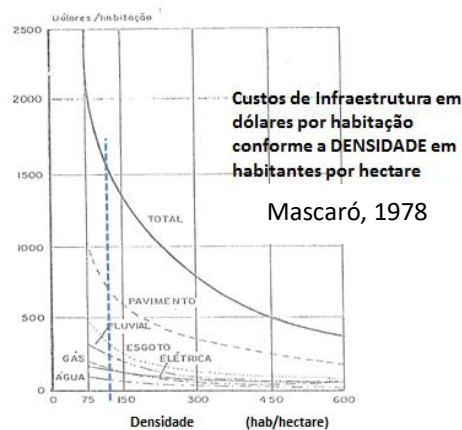
As mais recentes se baseiam nestas perdas onde a Fundação Getúlio Vargas (FGV) apresenta perdas anuais em dias para as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Também se apresentam valores médios para os Estados Unidos. Os valores foram conseguidos medindo a ociosidade de trabalhadores retidos no trânsito e prejuízos com combustíveis, transporte de mercadorias e emissões de poluentes. No entanto, esta notável redução conta com duas dificuldades, sendo uma de natureza cultural e outra da recuperação do tráfego pela demanda reprimida. Porém a maior de todas, que a torna praticamente inócua, sob o ponto de vista crucial de que esta medida vai ao encontro de resolver efeitos e não as causas. Se trata demais uma medida focada em remediar a situação sintomaticamente falando, mas a doença continua instalada.

### **3. CUSTOS DA CIDADE EM FUNÇÃO DO MAU DESENHO URBANO**

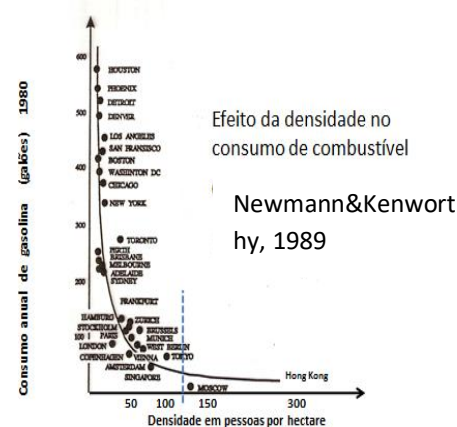
O grande problema do subúrbio norte americano foi a criação de um novo modelo de cidade fragmentada por funções espacialmente separadas e em baixíssima densidade; isto elevou tremendamente o custo do transporte individual, inviabilizou o transporte público e isolou as pessoas entre si; sobretudo, eleva

tremendamente o custo de implantação, operação e manutenção da cidade, tendo seus gestores que se valer de subsídios para manter o transporte individual.

**Figura 2** – custos de infraestrutura e a densidade



**Figura 3** – consumo de combustível e densidade

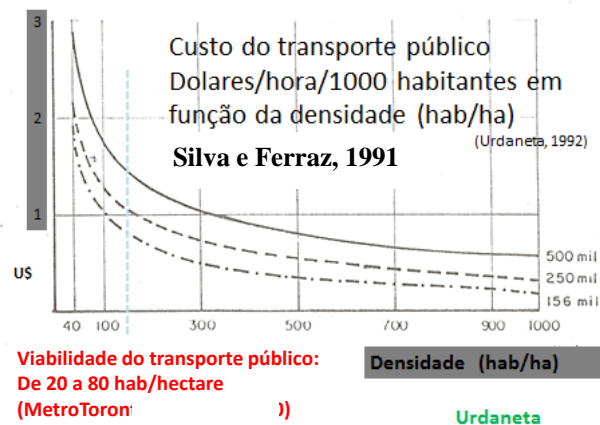


A Figura 2 mostra que, à medida que as densidades diminuem, os custos aumentam exponencialmente; na linha pontilhada (azul) está o valor de densidade relatado por Mumford (1961) referente à sustentabilidade ao longo da história de muitas cidades. Como isto se explica? Quando se tem baixas densidades, os custos de infraestrutura, transporte público e consumo de combustível crescem exponencialmente. Ainda Mumford relata que as densidades sustentáveis ao longo da História das cidades estão entorno de 130 habitantes por hectare, mesmo uma proposta da ZedFactory de sustentabilidade total (Bill Dunster, 2018) tem aproximadamente este valor. A Figura 3 mostra também que, à medida que as densidades diminuem, o consumo de combustível aumenta exponencialmente; na linha pontilhada está o valor de densidade relatado por Mumford de sustentabilidade ao longo da história de muitas cidades. Certamente que não era o caso no passado, mas esclarece o presente, alertando para o futuro.

Outro poderoso efeito da densidade nos transportes públicos é mostrado na Figura 4, bem como um indicador básico da faixa de viabilidade econômica destes serviços. Notar que todas as figuras acima têm único comportamento—exponencial—e “dizem” claramente que quanto menor a densidade, MUITO mais caros são os serviços, custos, execução, uso, manutenção. Os custos sociais também poderiam ser inferidos.

As cidades que adotaram ou começam a adotar o modelo de espraiamento (*sprawl*) e de baixa densidade e de uso segregado como proposta de desenho urbano e habitacional, deixaram com isto, muitos efeitos nocivos como resultado. Perdem seus pontos de encontro, conseqüentemente seus centros (*downtown*, *centreville*) morrem conforme o clássico de Jacobs (1984); também começam a ter trânsito dificultado pelo desequilíbrio moradia-trabalho, afetando especialmente os mais pobres. Estas cidades deixaram e abandonaram o verbo acessar e o trocaram pelo mover; deixaram de dar acesso para pessoas para almejar a mobilidade para carros.

**Figura 4** – Indicadores de viabilidade e relação com a densidade nos transportes públicos.



Deixaram o encontro/acessibilidade para apenas pelo passar/mover. Deixaram, ou não perceberam que existe uma economia embutida na cidade e seus fenômenos que a caracterizam (especialmente os sociais) quando se inverte a filosofia de encarar os problemas urbanos de mobilidade para melhorias cosméticas de circulação de veículos.

**Figura 5** – Efeitos da densidade em diversos custos urbanos, especialmente em quilometragem rodada por carro, custo anual do veículo e valor de venda do imóvel.

| DENSIDADES                  | BAIXA          | VILA             | CENTRAL          | METROPOLITANA  |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
|                             | San Ramon (CA) | Rockridge (CA)   | North Beach (CA) | Manhattan (NY) |
| Residencial (res/ha)        | 1.3            | 4                | 40               | 80             |
| Transp. Pub (veic/hora)     | 1              | 27               | 90               | Muito alto     |
| Comércio (5 unid/400m)      | 0              | 25% da habitação | todas            | todas          |
| Facilidades para pedestres  | Baixa          | Média            | Alta             | alta           |
| Veículos por habitante      | 0,79           | 0,66             | 0,28             | 0,12           |
| km rodado de Carro/hab      | 6582           | 3126             | 1714             | 711            |
| Custo anual do carro/u. hab | U\$8.200       | U\$5.030         | U\$1.900         | U\$800         |
| Valor de venda p/hab US/SQm | 3.172,04       | 4.376,34         | 19.978,50        | Maior ainda... |

**Atributos de quatro localidades com densidades diferenciadas**

(Holtzclaw, 2004)

A Figura 5 além de evidenciar as tendências e congruências das Figuras 6, 7 e 8, coloca mais informações sobre os efeitos da baixa densidade, especialmente em alguns itens que afetam relevantemente a economia do usuário da cidade. Na primeira linha se encontram as classificações que servem para comparar o efeito de cada localidade expressa na segunda linha. Na terceira linha estão os valores de cada densidade (em residências por hectare). A terceira linha mostra em números absolutos do serviço de transporte público, que cresce muito à medida que cresce a densidade; começa-se a verificar pela acentuadamente crescente (modo exponencial) a utilização do carro à medida que a densidade baixa, inversamente, atrai mais serviço de transporte público. Por exemplo, “na densidade baixa” de San Ramon roda-se mais de que o dobro que Rockridge (de padrão “vila”) que tem densidade pouco maior, enquanto que em North Beach roda-se três vezes menos, e quase dez vezes menos em Manhattan (padrão metropolitano); no custo anual do veículo, o padrão de despesas se aproxima; mas, o mais preocupante está no valor de venda do metro quadrado das edificações (que implica nos “ganhos de capital” do usuário): as diferenças em favor de Manhattan disparam; nas baixas densidades o valor do metro quadrado construído são quatro ou mais vezes maior. As despesas operacionais dos carros sofrem efeito exatamente contrário: quanto menor a densidade muitas vezes maior (quatro ou mais), são seus custos. O pior de tudo, é que à medida que a densidade baixa, caem em qualidade os serviços urbanos e

aumenta quase que absolutamente a dependência do usuário da cidade ao carro; pela mesma razão, quanto mais baixa a densidade, maior o número de carros por habitante que, somada as despesas de cada veículo, cresce muito a deseconomia deste arranjo espacial, com enorme senão total dependência deste modal. Tudo isto dá respaldo às pesquisas da ULI (2004) e Nelson (2004).

#### **4. CONCLUSÕES E RESULTADOS**

Este trabalho abordou o problema do Desenho Urbano que desconsidera o efeito da densidade habitacional com relação a custos gerais de uma cidade. Viu-se que os custos gerais de um assentamento inovador como o Subúrbio Norte Americano apresentam valores muito altos para todas as infraestruturas ao mesmo tempo e na mesma regra de formação destes valores, para o transporte coletivo e mesmo o individual. Por outro lado, a Utopia Norte Americana, que vem sendo copiada, mas gerando muitos problemas no país, pois além dos problemas acima, a valorização imobiliária decresce; as prefeituras arrecadam menos e as transações imobiliárias perdem.

Pode-se concluir que a Engenharia pode e deve apresentar um enfrentamento desta situação e assumir o protagonismo da reversão deste quadro, pois ao contrário da América do Norte, estamos desprovidos de tantos recursos financeiros para continuar a investir num modelo urbano exógeno. Além de contrariar nossa cultura europeia, cria endividamento não só para manter estas infraestruturas, mas principalmente para implantá-las e operá-las, especialmente no transporte coletivo. A Mobilidade Urbana Sustentável se consegue com muito menor investimento público e, embora demorando mais para se atingir, seguindo o que aqui se apresentou, custa menos a todos, beneficia muito a população, pela valorização do seu investimento. Esta conjugação destes dois fatores cria um círculo virtuoso de melhoria em muitos fatores.

#### **REFERÊNCIAS**

Jacobs, J. **The death and life of great American cities: the failure of town planning.** Middlesex, England: Penguin Books, 1984 (reimpressão).

Cullinworth, J.B.&Nadin,V.**Town & Country Planning in the UK**, 12th ed. Rutledge, New York: 1997.

Mascaró J. L. (1989) **Desenho Urbano e Custos de Urbanização**. 2 ed. Porto Alegre. Ed. D.C. Luzzatto.

B Horn, B & Wang, L. Improving traffic—by tailgating less, dec 2017, in [www.csail.mit.edu/news/improving-traffic-tailgating-less](http://www.csail.mit.edu/news/improving-traffic-tailgating-less), **acesso em maio 2018**).

Metro Toronto Planning, 1990, apud “Report VHB Research&ConsultingInc, McCormick Rankin and Piorusso Research Associates. 1991.

Mumford, L. **The City in History Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects**. New York: A Harvest Book Harcourt, Inc, 1961. Print.

Bill Dumster. <https://www.zedfactory.com/master-plan> (acesso maio 2018).

Silva, A.N.R., e Ferraz, A.C.P. **Densidades Urbanas x Custos dos serviços públicos — Análise do caso de São Carlos**. Revista de Administração Municipal. Vol. 38, n.199, p. 57-65, abr-jun 1991.

Holtzclaw, J. (2004) **A Vision of Energy Efficiency**. 2004 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings – Aislomas, Pacific Grove, CA.

Urban Land Institute (ULI). **Emerging Trends in Real Estate**. Washington DC, 2004.

Nelson, A. **Toward a new metropolis: The opportunity to rebuild America, a discussion paper prepared for The Brookings Institution Metropolitan Policy Program**. Virginia Polytechnic Institute and State University, December 2004.

# CAPÍTULO 4

## RESÍDUO INDUSTRIAL (CINZAS) COM FIBRA DE SISAL EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

### **Deibson Silva da Costa**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará  
Instituição: Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua

Endereço: Rod. Bernardo Sayão - BR, Km 07 - 590, Levilândia, CEP 67000-000,  
Ananindeua - PA, Brasil

Email: deibsonsc@yahoo.com.br

### **Wassim Raja El Banna**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará  
Instituição: Universidade Federal do Pará - Campus Tucuruí

Endereço: Rodovia BR 422 km 13 - Canteiro de Obras UHE - Vila Permanente, CEP  
68464-000, Tucuruí - PA, Brasil

Email: wassim@ufpa.br

### **Leonardo Sobral de Oliveira**

Graduando pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará - Campus Belém

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP 66075-110, Belém - PA, Brasil

Email: leo.bral@hotmail.com

### **Alessandro José Gomes dos Santos**

Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do  
Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará - Campus Belém

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP 66075-110, Belém - PA, Brasil

Email: eng.mec.alegomes@gmail.com

### **Denílson da Silva da Costa**

Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de  
Minas Gerais

Instituição: Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Campus Marabá

Endereço: Folha 31, Quadra 7, Lote Especial, s/n - Nova Marabá, CEP 68507-590,  
Marabá - PA, Brasil

Email: denilson@unifesspa.edu.br

### **José Antônio da Silva Souza**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará  
Instituição: Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP 66075-110, Belém - PA, Brasil

Email: jass@ufpa.br

**RESUMO:** O Brasil possui grandes depósitos de resíduos industriais que podem afetar o meio ambiente no que tange sua contaminação dos lençóis freáticos e

desastre ambientais. As fibras vegetais tem características importante como, são abundantes, possuem boas propriedades, são menos abrasivas em relação a fibras sintéticas, são biodegradáveis. Com isso o artigo visa confeccionar compósitos de resíduos de cinzas, provenientes das fornalhas das caldeiras, e fibras vegetais de sisal adquiridas do comércio de Belém-PA. As propriedades mecânicas de resistência a tração e morfologia foram verificadas. As proporções de cinzas inseridas nos compósitos foram de 10 % e 20 % em massa e a proporção de fibras inseridas nos compósitos foi fixada em 5 % em massa. O método de fabricação dos compósitos foi o hand lay-up em molde metálico com pressão de 2,5 kN. A matriz utilizada foi a resina poliéster isoftálica, acelerador a base de cobalto e o iniciador. As fibras de sisal foram dispersas randomicamente dentro da matriz com a cinza. Os ensaios mecânicos de tração basearam-se na norma ASTM D 3039 e a análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura. Os compósitos com 10 % de cinza com fibras apresentaram melhor resistência mecânica e as análises morfológicas mostraram as superfícies fraturadas, como distribuição e compactação dos resíduos e das fibras dentro da matriz, fibras rompidas, *pull out*, irradiações de trincas internas e outras características peculiares das superfícies fraturadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Materiais. Rejeito. Fibras.

**ABSTRACT:** Brazil has large deposits of industrial waste that can affect the environment regarding contamination of groundwater and environmental disaster. The vegetable fibers have important characteristics as are plentiful, they have good properties, are less abrasive against synthetic fibers are biodegradable. The article aims to manufacture composites of ash waste from the furnaces of boilers, and sisal fiber acquired from Belem-PA trade. The mechanical properties of tensile strength and morphology were verified. The proportions of ash placed composites were in 10 % and 20 % by mass and the proportion of fibers inserted in the composite was fixed at 5 % by mass. The method of manufacturing the composite was hand lay-up in a metallic mold with a pressure of 2.5 kN. The matrix used was the isophthalic polyester resin, accelerator and the cobalt based primer. The Sisal fibers were dispersed randomly within the matrix with ash. The tensile test were based on the ASTM D 3039 and morphological analysis by scanning electron microscopy. The composites with 10% ash with fiber showed better mechanical strength and morphological analysis showed the peculiar characteristics of the fractured surfaces. As distribution and compaction of the residues and fibers within the matrix, ruptured fibers, pull out, irradiations of internal cracks and other peculiar characteristics of the fractured surfaces.

**KEYWORDS:** Materials. Waste. Fibers.

## 1. INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade industrial importante e necessária, embora possa produzir impactos ambientais nas fases de extração, beneficiamento, refino e fechamento de mina. Ela tem sido considerada uma atividade que tem causado problemas de poluição sonora, da água e do ar, erosão e subsidência do terreno. Também têm sido associadas à mineração questões sociais, como: conflitos pelo

uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. No contexto urbano, os impactos da mineração são agravados pela proximidade entre áreas mineradas e aquelas habitadas. É o caso das vibrações, ruídos e dos impactos visuais causados pelos altos volumes de rocha e terra movimentadas (Souza, 2010).

Os materiais denominados não convencionais vêm cada vez mais sendo objetos de pesquisas científicas e estudos práticos de aplicação. Em diversos campos nos setores industriais, o uso de materiais compósitos já são uma realidade há algumas décadas e vem ganhando mais espaço em vários segmentos pelo fato de possibilitarem uma boa sinergia entre os diferentes componentes que os formam, resultando numa gama de propriedades muitas vezes mais interessantes do que as dos componentes isolados.

A principal diferença que se tem a partir da década de 70 é o reconhecimento dos aspectos ambientais envolvidos nos processos de produção e consumo como sendo tão importantes quanto os econômicos, o que levou a intensas discussões e realizações de conferências e estudos sobre o meio ambiente, culminando no surgimento de termos como eco-desenvolvimento e desenvolvimento sustentável (Martins, 2004).

O aproveitamento de resíduos industriais como matéria-prima destinada à construção civil vem se consolidando como uma alternativa viável do ponto de vista técnico, ambiental e econômico, pois tende a minimizar ou até mesmo eliminar estes resíduos. Produtos da combustão do carvão são os subprodutos gerados a partir da queima do carvão mineral nos processos de combustão pulverizada ou leito fluidizado. Estes resíduos são denominados de cinzas.

A utilização das cinzas de carvão como subproduto resulta em numerosos benefícios, entre os quais podem ser citados: uma diminuição significativa da necessidade de áreas destinadas aos aterros, a conservação de recursos naturais, um ambiente mais limpo e seguro, a redução de emissão de dióxido de carbono, impulsão no desenvolvimento econômico e a redução geral do custo de geração de eletricidade. Em média 1 kg de carvão produz cerca de 150 g de cinzas, que por sua vez contêm entre 6 g e 24 g de carvão incombustível. Cerca de 20 % dos resíduos precipitam-se no fundo da câmara de combustão (cinzas de fundo), enquanto que os 80 % restantes são compostos de partículas finíssimas (cinzas

volantes), que são recolhidas por meio de filtros especiais instalados ao longo do percurso de saída dos gases de combustão (Cheriaf e Rocha, 1997).

Compósitos reforçados por fibras naturais têm atraído a atenção da comunidade científica principalmente porque eles estão se transformando em uma solução alternativa para as fontes de petróleo em esgotamento. A produção de materiais 100 % à base de fibras naturais como substituto aos produtos à base de petróleo não é uma solução econômica. A solução mais viável seria a de combinar os recursos petrolíferos e os de base biológica para desenvolver um produto de baixo custo, com diversas aplicações. A aplicação de compósitos reforçados por fibras naturais tem se estendido a quase todos os campos (John e Anandjiwala, 2008).

O sisal é um vegetal eminentemente tropical e por isso existem tão poucos plantios comerciais com a fibrosa fora desse ambiente. Pertence ao gênero *Agave*, que engloba um grupo bem definido de plantas de consistência herbácea e escapo floral saliente, que podem atingir 12 ou mais metros de altura. O arranjo regular de suas folhas, aliado à posição altaneira do seu escapo floral, confere-lhe aparência de invulgar beleza onde quer que seja cultivada. A denominação *Agave* dada ao gênero é derivada, apropriadamente, de *agavos* que em grego, significa admirável, magnífico. O sisal pertence à classe Monocotiledônea, série Liliórea, família Agavaceae, subfamília Agavoidea, gênero *Agave*, espécie *A. sisalana* (Silva e Beltrão, 1999).

O artigo mostra as caracterizações mecânica de resistência à tração e morfológicas através de microscopia eletrônica de varredura dos compósitos poliméricos com resíduos industriais de cinzas e fibras de vegetais de sisal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A resina utilizada foi a poliéster insaturada isoftálica, juntamente com acelerador de cobalto e iniciador nas proporções de 1,5 % (v/v) e 1 % (v/v) respectivamente.

As fibras de sisal foram provenientes do comércio local de Belém-PA, utilizadas sem qualquer tipo de tratamento químico ou superficial. As fibras foram cortadas nos comprimentos de 15 mm para serem dispostas aleatoriamente dentro dos compósitos.

Os resíduos de cinzas foram provenientes de empresas da região metropolitana de Belém-PA, os resíduos foram submetidos a processos de secagem e cominuição, sendo utilizados com granulometria inferior a 100 mesh.

Os compósitos foram confeccionados na forma de placas retangulares em moldes metálicos prensados (2,5 kN) por 30 minutos em prensa hidráulica. As proporções utilizadas para as fibras de sisal foram de 5 % em fração mássica dentro dos compósitos, enquanto que os resíduos de cinzas as proporções em frações mássicas forma de 10 % e 20 %, conseguidas antes da saturação do sistema fibras/matriz/resíduos. A saturação dos resíduos nos compósitos foi determinada pela máxima capacidade conseguida com eficientes impregnações, homogeneizações e molhabilidade dos constituintes dos compósitos.

Os 6 (seis) corpos de provas de cada série foram confeccionados de acordo com a norma ASTM 3039 para os ensaios de tração e as superfícies fraturadas foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados da caracterização mecânica de resistência à tração dos compósitos de cinzas com fibras de sisal.

**Tabela 1** – Resultados da caracterização mecânica (tração) da matriz polimérica pura e compósitos de cinza com fibras de sisal.

| Reforço     | Fração Mássica Reforço (FM) % | Resist. Tração ( $\sigma$ ) (MPa)<br>Média (Desvio Padrão) |
|-------------|-------------------------------|--|
| Matriz Pura | 100                           | 32,00 ( $\pm 2,1$ )  |
| Sisal       | 5                             | 36,74 ( $\pm 1,1$ )  |
| Cinzas      | 10                            |  |
| Sisal       | 5                             | 28,03 ( $\pm 1,6$ )  |
| Cinzas      | 20                            |  |

Os resultados da Tabela 1 demonstram os resultados de resistência a tração da matriz pura e dos compósitos de cinzas com fibras, verifica-se no geral que houve uma similaridade da resistência dos compósitos na proporção de 10 % cinza com fibras (sisal) quando comparados com a resistência da matriz pura. Já nos compósitos com proporção de 20 % cinza com fibras, houve um decréscimo de sua

resistência em relação a matriz pura, ficando sua resistência entre 15 % a 20 % menor que a resistência da matriz pura.

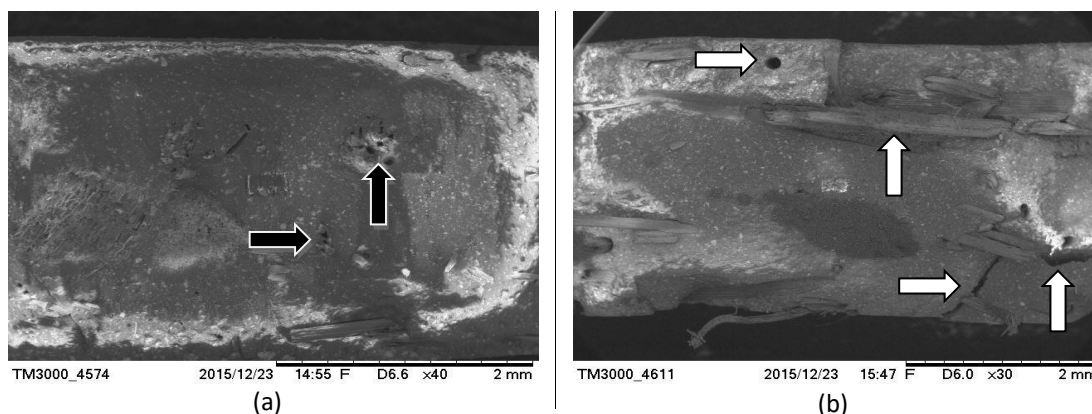
Nos compósitos de 10 % de cinzas com fibras de sisal, pode ter ocorrido uma boa homogeneização, acomodação, disposição e impregnação no sistema resíduo/fibras/matriz desencadeando compósitos com bom acabamento, poucos defeitos e porosidades, resultando em aumento de sua resistência à tração. Já nos compósitos de 20 % de cinzas com fibras de sisal, pode ter ocorrido situação inversa ao ocorrido para os compósitos de 10 % de resíduos com fibras de sisal. Havendo neste caso, dificuldades de homogeneização, acomodação, impregnação e disposição das fibras dentro do sistema resíduo/fibras/matriz acarretando em compósitos com possibilidades de defeito e aumento das porosidades, depreciando a resistência à tração dos compósitos.

Os compósitos de cinzas (10 %) com fibras de sisal apresentaram melhores resultados em relação aos demais compósitos confeccionados, um dos fatores que podem ser responsável por este evento é que as fibras de sisal possuem propriedades mecânicas de tração bastante elevada (453 MPa), o que pode ter contribuído para esses resultados.

Um dos fatores que podem ter afetado essa resistência, além dos que já citados anteriormente, é que os resíduos tanto de lama vermelha, quanto caulim e cinzas; mas principalmente os de cinzas possuem formas esféricas variadas, logo mesmo que os resíduos tenham sido submetido por etapas de cominuição com objetivo de deixar com a mesma granulometria (100 mesh), ainda assim o material resultante são de formatos esféricos e granulometrias bastante diferentes, interferindo diretamente em suas propriedades, o que pode ter resultado nessa diminuição de resistência dos compósitos.

A Figura 1 mostra as superfícies de fraturas dos compósitos de cinza com fibras registradas pelo MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura).

**Figura 1** – Superfícies fraturadas: (a) Compósito 10 % cinza com sisal, (b) Compósito 20 % cinza com sisal.



Pela análise da Figura 1 (a) mostra que os compósitos com 10 % de cinza com fibras de sisal, nota-se pela fratura, a presença de fibras rompidas (setas pretas) junto ao plano de propagação da fratura, havendo uma boa interação, ancoragem ou adesão entre as fibras e matriz, melhorando a resistência à tração dos compósitos. Na fratura da Figura 1 (b) exemplificada pelo compósito com 20 % de cinza com fibras de sisal, observa-se superfície fraturada irregular com (setas brancas) imperfeições, trincas, buracos, crateras, agregados, fibras dispostas transversalmente ao carregamento, poucas fibras rompidas, vazios, diminuindo a resistência à tração dos compósitos.

#### 4. CONCLUSÕES

Os compósitos confeccionados se mostraram com bom acabamento, aparência e com mínimo de defeitos provenientes do processo de confecção.

Os compósitos de resíduos de cinzas e fibras de sisal apresentaram caracterização mecânica de resistência à tração satisfatórias, principalmente os compósitos de 10 % de cinzas com fibras de sisal que foram superiores aos resultados da matriz pura.

Os constituintes dos compósitos se mostraram eficientes para a confecção dos compósitos, apresentando boa acomodação, homogeneização e disposição dos elementos dentro da matriz.

As fraturas analisadas por microscopia eletrônica de varredura identificaram que os compósitos de maiores resistência, os mecanismos de falhas presentes foram predominantemente fibras rompidas da matriz com poucos defeitos. Já para

os compósitos de menores resistência, os mecanismos de falhas presentes foram o *pull out* (arrancamento de fibras da matriz) apresentando aumento de defeitos, vazios e porosidades.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a Universidade Federal do Pará, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará e aos Órgãos (Capes e PIBIC) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASTM D 3039 - 2000 "Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials", Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.

Cheriaf, M.; Rocha, J. C. **Caracterização dos resíduos industriais do estado de Santa Catarina e as possibilidades de valorização na construção civil.** In: Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1º. Anais., Canela, p. 81-92, 1997.

John, M. J.; Anandjiwala, R. D. **Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber-reinforced composites.** Polymer Composites, p. 187-207, 2008.

Martins, T. **O conceito de desenvolvimento sustentável e seu contexto histórico: algumas considerações.** Jus avigandi, Teresina, ano 9, n. 382, 2004.

Silva, O. R. R. F.; Beltrão, N. E. M. O agronegócio do sisal no Brasil. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.

Souza, J. A. S. **Estudo e avaliação do uso de resíduos do processo bayer como matéria-prima na produção de agregados sintéticos para a construção civil.** 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Pará, Belém - PA, 2010.

# CAPÍTULO 5

## PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL: VALORIZAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO GLICEROL BRUTO

### **Marcelo Paulo Stracke**

Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo/RS  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464 – Santo Ângelo, RS, Brasil  
E-mail: stracke@santoangelo.uri.br

### **Berenice Beatriz Rossner Wbatuba**

Doutora em Desenvolvimento Regional, pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo/RS  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464 – Santo Ângelo, RS, Brasil  
E-mail: bwbatuba@san.uri.br

### **Gustavo Padilha**

Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria  
Endereço: Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Brasil  
E-mail: padilha\_gu@yahoo.com.br

### **Rosane Maria Seibert**

Doutora em Ciências Contábeis pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo - RS, Brasil  
E-mail: rseibert@san.uri.br

### **Henri Stephan Schrekker**

Doutor em Química pela Vrije Universiteit Amsterdam (VU)  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale  
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia, Porto Alegre – RS, Brasil  
E-mail: henri.schrekker@ufrgs.br

**RESUMO:** A busca intensiva por fontes alternativas de energia e processos sustentáveis, com o objetivo de reduzir a poluição ambiental e o aquecimento global, estimulou o mercado mundial a produzir combustíveis renováveis. Assim, os biocombustíveis, como o biodiesel, representam uma alternativa renovável e ambientalmente benigna ao uso de combustíveis fósseis. A produção de biodiesel está crescendo rapidamente, o que gera concomitantemente um enorme volume de glicerol bruto de baixo valor. Isso deve ter um

destino final legal e ambientalmente correto e, idealmente, encontra uso na formulação ou na fabricação de produtos. Nesse sentido, o objetivo deste estudo de caso exploratório e aplicado foi testar um sistema de purificação de glicerol de alta pureza e reutilizar seus constituintes de metanol e ácidos graxos livres, que foram esterificados com catalisador de ácido sulfúrico, produzindo biodiesel. Os resultados obtidos com o sistema de purificação de glicerina e a reutilização de metanol e ácidos graxos apontam claramente uma alternativa econômica e ambientalmente viável para a indústria de biodiesel, valorizando os constituintes do glicerol bruto e reduzindo o espaço físico necessário para o armazenamento dos resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Glicerina; purificação; ácidos graxos livres; reutilização; biodiesel.

**ABSTRACT:** The intensive search for alternative sources of energy and sustainable processes aimed at reducing environmental pollution and global warming has stimulated the world market to produce renewable fuels. Thus, biofuels, such as biodiesel, represent a renewable and environmentally benign alternative to the use of fossil fuels. The biodiesel production is growing fast, which generates concomitantly a huge volume of low value crude glycerol. This must have a final legal and environmentally correct destination, and, ideally, finds use in the formulation or manufacture of products. In this sense, the objective of this exploratory and applied case study was to test a high purity glycerol purification system, and reuse its methanol and free fatty acid constituents, which were esterified with sulfuric acid catalyst, producing biodiesel. The results verified with the glycerin purification system and the reuse of methanol and fatty acids clearly point out an economical and environmentally viable alternative for the biodiesel industry, valorizing the crude glycerol constituents and reducing the physical space necessary for waste storage.

**KEYWORDS:** Glycerin; purification; free fatty acids; reuse; biodiesel.

## 1. INTRODUCTION

The world is increasingly concerned about practicing environmental protection policies, aiming primarily at energy production. In this context, biofuels are in evidence. The use of biofuels usually presents numerous benefits, contributing to sustainability, reduction of the gases that cause the greenhouse effect, regional, social and agricultural development. A particular fuel that presents high potential as biofuel is biodiesel. This is obtained from renewable biological sources such as vegetable oils and animal fats, it is biodegradable and presents low emission of toxic gases. In addition, biodiesel can be used as additive in fossil diesel and used as such directly in existing diesel engines without adaptations, thus representing a promising alternative to diminish the dependence of fossil fuels. Biodiesel is typically produced by the transesterification reaction of triglycerides, which by means of a catalyst react chemically with an alcohol, usually methanol or ethanol, to produce esters (biodiesel) and crude glycerol. Due to the numerous government incentives that drive the

production of biodiesel in Brazil, such fuel is being produced largely. Considering the generation of 100 kg of crude glycerol for each ton of biodiesel, this is of major concern to the biodiesel economy. With the stimulus of the Brazilian biodiesel program, 4.6 billion liters of biodiesel were produced in 2017 and the estimated production for the year 2020 is 14.3 billion liters, which will generate an immense volume of crude glycerol, surpassing, in a lot, the demand of the glycerol market.

Under this prism, the effective and diversified use of the gross glycerol will contribute to the viability of biodiesel, since the excess of glycerol from the biodiesel production associated with the low global demand (0.5 billion ton/year) and low value, project an economic imbalance in the oleochemical and refining industries of glycerol, at the time of jeopardizing the economic sustainability of biodiesel plants in the world (Rivaldi et al., 2007). The solution to this impasse, as pointed out by several studies would be to transform the crude glycerol into products with added value. Among the glycerol applications explored some have found wide dissemination, such as its transformation into dust suppressor (used in the rail transport of iron ore); replacement of firewood as fuel in boilers in the generation of electric power and heat; in animal feed (in the composition of rations for pigs, chickens and cattle); and in the manufacture of plastics.

The traditional market for use of glycerol are the pharmaceutical and cosmetic industries. These applications require a purity-grade of around 95%, which is known as glycerin. Commonly, synthetic glycerin, obtained from petroleum, is being used. This chemical is also used in the fabric, paper, explosive, tobacco, lubricant and paint industries.

In Brazil, most biodiesel industrial plants do not effectively value glycerol. Currently, the price of crude glycerol in Brazil ranges from 200 to 400 R\$/ton, and the value of blonde glycerol (minimum of 80% glycerol) from 600 to 800 R\$/ton. As such, the intensive use of this side-product is essential to the economic sustainability of the biodiesel industry in the country. This became more evident after the abrupt fall in the price of glycerol on the international market in recent years, which obliged to halt the production of synthetic glycerine from propylene. The excess volume of glycerol, the high price of propylene and the advantages of producing other higher value chemicals derived from the most valued petrochemical industry, caused a severe decline of the synthetic glycerin industries (Rivaldi et al., 2007).

Due to this reality, efforts are being made to seek alternatives to the use of this excess volume of glycerol. Our group considered the current market situation and projection for the coming years as an opportunity to develop an approach for the optimization of the biodiesel production by reusing the free fatty acid and metanol constituents. This would reduce the cost with glycerol-based environmental waste and increase the economic competitiveness of the biodiesel process, increasing simultaneously the biodiesel yield and contributing to an alternative high-purity source for the conventional glycerin industries, in particular those of cosmetics, food and medicines (Johnson and Taconi, 2007).

## **2. BIBLIOGRAPHICAL REVIEW**

### **2.1 BIODIESEL**

Biodiesel has emerged as a great potential alternative to petroleum-derived fuels. The renewable character of this fuel makes it an important source of energy in the long term. In comparison to fossil diesel, the biodiesel characteristics include the absence of sulfur-compounds and aromatics; equivalent octane number; average oxygen content of around 11%; higher viscosity and glow point; and specific niche market, directly associated with agricultural activities and the reduction of environmental pollution (Dantas, 2006).

In article 4 of the Brazilian law n° 11,097, of January 13, 2005, biodiesel is defined as: "biofuel derived from renewable biomass for use in internal combustion engines with compression ignition or as a regulation for the generation of another type of energy, which may replace partially or wholly fuels of combustible fossil origin". By this definition there is no restriction on the technological route and, consequently, it is possible to use as biodiesel the products obtained from different processes, including transesterification, esterification and cracking (Suarez and Marion, 2007).

The specifications for biodiesel in Brazil, regulated by the ANP resolution n° 7 of March 19, 2008, are less restrictive than in Europe, allowing the production of biodiesel from several raw materials (Portal do Biodiesel Brasileiro, 2017). The European Union has defined biodiesel as a methyl ester produced on the basis of vegetable or animal oils (directive 2003/30/EC of the European Parliament). In this

way, the biodiesel marketed in Europe must be obtained by the methyl route (Silva, 2008).

In 1999, biodiesel was defined by the "National Biodiesel Board" of the United States as the mono-alkyl ester derivative of long-chain fatty acids, from renewable sources such as vegetable oils or animal fats, of which its use is associated with the replacement of fossil fuels in compression-ignition engines (Dantas, 2006). In general, these biofuels must meet the specifications of ASTM D 6751 (ASTM – American Society of Testing and Materials).

Although vegetable oils can be used directly as fuel for engines, this is problematic. Direct combustion leads to the formation of gum due to oxidation, decomposition of glycerol generating toxic acrolein, and polymerization through the double bonds of triglycerides (also during storage), which is also affected by the triglycerides composition and quantity of free fatty acids. Other drawbacks include carbonization in the gun head, crankcase oil dilution, ejection resistance in the piston segments, lubricating oil contamination, formation of carbon deposits, problems in atomization of fuel because of the high viscosity and low volatility of vegetable oils (which interferes in the injection process and leads to incomplete combustion). This last characteristic causes bad start of the cold engine, and failure and delay in ignition (Gonçalves, 2007).

These problems can be circumvented through chemical reactions that modify the structure of vegetable oils triglycerides, as well as that of other raw materials, such as fatty waste, turning them into biodiesels. The transesterification, esterification, pyrolysis (thermal decomposition in an inert atmosphere), catalytic cracking, and thermal decomposition are used for the chemical transformation of the triglycerides (Srivastava and Prasad, 2000). An alternative is microemulsification, preparing thermodynamically stable oil dispersions with co surfactants. It is important that this new molecule or formulation should present physico-chemical and thermodynamic characteristics better or, at least, similar to diesel (Gonçalves, 2007).

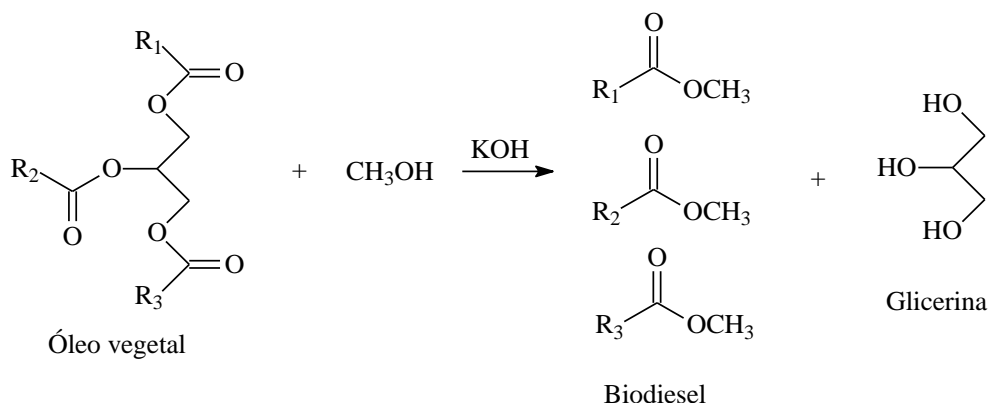
Many are the raw materials that can be used in the production of biodiesel, such as: vegetable oils, animal fats and oils, and residual fats. These raw materials are basically composed of triglycerides, glycerol esters and fatty acids. In soy oil, the predominant fatty acid component is oleic acid, in babassu oil, lauric acid and in bovine tallow, stearic acid. As such, the choice of the biodiesel feedstock allows

tuning its final properties. In general, the biodiesel can be stored for up to six months without use of any additives, and longer storage times may cause problems, such as variation in viscosity and loss of energy generation, among others, and may even undergo hydration (Quintella et al., 2009).

## 2.2 BIODIESEL PRODUCTION PROCESS

The main method of obtaining biodiesel currently is the transesterification of vegetable oil triglycerides with alcohols (methanol or ethanol), using basic catalysis (alkaline metal hydroxide), releasing the crude glycerol phase (Figure 1). This process has the benefits of the absence of heating and high pressures. Alternatively, the transesterification of these raw materials can also be performed in the presence of acid catalyst (sulfuric acid), which releases also the heavy glycerol phase (Gonçalves et al., 2006) (Boni, 2008). As this route is slower, it is usually used when the raw material does not present the characteristics necessary for use in the alkaline process.

**Figure 1** – Production of biodiesel from the base-catalyzed transesterification of vegetable oil.



Source: Gonçalves et al, 2006.

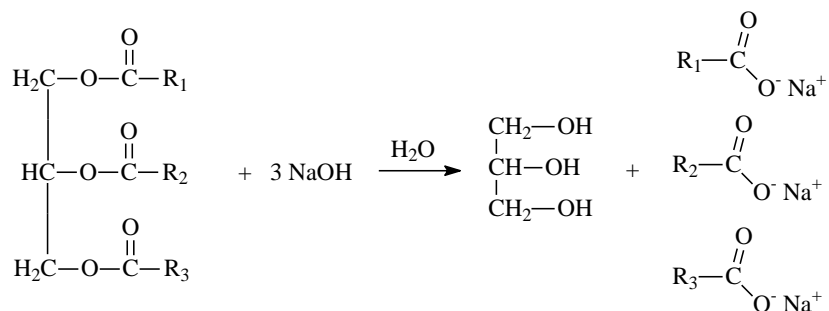
Due to its lower density, the biodiesel forms the superior phase and can be removed easily from the inferior crude glycerol phase. The glycerol carries with it alcohol, water, soap and catalyst, which vary according to the type of vegetable oil used in the process (Portal of Brazilian biodiesel, 2017).

## 2.3 PRODUCTION OF BIODIESEL THROUGH THE ESTERIFICATION OF FREE FATTY ACIDS

Although the main method of biodiesel production is currently based on the base-catalyzed transesterification, this process requires a raw material with a low acidity index (free fatty acid content) to obtain high conversions of triglycerides into

monoalkyl esters. When higher levels of free fatty acids are present, the saponification of triglycerides will occur in higher levels and cause severe drawbacks (Figure 2). This parallel reaction causes not only a loss in the final volume of biodiesel produced. In addition, the formed soap acts as emulsifying agent, hindering the separation of glycerol from biodiesel.

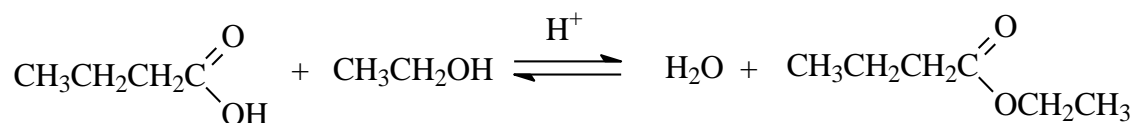
**Figure 2** – Saponification reaction.



Source: Solomons and Fryhle, 2006.

Esterification represents an alternative for the production of biodiesel, converting free fatty acids into monoalkyl esters (Figure 3) (Boni and Goldani, 2010). The combination of a carboxylic acid with an alcohol generates an ester and water. Sulfuric acid can be applied as catalyst in this esterification, which can react with the alcohol used, producing dimethyl sulfate. The esterification reaction is reversible and the acid catalyzes both the direct reaction (esterification) and the inverse reaction (hydrolysis of the ester). Usually, this reaction reaches a maximum conversion between 60 and 70% at equilibrium. In order to offset the balance in favor of the products, two methods may be used: removal of one of the products, preferably water; or an excess of alcohol. The esterification process occurs preferentially with alcohols of low molecular weight, being methanol the most used for the price. If ethanol is being used in the esterification, it does not need to be anhydrous, since the water can be withdrawn from the reaction system (Fabiano et al., 2007).

**Figure 3** – Esterification of free fatty acids.



According to Marchetti and Errazu (2008), when oils with high acidity rate are used to produce biodiesel (using acid catalysis), the direct esterification of free fatty

acids occurs simultaneously with transesterification. The esterification is important, as this will cause an increase in the production of biodiesel, but also affect the properties of the final biodiesel.

## 2.4 HEAVY GLYCEROL PHASE

The heavy glycerol phase is the main byproduct of the biodiesel production, which consists of a mixture of glycerol, free fatty acids, esters, alkalis and alcohol. Its purity level is very low, having the typical formulation of 40 to 90% glycerol, 8 to 50% water, less than 2% methanol and 0 to 10% salts (Quintella et al., 2009). According to Boni (2008), the purity of the heavy glycerol phase is generally less than 15%. Although this phase can be purified to produce glycerin, if the total amount produced would be purified and launched on the market, its price will fall significantly and lose much of its potential to contribute economically to the biodiesel industry.

The methods traditionally used for the purification of raw glycerol are distillation and ion exchange. Distillation of raw glycerol has as effluent the glyceric residue, which consists of 10 to 15% by weight of the gross glycerol initially injected. Although this process consumes more energy, its operational flexibility is greater. In contrast, ion exchange purification has low energy consumption with simpler operations and high efficiency, but the resins are extremely expensive. The deionized water used in this process should not have chlorine, which is detrimental to the resins (Quintella et al., 2009). In the base-catalyzed transesterification, the free fatty acids consume the catalyst in their neutralization reaction, generating soaps that hinder the purification of raw glycerol. Its ion-exchange removal increases the price and reduces the efficiency of the recycling of alcohol and the production of glycerin (Quintella et al., 2009).

The reuse of the heavy glycerol phase is of great importance, because about 10% of the volume of raw material initially added to the process is converted into glycerol. Currently, the techniques for treating the heavy glycerol phase consist of:

- burning for the use of its calorific power: This process promotes the release of NO<sub>x</sub>, a set of pollutant gases, and for this reason is being discontinued. Its use in the formation of briquettes (artificial firewood) is also a form of combustion.
- distillation: This enables the recovery of excess alcohol used in the transesterification and glycerin, leaving the glyceric residue, being between 20 and

80% of the total volume that was distilled. This process consumes a lot of energy and presents a low yield, because the glyceric residue represents the main fraction.

- adding strong acids: this causes the hydrolysis of the soap, being the inverse of the saponification, and causing its separation in two or more phases. According to Swearingen (2006), the addition of phosphoric acid generates an insoluble salt from the reaction between the acid and the catalyst used in the transesterification. This provides the emergence of three distinct and immiscible phases: (1) Superior dark phase: free fatty acids; (2) intermediate amber phase: methanol and glycerol with purity of up to 80%; and (3) inferior solid phase: phosphate salt formed from the reaction between the catalyst and phosphoric acid.

### 3. EXPERIMENTAL RESULTS

#### 3.1 GLYCEROL PURIFICATION

**Preliminary treatment:** Samples of the heavy glycerol phase were collected at the company producing biodiesel from soybean and frying oil (Figure 4). First, the samples were heated until these were completely liquefied, avoiding high temperatures to prevent the loss of methanol by evaporation. Subsequently, a filtration was carried out with a common colander to remove the coarse solids, which could cause disorders in the course of the process.

**Figure 4** – Heavy glycerol phase.



**Acidification of the heavy glycerol phase:** Following the work of Swearingen (2006), phosphoric acid (85%, 8 mL) was added to the filtered heavy glycerol phase (100 mL) in a separation funnel. Figure 5 shows the three phases that formed: (1) Superior dark phase: free fatty acids; (2) intermediate amber phase: crude glycerol; and (3) inferior solid phase: phosphate salt. As the phase containing

the salt was difficult to separate from the crude glycerol phase, both were removed together to avoid losses during the separation. The upper phase containing the free fatty acids was stored in a vial for further treatment.

**Figure 5** – Heavy glycerol phase after acidification.



As can be seen in Figure 5, a large amount of fatty acids (upper phase; 78 mL out of 100 mL of the heavy glycerol phase) was formed after acidification. These fatty acids can be esterified, generating more biodiesel, demonstrating the importance of this acid treatment in increasing the biodiesel yield.

**Treatment of crude glycerol:** After separation of the phases, the crude glycerol (22 mL of a mixture composed of glycerol and methanol) was diluted in distilled water (1:1). Sodium biocarbonate was used for the pH neutralization (Figure 6).

**Figure 6** – Crude glycerol after pH neutralization.

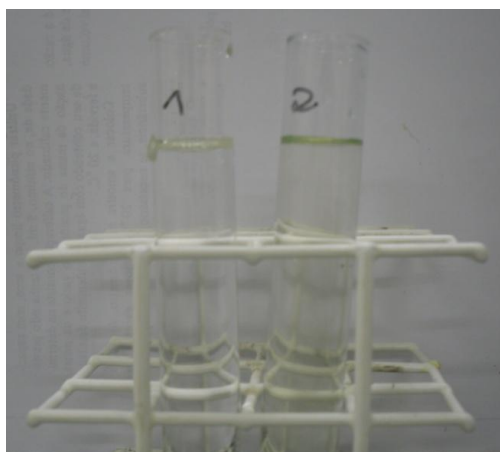


After the neutralization of the phosphoric acid, the filtration of the crude glycerol was performed, using filter paper, removing the phosphate salts. In the next step, different approaches were tested to remove the methanol from the glycerol:

The first approach consisted of distillation at a temperature of approximately 90 °C (thus avoiding the degradation of glycerol) and, subsequently, treatment of the glycerol with activated carbon to remove pigments and odor. The second approach inverted the order of the processes. As the methanol reduces the viscosity of the glycerol, its presence facilitates the filtration step to remove the activated carbon.

The better results were achieved with the first approach. As the filtration of glycerol through the activated carbon was slow, this process should be further optimized, using higher pressure for shorter processing times. Another important factor in this process is the contact time between the glycerol and activated carbon. Short contact times did not present a large reduction in coloring, while a longer contact time (approximately 5 h) showed expressive results. Now, a colorless product was obtained, showing a similar aspect as commercial glycerol (Figure 7).

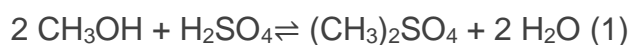
**Figure 7** – Commercial (1) and purified glycerol (2).



The presence of glycerol can be detected by the oxidation reaction with potassium permanganate as oxidizing agent, producing a flame. Potassium permanganate was added in a crucible and a few drops of the purified glycerol were added. For comparison, the same test was performed with commercial glycerol P.A. Although a positive result was obtained in both cases, the condensation of water in the crucible occurred in the case of purified glycerol, which did not occur in the test with glycerol P.A. This indicated the presence of water in the semi-refined glycerol, causing a less exothermic oxidation reaction than that occurring with glycerol P.A.

**Treatment of methanol:** The methanol obtained in the distillation of crude glycerol was treated with activated carbon to remove impurities. The Jones reagent allows the identification of primary alcohols by their oxidation, forming a green solution. A few drops were added to a chromic acid solution and the test presented a positive result, confirming the presence of methanol.

**Esterification of the free fatty acids phase:** Before the esterification of the fatty acids, this phase presented a high acidity of 17.9 mgKOH/g. First, the dehumidification of the fatty acid sample was carried out, heating it to evaporate the water. Then, a methanolic solution of dimethyl sulfate was prepared by the addition of concentrated sulfuric acid (0.05 g/g free fatty acid) to methanol (2.25 g/g free fatty acid) (Equation 1). Then, 100 g of the sample were added to the methanol-acid solution, refluxing the mixture for 2 h, occurring the esterification of free fatty acids to form biodiesel (Equation 2). This reaction formed a biphasic system: the superior phase contained the biodiesel product and unreacted free fatty acids, and the inferior phase consisted of water, methanol and catalyst.



The acidity index of the biodiesel phase was determined and the esterification of this sample was re-established until the index was within the limit of 0.80 mgKOH/g, specified by the resolution ANP 07/2008. The values of the acidity index after each esterification are shown in the table below (Table 1), as well as the amounts of methanol and sulfuric acid used in each reaction.

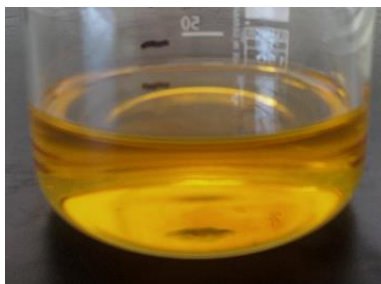
**Table 1** – Biodiesel acidity index after each esterification.

| Esterification | Acidity index (mgKOH/g) | Methanol (mL) | Sulfuric acid (mL) |
|----------------|-------------------------|---------------|--------------------|
| 1              | 1.68                    | 25.5          | 0.4                |
| 2              | 1.68                    | 2.6           | 0.1                |
| 3              | 0.80                    | 5.0           | 0.5                |

After both the first and second esterification, the acidity index was too high. The third esterification with larger amounts of reagents than in the second cycle

shifted the equilibrium reaction more to the products side, which allowed obtaining biodiesel with an acidity index within the standards established by the Brazilian legislation. After this, the biodiesel was washed with distilled water for the removal of salts, and treated with activated carbon. This procedure lowered the acidity index further to 0.56 mgKOH/g. Figure 8 shows a sample of the biodiesel produced in the esterification process.

**Figure 8** – Biodiesel obtained in the esterification with sulfuric acid.



## 4. CHARACTERIZATION OF GLYCEROL

### 4.1 PHYSICAL CHARACTERISTICS

In analyzing the characteristics of purified and commercial glycerol, both presented themselves as syrupy, colorless and limpid liquids. Purified glycerol presented a slightly more yellowish coloration than commercial glycerol, thus complying with the Pharmacopoeia requirements.

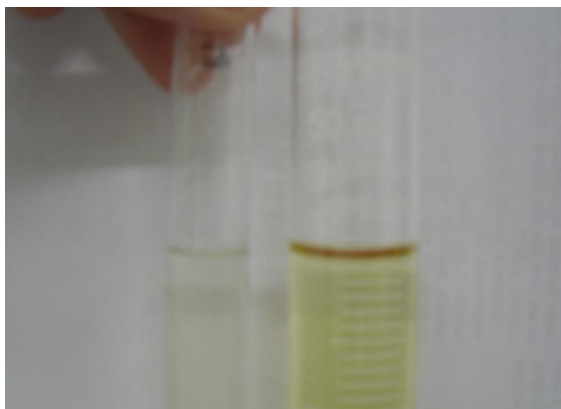
**Solubility:** After mixing the glycerol samples (purified and commercial) with water, the formation of a homogeneous mixture was observed. The same result was obtained with ethanol as solvent. When mixing purified/commercial glycerol with soy oil, a heterogeneous mixture was formed. These results are in agreement with the Brazilian Pharmacopoeia, 5th edition, 2010.

**Density determination (BP, 2002):** A calibrated pycnometer with a capacity of 5 mL was used to determine the glycerol density. Calibration consisted of determining the mass of the empty pycnometer and the mass of its contents with freshly distilled water at 20 °C. The sample was placed in the pycnometer at 20 °C and weighed. This test was performed in triplicate.

**Color:** Figure 9 shows the comparison between the purified glycerol and an aqueous ferric chloride solution (0.4 mL of ferric chloride (containing 45 mg hexahydrate ferric chloride/mL) in 50 mL of water). As such, the color of the purified glycerol was within the standard stipulated by the Brazilian Pharmacopoeia, 4th

edition, 2000, because its coloration was less intense than that of the standard ferric chloride solution.

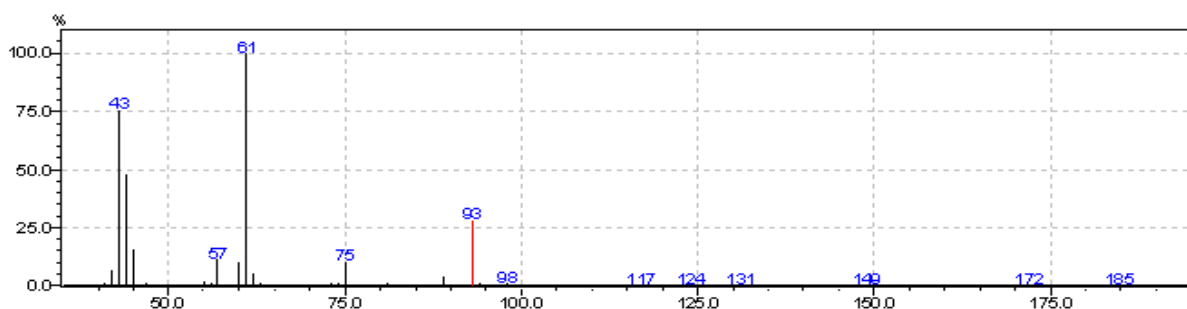
**Figure 9** – Comparison between purified glycerol (1) and an aqueous ferric chloride solution (2).



## 4.2 MASS SPECTROMETRY

Figure 10 shows the mass spectrum obtained with the purified glycerol. The peak at  $m/z$  93 corresponds with the molecular ion of glycerol. Additional peaks of fragmentation products were detected at  $m/z$  75, 61, 57 and 43. The base peak at  $m/z$  61 is in agreement with the higher stability of this fragment.

**Figure 10** – Mass spectrum of purified glycerol.



## 5. ECONOMIC VIABILITY

The economic viability of the process developed for the valorization of crude glycerol was studied (Table 2). Considering the generation of 500 L of heavy glycerol phase from the transesterification of soybean and frying oil, the yields of the laboratory study were used as a basis to convert the chemical inputs and outputs into monetary values. The acidification of 500 L of raw material would need 40 L of phosphoric acid (85%), producing 400 L of free fatty acids and 100 L of crude glycerol. Neutralization of the crude glycerol with sodium bicarbonate, after dilution in water (1:1), would result in 27 L of methanol and 173 L of semi-refined glycerol.

Analyzing the total costs of the reagents and the total value of the products, the profit of R\$ 312.22/500 L of processed heavy glycerol phase strengthens the economic viability of the applied process for application on industrial level.

**Table2** – Cost-benefit ratio between raw materials and products.

| Reagent         | R\$/liter | R\$/500 liters | Product               | R\$/liter | R\$/500 liters |
|-----------------|-----------|----------------|-----------------------|-----------|----------------|
| Phosphoric acid | 8.22      | 328.80         | Semi-refined glycerol | 0.70      | 121.10         |
| Methanol        | 1.50      | 170.79         | Methanol              | 1.50      | 40.50          |
| Sulfuric acid   | 5.50      | 20.79          | Biodiesel             | 2.29      | 671.00         |
| Total           | —         | 520.38         | Total                 | —         | 832.60         |

## 6. FINAL CONSIDERATIONS

In conclusion, the applied strategy for the valorization of the crude glycerol constituents resulted in glycerol with a high degree of purity and reuse of methanol and free fatty acids in the production of biodiesel by esterification. These outcomes clearly point to economic advantages and reduction of physical space for waste storage, indicating that this process is suitable for application on industrial scale.

## REFERENCES

- DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M. A. **Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria.** *Química Nova* **2009**, 32, 776.
- DANTAS, H. J. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal da Paraíba, Brasil, 2006.
- DE BONI, L. A. B. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Luterana do Brasil, Brasil, 2008.
- DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E.; MILCHAREK, C. D.; Dos SANTOS, F. A. **Tratamento físico-químico da água de lavagem proveniente da purificação do biodiesel.** *Tchê Química* **2010**, 7, 30.
- FABIANO, D. P.; ROSA, C. A.; CARDOSO, D. *Resumos do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel*, **2007**.
- Farmacopéia Brasileira – 4ª Edição*, Parte II, Segundo Fascículo – Atheneu Editora São Paulo, 2000.
- GONÇALVES, J. A. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, **2007**.
- GONÇALVES, V. L. C.; PINTO, B. P.; MUSGUEIRA, L. C.; SILVA, J. C.; MOTA, C. J. A. Biogasolina: produção de éteres e ésteres da glicerina. *Resumo do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel*, **2006**.

JOHNSON, D.T.; TACONI, K.A. The glycerin glut: Options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. *Environmental Progress & Sustainable Energy* **2007**, 26, 338.

MARCHETTI, J. M.; ERRAZU, A. F. Esterification of free fatty acids using sulfuric acid as catalyst in the presence of triglycerides. *Biomass and Bioenergy* **2008**, 32, 892.

NANDA, M. R.; YUAN, Z.; QIN, W.; POIRIER, M. A.; CHUNBAO, X. Purification of crude glycerol using acidification: Effects of acid types and product characterization. *Austin Journal of Chemical Engineering*, 2014, 1, 1.

OOI, T. L.; YONG, K. C.; HAZIMAH, A. H.; DZULKEFLY, K.; WAN-YUNUS, W. M. Z. Glycerol Residue - A Rich Source of Glycerol and Medium Chain Fatty Acids. *Journal of Oleo Science* **2004**, 53, 29.

PORTAL DO BIODIESEL BRASILEIRO. Available at:

<<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/glicerina/biodiesel-glicerina.htm>> Accessed on: October 10, 2017.

QUINTELLA, C. M.; TEIXEIRA, L. S. G.; KORN, M. G. A.; NETO, P. R. C.; TORRES, E. A.; CASTRO, M. P.; JESUS, C. A. C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. *Química Nova* **2009**, 32, 793.

RIVALDI, J. D., SARROUB, B. F., FIORILO, R., DA SILVA, S. S. Estratégias Biotecnológicas para o Aproveitamento do Glicerol Gerado da Produção de Biodiesel. *Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento* **2007**, 37, 44.

SALVADOR, A. F.; MACHADO, A. S.; SANTOS, E. P. Purificação da Glicerina Bruta Vegetal. Rede Brasileira de Biodiesel. Available at:

<<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/Co-Produtos/Purificacao4.pdf>>.

Accessed on: August 10, 2017.

SILVA, C. C. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química Orgânica 2*. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006.

SRIVASTAVA, A., PRASSAD, R. **Triglycerides-Based Diesel Fuels**. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* **2000**, 4, 111.

SUAREZ, P. A.; MENEGHETTI, S. M. **Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los**. *Química Nova* **2007**, 30, 2068.

SWEARINGEN, T. **Separating glycerine/FFAs: Journey to Forever**. Available at:

<[http://journeytoforever.org/biodiesel\\_glycsep.html](http://journeytoforever.org/biodiesel_glycsep.html)>. Accessed on: August 10, 2017.

WANG, Y.; HU, S.; GUAN Y.; WEN, L.; HAN, H. **Preparation of Mesoporous Nanosized KF/CaO–MgO Catalyst and its Application for Biodiesel Production by Transesterification**. *Catalysis Letters* **2009**, 131, 574.

ZADRA, R. **Catalisadores de Alto Desempenho para a Produção de Biodiesel – Seminário da Delegação Empresarial Alemã do Setor de Biodiesel**. Available at:

<[http://www.ahkbrasil.com/upload\\_arq/RogérioZadra-BASF.pdf](http://www.ahkbrasil.com/upload_arq/RogérioZadra-BASF.pdf)>. Accessed on: August 10, 2017.

# CAPÍTULO 6

## CARACTERIZAÇÃO, TRATAMENTO E UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ NA PRODUÇÃO DE TINTA

### **Marcelo Paulo Stracke**

Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo/RS  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464 – Santo Ângelo, RS, Brasil  
E-mail: stracke@santoangelo.uri.br

### **Flávio Kieckow**

Doutor em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo/RS  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464 – Santo Ângelo, RS, Brasil  
E-mail: fkieckow@santoangelo.uri.br

### **Júlia Schmidt**

Engenheira Química pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI).  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI),  
campus de Santo Ângelo/RS  
Endereço: Rua Universidade das Missões, 464 – Santo Ângelo, RS, Brasil  
E-mail: julinha\_st\_@hotmail.com

**RESUMO:** A cinza de casca de arroz (CCA) de coloração preta é um subproduto rico em sílica (teores superiores a 90%) das indústrias de beneficiamento de arroz. A cinza de casca de arroz foi caracterizada e posteriormente submetida a lixiviação ácida e seguida por tratamento térmico. As análises realizadas evidenciaram elevados percentuais de sílica sob a forma cristalina, nas formas cristobalita, tridimita e quartzo. A sílica branca foi obtida com elevada pureza e apresentou resultado favorável na formulação de tintas.

**PALAVRAS CHAVE:** Cinza de casca de arroz, lixiviação, tinta.

**ABSTRACT:** Black rice husk ash (CCA) is a silica-rich by-product (higher than 90%) of the rice processing industry. The rice husk ash was characterized and then subjected to acid leaching and followed by heat treatment. The analysis showed high percentages of crystalline silica in cristobalite, tridimite and quartz forms. White silica was obtained with high purity and presented favorable results in the formulation of paints.

**KEYWORDS:** Rice husk ash, leaching, paint.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Sua importância é destacada principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social. A produção anual de arroz é de aproximadamente 606 milhões de toneladas. Nesse cenário, o Brasil participa com 13.140.900t (2,17% da produção mundial).<sup>(1)</sup> Cerca de 20% do peso do arroz é representado pela casca. Esta casca devido a sua alta dureza, fibrosidade e natureza abrasiva, leva a obtenção de produtos de baixa propriedade nutritiva, boa resistência ao desgaste e muita cinza.<sup>(2)</sup>

A cinza de casca de arroz (CCA) possui, como maior componente químico, o dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), variando entre 74 a 97%, independentemente do processo de queima<sup>(3)</sup>. O elevado teor de sílica torna a CCA valorizada, mas este resíduo só terá alto valor econômico se tiver alta qualidade, caracterizada pela elevada superfície específica, tamanho e pureza de partícula, podendo ser usado em diversas aplicações assim como em substituição parcial do cimento, em produtos da construção civil.<sup>(4)</sup>

A CCA devido ao seu elevado teor de óxido de silício, está sendo utilizada, na fabricação de vidros, isolantes térmicos, tijolos prensados e materiais refratários, bem como na produção de argamassa e concreto, em substituição ao cimento Portland. A CCA tende a ter a cor preta devido à presença de carbono residual.<sup>(5)</sup>

As três formas mais importantes da sílica cristalina, são o quartzo, a tridimita e a cristobalita. Estas três formas de sílica também são chamadas de sílica livre ou sílica não combinada para distingui-las dos demais silicatos.<sup>(6,7)</sup>

Atualmente, o emprego das tintas não é apenas questão de estética, mas para proteção dos materiais, como metais e concreto. A sílica é utilizada como ampliador nas tintas para evitar os ataques químicos e intemperismos.

O objetivo deste estudo é eliminar o carbono residual da cinza da casca de arroz, através de processos químicos como a lixiviação ácida. O resultado deste processo será utilizado para a formulação de tintas no âmbito industrial.

Os componentes básicos para a fabricação de tintas são as resinas, os pigmentos, os solventes e os aditivos. As tintas industriais utilizam uma variedade muito grande de resinas e polímeros e a sua escolha é feita em função do tipo de

substrato, da forma de aplicação, do método de cura ou secagem, das especificações do cliente, enfim, das propriedades desejadas na superfície do substrato.

A formulação de tintas é um processo complexo e cada empresa tem os seus padrões estabelecidos para cada produto que lança no mercado ou desenvolve a tinta para atender à demanda de clientes de acordo com características específicas solicitadas.

Nesse contexto, a parceria com a empresa MEKAL Tintas, de Carazinho, foi para a produção de amostras de uma tinta a partir de uma formulação padrão comercial, de modo que pudesse ser incorporada, como pigmento inerte (carga), a sílica tratada desenvolvida pelo projeto. Em reunião com o engenheiro de desenvolvimento da empresa, optou-se por de uma tinta industrial do tipo epóxi (resina), utilizada para pisos de concreto. Essa tem como característica principal desejada a resistência ao desgaste devido ao tráfego de pessoas e veículos.

Segundo o engenheiro, nesse tipo de tinta pode ser incorporada cerca de 40% de carga na sua formulação. No momento, a empresa tem utilizado como carga o quartzo, por ser abundante na natureza, ser comercializado a um preço bastante acessível e conferir as propriedades desejadas para o produto.

A proposta deste projeto foi produzir uma amostra do produto com a incorporação da sílica em substituição ao quartzo, e realizar testes comparativos entre esta amostra e a amostra padrão com quartzo.

Tendo em vista que o maior interesse da empresa e propriedade mais importante do produto é a resistência ao desgaste, decidiu-se testar essa propriedade nas amostras.

## **2. METODOLOGIA**

Obteve-se a cinza da casca do arroz (CCA) de uma termoelétrica da Camil em Itaqui, no interior do estado do Rio Grande do Sul. O processo de queima na caldeira é em grelha, sem controle da temperatura, mas estimada em torno de 600°C. Posteriormente, a cinza passa por um processo de micronização, ficando na forma de pó com coloração preta.

A metodologia deste trabalho consiste, em submeter esta cinza a um tratamento químico, utilizando ácido clorídrico, seguida por aquecimento controlado,

em mufla, entre 600 e 800 °C, dependendo do processo. A partir destes processos pode-se obter uma sílica de alta pureza, variando de 99,5 a 99,66% de SiO<sub>2</sub> e com superfície específica elevada, caracterizando uma boa reatividade.<sup>(8)</sup>

As amostras obtidas a partir do tratamento com ácido clorídrico foram maceradas até virarem um pó fino, e então, foram analisadas no DR-X, TGA, DSC e MEV. Esse material após analisado foi utilizado na fabricação da tinta tipo epóxi.

A formulação para a fabricação das amostras de tintas para o teste de desgaste seguiu o procedimento padrão da empresa para o produto comercial. O produto é uma tinta epóxi formulada com Resina Epóxi líquida, não modificada, de alta viscosidade, à base de Bisfenol A (componente A - onde as cargas foram dispersas), reticulada com Endurecedor de aduto de poliamina cicloalifática, modificado (componente B). A única variável no processo de fabricação das amostras foi a carga. Manteve-se a proporção de carga usada na formulação, tanto para a amostra A, comercial (com quartzo), como para a amostra B (produzida com a sílica tratada – desenvolvida neste projeto).

As amostras A e B foram aplicadas em dois tipos de substrato: o metálico (aço) e o concreto. Os corpos de prova (CPs) foram preparados nas dimensões de ½ polegada de diâmetro para o aço, ou ½ polegada de largura e espessura (quadrado de ½ polegada de lado), para o concreto. Essas dimensões são necessárias para poder acoplar a amostra para o teste de desgaste na máquina PHOENIX TRIBOLOGY TE 53 SLIM (disponibilizada pela Unipampa para os ensaios).

Foram preparados de 6 a 10 CPs de cada tipo de substrato. O acabamento superficial foi o do próprio corte das amostras. A barra de aço foi cortada com disco abrasivo refrigerado com fluido de corte, típico de uma cortadeira de amostras metalográficas. Os CPs de concreto foram obtidos a partir de blocos de Paver, por ter resistência elevada, própria para tráfego intenso e ser normalizado. Os CPs foram cortados com uma maquina. Pela dificuldade do processo de corte e extração, os mesmos não ficaram numa dimensão e acabamento padrão.

Os ensaios de desgaste de um modo geral são realizados a partir do atrito de uma roda de desgaste sobre a superfície ou material que se deseja avaliar o comportamento. No caso particular, para melhor controle do processo foram utilizadas junto a roda de desgaste lixas de granulometria fina (2000). É medida a

perda de massa em função do tempo ou do número de revoluções para determinados parâmetros que são especificados e mantidos constantes. Também pode ser avaliado em função da perda de volume, porque fornece resultados adimensionais de volume, independente da densidade dos materiais.

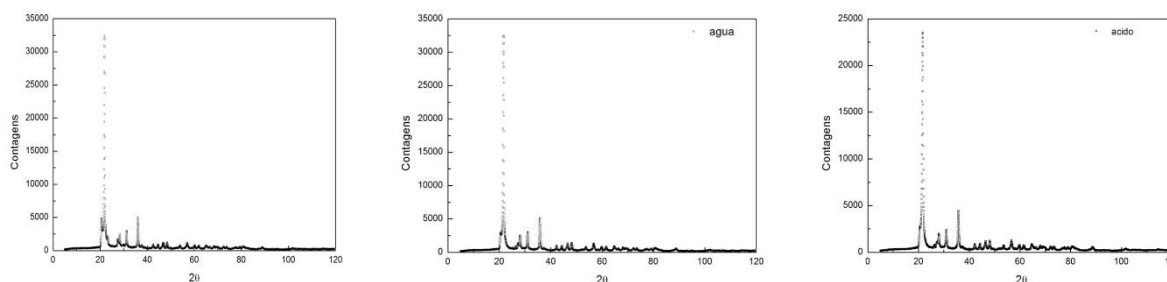
Depois de vários testes para definição de parâmetros, os mesmos foram ajustados para as seguintes condições: a) Disco de desgaste de 60mm, revestido com lixa de granulometria 2000; b) Velocidade: 25 rpm c) Carga sobre a amostra: 47N (100g) d) Número de revoluções:10.

A perda de massa para determinar o desgaste dos corpos de prova foi mensurada em uma balança de precisão: SHIMADZU AY 220 - CAP 220G X 0,1MG.

### 3. RESULTADOS

As análises das amostras de Sílica resultaram em difratogramas que apontaram a quantidade de cada componente presente nas amostras. A figura 1 mostra os gráficos encontrados na análise de DRX das amostras de sílica tratadas no experimento. Juntamente com o gráfico foram determinadas as substâncias presentes dentro das amostras. Os resultados estão a seguir: Sílica 1 (natural): Cristobalita – 86%, Tridimita – 13,8%; Sílica 2 (lavada com água): Cristobalita – 87%, Tridimita – 9,5% e Quartzo – 3,7%; Sílica 3 (lavada em ácido): Cristobalita – 84%, Tridimita – 15% e Quartzo – 0,72%.

**Figura 1** – Gráfico da análise da amostra do teste 1, 2 e 3, da esquerda para a direita.

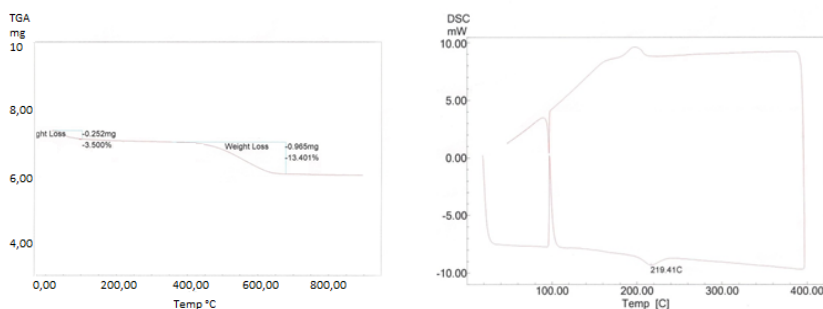


Com esses difratogramas, pode-se observar que a sílica não é amorfa, e sim, cristalina. Esses picos representam os elementos presentes na amostra. Neste caso, o dióxido de silício. Os percentuais de tridimita, quartzo e cristobalita apontam uma alta pureza do  $\text{SiO}_2$  nas amostras. Por serem estruturas alotrópicas, a presença dessas formas pode ser alterada, mudando o procedimento realizado durante a

lixiviação e a calcinação. O quartzo é mais estável em temperatura ambiente. A tridimita e a cristobalita são formadas através de ensaios com altas temperaturas.

O Analisador Termogravimétrico (TGA) e o Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC) foram utilizados para fazer algumas análises básicas de algumas das amostras feitas em laboratório. A figura 2 apresenta os resultados.

Figura 2 – Análise de TGA da amostra de sílica *in natura* (Esquerda) e de DSC (Direita).

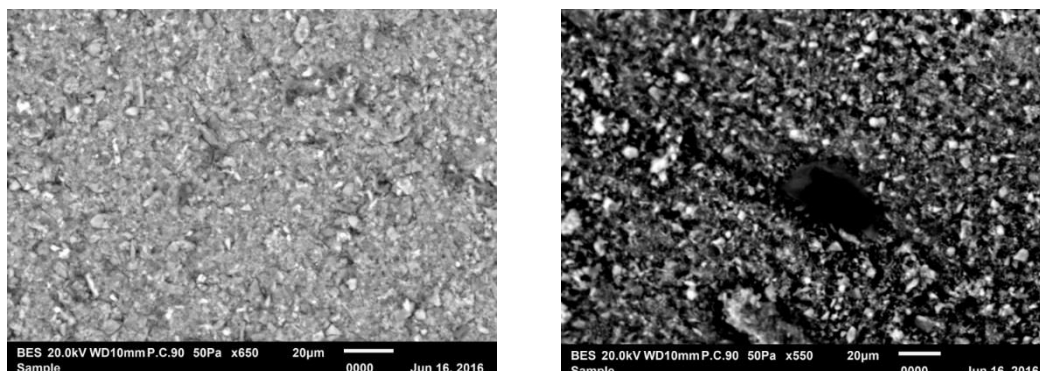


A análise de TGA mostra a perda de massa que a CCA *in natura* sofre quando submetida a altas temperaturas. A primeira perda representa a quantidade de água presente na amostra. Já a segunda mostra a perda de massa devido às primeiras transformações na estrutura do material (a partir de 400°C até os 650°C aproximadamente). Essa análise mostra que cerca de 13,4% de massa da amostra foi perdida na mudança de estrutura.

A análise do DSC na amostra de CCA tratada com água purificada mostra os picos de temperatura onde ocorrem as transformações físicas da amostra. O primeiro pico presente nessa análise mostra a perda de umidade. O segundo pico (em 219,41°C) representa a primeira mudança de estrutura da amostra. Como essa amostra já foi lixiviada e calcinada, a mudança na estrutura ocorre em uma temperatura inferior.

As análises feitas no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) confirmaram o alto grau de pureza no material obtido em laboratório e mostraram que todo o material orgânico presente na CCA *in natura* foi retirado durante o processo. As imagens da figura 3 foram obtidas no MEV e mostram as partículas da CCA *in natura* e da purificada.

Figura 3 – Figura Imagem obtida no MEV da CCA *in natura* (Esquerda) e da CCA purificada (Direita).



Durante a preparação da base da tinta observou-se que a sílica teste tem uma densidade baixa, pois foi preciso adicionar mais solvente para solubilizar todo o pó. A base da tinta padrão da empresa é líquida, sendo que a teste ficou grossa e mais escura. Após a fabricação da tinta com a sílica feita em laboratório, pode-se observar que houve algumas aglomerações do material, causando pequenos grumos na tinta. Isto pode ser visualizado no registro fotográfico dos CPs preparados com a tinta epóxi apresentados na figura 4 (a direita).

Figura 4 – Corpos de prova com a tinta padrão (esquerda) e tinta teste (direita).



Analisando a situação constatou-se que é necessária a adição de um anti aglomerante na sílica e uma secagem prévia do material para retirar a umidade residual, para que o produto final seja mais próximo da tinta padrão.

Segundo dados da empresa, a densidade da tinta é de  $1,48 \text{ g/cm}^3$  e a variação da densidade entre as amostras A e B é desprezível. Como a base é a mesma (Bisfenol A), a viscosidade das amostras A e B também pode ser considerada a mesma: viscosidade Krebs Stomer - KU = 100 a 110. Considerando a densidade citada, pode-se analisar os resultados dos ensaios do desgaste em função do seu volume, indicado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Variação do desgaste em volume das amostras A (padrão) e B (teste).

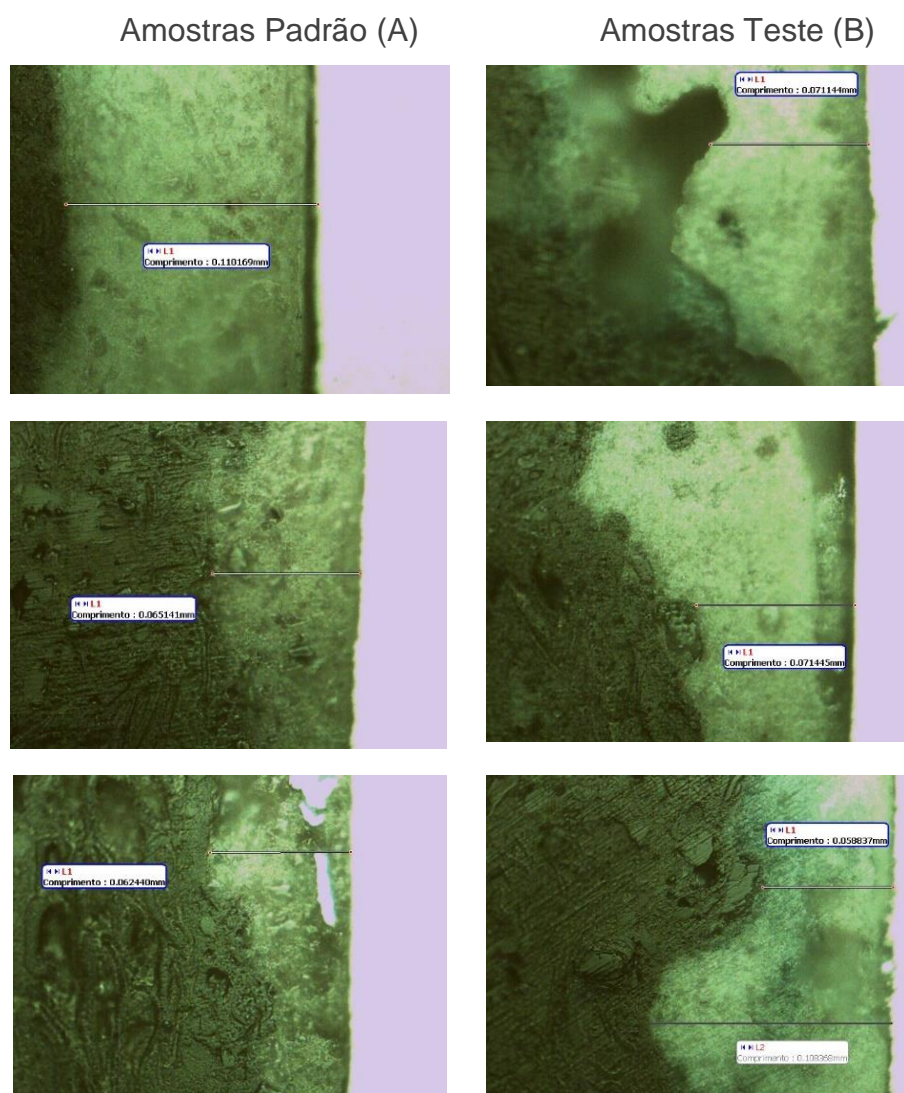
| A | CP   | Massa   | Massa  | Desg | Desgas |
|---|------|---------|--------|------|--------|
| B | Aço  | 11,9645 | 11,958 | 0,00 | 0,0030 |
| B | Aço  | 11,0787 | 11,070 | 0,00 | 0,0044 |
| B | Aço  | 12,0014 | 11,997 | 0,00 | 0,0020 |
| B | Aço  | 11,5755 | 11,569 | 0,00 | 0,0034 |
| B | Conc | 4,9263  | 4,9153 | 0,01 | 0,0059 |
| B | Conc | 4,1779  | 4,1728 | 0,00 | 0,0027 |
| A | Aço  | 11,8924 | 11,887 | 0,00 | 0,0024 |
| A | Aço  | 11,3188 | 11,314 | 0,00 | 0,0022 |
| A | Aço  | 11,8046 | 11,801 | 0,00 | 0,0017 |
| A | Aço  | 12,2462 | 12,241 | 0,00 | 0,0023 |
| A | Aço  | 11,7527 | 11,748 | 0,00 | 0,0023 |
| A | Aço  | 11,1402 | 11,136 | 0,00 | 0,0021 |
| A | Aço  | 11,8753 | 11,870 | 0,00 | 0,0025 |
| A | Conc | 4,3884  | 4,3829 | 0,00 | 0,0029 |
| A | Conc | 4,4294  | 4,4216 | 0,00 | 0,0042 |

Como pode ser observado na Tabela 1, apenas uma das amostras obteve desgaste menor que 0,002 cm<sup>3</sup>, que foi a amostra A (quartzo) sob substrato de aço. A faixa de desgaste em média está entre 0,002 e 0,003 cm<sup>3</sup>, abrangendo a maior quantidade das amostras analisadas, tanto com carga de quartzo como com sílica. A dispersão nos resultados era esperada em função de que não houve controle de espessura da camada de tinta depositada sob as amostras. A variação da espessura do filme de tinta no substrato pode ser observada nas micrografias das amostras de aço obtidas pela técnica metalográfica, apresentadas na figura 5.

A análise das amostras após o ensaio de desgaste também indica que a área superficial de desgaste não foi uniforme, ocorrendo variações significativas, principalmente nas amostras de concreto pela dificuldade de obter uma amostra padronizada dimensionalmente. Estas diferenças na área de desgaste também impactam nos valores de dispersão obtidos no volume de desgaste dessas amostras, pois se a área aumenta, aumenta também o volume de desgaste,

induzindo a erros na análise. A figura 6 apresenta o registro fotográfico das amostras de concreto após o ensaio de desgaste.

**Figura 5** – Micrografia das amostras de aço mostrando a variação na espessura do filme de tinta. Ampliação: 400X.



**Figura 6** – Registro fotográfico dos CPs de concreto após o ensaio de desgaste. Amostra padrão A (esquerda) e Amostra teste B (direita).



A Figura 5 mostra a superfície de um corte transversal das amostras de aço, onde pode ser visualizada a espessura do filme de tinta e a sua não uniformidade sob a superfície do substrato. Observa-se que em ambas as amostras (A e B) a espessura do filme é bem variável. Em algumas amostras o filme ficou mais espesso, como é o caso do primeiro CP de quartzo, com 110 $\mu$ m. Os outros dois a espessura é menor (65 $\mu$ m). Nos 3 CPs padrão (A) a espessura é mais uniformemente distribuída na superfície do que nas amostras Teste (B). Os valores médios de espessura nas amostras B ficaram na faixa de 70 $\mu$ m, mas com maior variação entre os pontos de maior e menor espessura (o filme é mais rugoso). A variação na espessura do filme entre os CPs interfere diretamente nos resultados. O desgaste é acelerado quando a rugosidade é mais elevada.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados das análises de DR-X, TGA, DSC-60 e MEV indicam que a sílica encontrada experimentalmente a partir da cinza da casca de arroz é de alta pureza e estável. As análises de DR-X apresentaram elevados percentuais de sílica sob a forma cristalina, nas formas cristobalita, tridimita e quartzo.

A sílica produzida em laboratório teve um rendimento satisfatório na produção da tinta, pois possuía cor e granulometria adequada. Por ser um material com densidade baixa, utilizou-se uma quantidade a mais de solvente para produção da tinta, mas ainda está dentro do esperado.

A exposição dos resultados dos ensaios de desgaste nas amostras de aço e de concreto revestidas com tinta com carga de quartzo e de sílica, permite-nos concluir, após análise apresentada, que o comportamento mecânico das amostras de quartzo e de sílica foram similares. As diferenças observadas podem estar associadas a influências devido variações da espessura dos filmes, da não uniformidade destes e da rugosidade, variáveis essas não controladas antes da realização dos ensaios de desgaste.

A utilização de um antiaglomerante na sílica antes da produção da tinta se faz necessária para que não haja formação de grumos que interferem na aparência e rendimento do produto final. A umidade do material também pode interferir na produção da tinta, então pode ser feita uma secagem na estufa antes da aplicação na produção da tinta.

Pode-se afirmar que a sílica obtida a partir do aproveitamento do resíduo da queima da casca do arroz pode ser utilizada como carga em tintas que tenham aplicação em pisos industriais ou similares que requeiram resistência ao desgaste, assim contribuindo para diminuir o impacto ambiental produzido por esse resíduo.

## REFERÊNCIAS

- WALTER, Melissa; MARCHEZAN, Enio; ÁVILA, Luis, A. *Arroz: composição e características nutricionais*. Ciência Rural Santa Maria. v.38, 2008, n.4, p.1184. Obtido em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a49v38n4.pdf>>. Acesso em 07/01/2015.
- (2) HOUSTON, D. F.; *Rice Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, USA, 1972.
- (3) TASHIMA, Mauro, M.; SILVA, Carlos, A. R. L.; AKASAKI, Jorge, L. *Concreto com adição de cinza de casca de arroz (CCA) obtida através de um processo de combustão não controlada*. Jornadas Sud-Americanas de Ingeniería Estructural, Mendoza, Argentina, 2004.
- (4) FOLLETO, Edson, L.; HOFFMAN, Ronaldo; HOFFMAN, Rejane, S.; PORTUGAL Jr., Utingassú, L.; JAHN, Sérgio, L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. *Química Nova*. v.28, 2005, p.1055.
- (5) JAUBERTHIE, Raoul; RENDELL, F.; TAMBA, S.; CISSE, I.; *Construction and Building Materials*, 2000.
- (6) HOFFMANN, R.; JAHN, S.L.; BAVARESCO, M.; SARTORI, T.C. "Aproveitamento da cinza produzida na combustão da casca de arroz: estado da arte." 2007. Disponível em: <[http://www.ufsm.br/cenergia/arte\\_final.pdf](http://www.ufsm.br/cenergia/arte_final.pdf)>. Acesso em: 05/03/2015.
- (7) KLEIN, C.; HURLBUT JR., C. S. *Manual of mineralogy*. 21. ed. New York, John Wiley. 1993, p.681.
- (8) IARC (Internacional Agency for Tesearch on Cancer). Silica Some Silicates Coal Dust and Para-Aramid Fibrils.IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans.Vol.38, 1997.

# CAPÍTULO 7

## METODOLOGIA DE PESQUISA DE VAZAMENTOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DAS PRESSÕES MANOMÉTRICAS

### **Júlio Surreaux Chagas**

Engenheiro Mecânico formado pela Escola de Engenharia de Porto Alegre  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Brasil.  
Endereço: Porto Alegre à Alameda Alípio César, 70 - casa, Bairro Boa Vista, Porto Alegre/RGS, CEP 91340-310;  
E-mail: juliosurreauxchagas@gmail.com

### **Luiz Antonio Ratkiewicz**

Engenheiro Mecânico  
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Endereço: Bento Martins nº 550, Bairro Centro Histórico da cidade de Porto Alegre/RGS;  
E-mail: luiz.ratkiewicz@gmail.com

### **Cristiano Vitorino da Silva**

Professor e Engenheiro Industrial Mecânico  
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI  
Endereço: Pedro Aita, 555, Bairro José Bonifácio, Erechim/RGS, CEP 99701-658;  
E-mail: cristiano@uricer.edu.br

**RESUMO:** A metodologia apresentada consiste em medir as pressões manométricas em pontos das redes de distribuição enterrada através dos ramais de entrada de água dos prédios para pesquisar vazamentos. A seguir calcula-se a vazão de cada trecho pela Fórmula de Hazen-Williams. A comparação das vazões mostrará os trechos com vazamentos de água. Os vazamentos nas redes de distribuição enterradas são devidos principalmente a avarias nos tubos e conexões, e a ligações clandestinas. Esta metodologia é uma técnica de baixo custo e fácil operação que consideramos uma alternativa ao uso do Geofone Eletrônico e o Correlacionador de Ruído que é empregado mundialmente na detecção de vazamentos nas redes de distribuição de água. As perdas de água nas redes de distribuição no Brasil são elevadas por falta de recursos técnicos e financeiros para combater o desperdício. Consideramos que a utilização desta metodologia irá ajudar economicamente as Companhias de Abastecimento de Água no Brasil a diminuir as perdas de água nas redes de distribuição.

**PALAVRAS CHAVE:** Técnica de detecção de vazamentos em redes de água.

**ABSTRACT:** The methodology here presented consists in measuring the manometric gauges in spots of the underground distribution networks through the branch systems of water inlets to buildings, in order to research leaks. Following, the flow of each excerpt of the system is calculated using the Formula of Hazen-Williams. A comparison of the flows will exhibit the excerpts with leaks of water. The leaks in underground distribution networks are due mainly to damages in tubes and

connections, and to illegal connections. This is a low cost methodology and easy operation considered by us as an alternative to the use of the Electronic Geophone and the Leak Noise Correlator which is used internationally in the detection of leaks in distribution networks. The water losses in the distribution networks in Brazil are high due to lack of technical and financial resources to fight waste. We believe that the use of this methodology will help economically the Water Supply Companies in Brazil to reduce water losses in distribution networks.

**KEYWORD:** Technique of leak detection in water nets.

## 1. INTRODUÇÃO

Os índices de perdas de água nas redes de distribuição no Brasil em 2016 foram de 38,05% segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018). O índice aceitável é uma perda de 15% pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014).

A receita operacional direta, dos Serviços de Água no Brasil em 2016 foi de R\$ 35,05 bilhões (SNIS, 2018). Uma ação de redução das perdas no Brasil da ordem de 10% que consideramos viável alcançar em curto prazo representam R\$ 3,50 bilhões que a Companhias poderiam aumentar o faturamento no atendimento à população sem acesso a água e o consumo crescente.

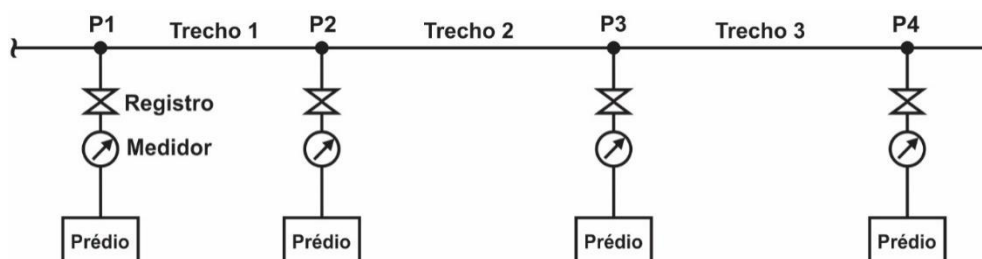
Segundo experiência de países que executaram projetos de redução de perdas nas redes de distribuição os retornos dos investimentos são rápidos, menores que 1,6 anos (ALLIANCE, 2002).

Faz-se necessário reduzir gradativamente as perdas de água em curto, médio e longo prazo nas redes de distribuição para alcançar um índice aceitável igual ou menor de 15%.

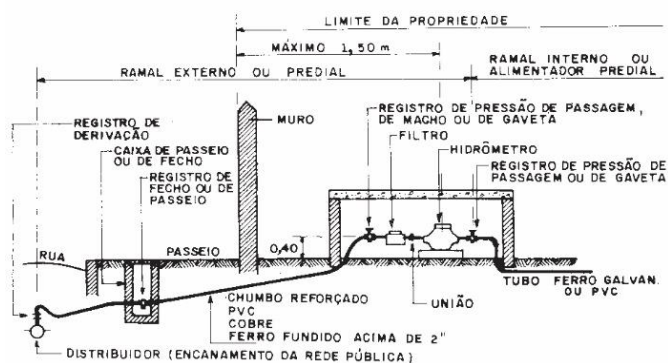
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consiste em medir as pressões em 4 e mais pontos da rede de distribuição nos ramais de entrada de água dos prédios que se deseja pesquisar vazamentos conforme figura 1.

**Figura 1** – Rede de distribuição de água:



Instalar os manômetros em um dos seguintes pontos dos ramais de entradas de água dos prédios: conexão do medidor de água; bico da torneira; plug existente no cavalete conforme detalhes na figura 2 (Macintyre, 2015). Também podem ser utilizados os hidrantes para medir a pressão da rede de distribuição.



As medições das pressões devem ser feitas sem consumo de água para os prédios. A seguir calcula-se a vazão de água de cada trecho pela fórmula de Hazen-Williams (Macintyre, 2015) abaixo:  $Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} (hp/L)^{1/1,85}$ ; onde:

Q = vazão em cada trecho, m<sup>3</sup> /s; C = coeficiente de rugosidade da tubulação; adotado o valor de 135, indicado para tubos de PVC de 75 e 100 mm de diâmetro; Valores para outros materiais dos tubos, veja livro citado; D = diâmetro da tubulação no trecho, em m; hp = perda de carga linear em cada trecho, em m; L = comprimento da tubulação em cada trecho, em m.

Necessário ter em mãos cópia do cadastro da rede de distribuição de água para efetuar o cálculo. A fórmula se aplica para canalizações com diâmetros de 50 mm a 3500 mm.

Através do cálculo da vazão de cada trecho podemos fazer um diagnóstico dos trechos com e sem vazamentos que está indicada na tabela 1.

**Tabela 1 – Diagnóstico dos trechos com e sem vazamentos.**

| Vazão          | Trechos com vazamentos | Trechos sem vazamentos |
|----------------|------------------------|------------------------|
| $Q1 = Q2 = Q3$ | Nenhum                 | 1,2,3                  |
| $Q1 > Q2 = Q3$ | 1                      | 2,3                    |
| $Q1 < Q2 = Q3$ | 2                      | 1 e 3                  |
| $Q1 = Q2 > Q3$ | 3                      | 1 e 2                  |
| $Q1 > Q2 > Q3$ | 1, 2 e 3               | Nenhum                 |

Admissível considerar iguais as vazões calculadas que apresentarem pequenas diferenças.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos na tabela 2 uma simulação da metodologia com a medição da pressão em 4 pontos de uma rede de distribuição de água.

O cálculo da vazão de cada trecho e a identificação dos trechos sem vazamento e com vazamento está apresentado na tabela 3.

Tabela 2: Medições da pressão em pontos da rede de distribuição de água

| Pontos | Pressão (mca) |
|--------|---------------|
| 1      | 30,00         |
| 2      | 28,87         |
| 3      | 28,12         |
| 4      | 26,79         |

Tabela 3: Pesquisa de perdas em trechos da rede de distribuição

| Trechos | Diâmetro<br>mm | Comprimento<br>m | Perda de carga<br>m | Vazão<br>m <sup>3</sup> /h | Observações |
|---------|----------------|------------------|---------------------|----------------------------|-------------|
| 1       | 100            | 30               | 1,13                | 54,00                      | Sem perda   |
| 2       | 100            | 20               | 0,75                | 54,00                      | Sem perda   |
| 3       | 100            | 40               | 1,33                | 52,00                      | Com perda   |

Caso os diâmetros dos trechos das canalizações são iguais pode-se verificar rapidamente se existe vazamento através do quociente da perda de carga linear (hp) pelo comprimento da tubulação (L). Se os valores são iguais entre os trechos indicam que não existe vazamento. Se diferentes indicam que existe vazamento em um trecho ou nos dois.

Os pesquisadores (Petresin et al., 2002) levantaram as curvas de regressão para perdas de água em cidades alemãs e concluíram que perdas acima de 1 m<sup>3</sup>/h perfazem 34% das ocorrências, mas são responsáveis por 85% do volume de água perdida (Silva, et al., 2008).

Resultados de pesquisa de vazamentos não visíveis mostram que 54% das ocorrências são devidos à má qualidade do material empregado, 33% devido à má execução do ramal predial e o restante devido a outros problemas (Gonçalves et al., 2007).

#### 4. CONCLUSÕES

Consideramos que o uso da presente metodologia irá auxiliar as Companhias de Abastecimento de Água no Brasil a reduzir as perdas que são elevadas nas redes de distribuição.

O uso desta metodologia já foi citado por outros autores Petresin, Fridl e Jecl (2002) e Conejo et al. (1999) (Silva et al. 2008).

Consideramos que esta metodologia é indicada para detectar perdas em trechos das redes de distribuição com vazão média e alta. Também identificar trechos da rede de distribuição com ligações clandestinas que são importantes devido a estimativa de ordem de grandeza que estas perdas de água representam 10% no Brasil. Vazamentos pequenos consideramos que será necessário utilizar os equipamentos Geofone Eletrônico e o Correlacionador de Ruídos. Estes equipamentos também podem auxiliar a localizar pontos prováveis de vazamentos que foi identificado vazamento com a presente metodologia.

#### REFERÊNCIAS

ALLIANCE. Aliança para Conservação de Energia – Livro: **Água e Energia**. 2002.p.32.34.159p.

Conejo, J.G. L; Lopes, A.R.G.; Marcka, E.; **Medidas de redução de perdas: elementos para planejamento**, Brasília: PNCD, 1999, p.43 p.(DTA C3).

Gonçalves, E.; Alvim, P.R.A; Gomes, A.S. **Pesquisa e combate a vazamentos não visíveis**.Volume.3.Brasília:SNSA,2007.p.30-48.83.86p.[www.cidades.gov.br/pnca](http://www.cidades.gov.br/pnca).

Macintyre, A.J.; **Manual de Instalações Hidráulica e Sanitárias; Livros Técnicos e Científicos**. Editora 2015. Cap.1, p. 2, 18. 324p.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Jornal ZH.RGS. 1º/02/2015. Título: “**O Brasil conta gotas**”, p.16.17.

Petresin, E; Fridl, S; Jecl, R.; **Leak detection in some European waterworks systems**.In: CIB W 62 Internacional Symposium, 28., Iasi, Romania,2002. Anais... Isai: CIB, 11 p.

Silva, G.S.; Tamaki, H. O.; Loureiro, R. S.; Gonçalves, O. M. **Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água**. Universidade de S. Paulo.2008. p.46.51p.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2018**.<http://snis.gov.br>. Acesso em: 09.05.2018. Ref.: IN049; FN002.

# CAPÍTULO 8

## ESTUDO DE CASO NO CONTEXTO DA ENGENHARIA DE SOFTWARE: SGCOPEX.

### **José Damião de Melo**

Mestre em Modelagem Computacional de Conhecimento pela Universidade Federal de Alagoas

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

Endereço: Av. Padre Airton Gonçalves Lima, 1140 - São Cristóvão, Itabaiana - SE, Brasil

E-mail: damiaomelo@gmail.com

### **Mikaele Costa Mendonça**

Técnica em Manutenção e Suporte em Informática pelo Instituto Federal de Sergipe

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

Endereço: Av. Padre Airton Gonçalves Lima, 1140 - São Cristóvão, Itabaiana - SE, Brasil

E-mail: mikaelemendonca@gmail.com

### **Wanderson Roger Azevedo Dias**

Pós-Doutor em Computação Ciência da Computação pela Universidade Federal de Sergipe

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

Endereço: Av. Padre Airton Gonçalves Lima, 1140 - São Cristóvão, Itabaiana - SE, Brasil

E-mail: wradias@gmail.com

**RESUMO:** No contexto deste artigo, os métodos da engenharia de software foram o framework para o desenvolvimento de um protótipo de sistema web responsável pelo gerenciamento das atividades de Pesquisa e Extensão em um Instituto Federal. Para o desenvolvimento da pesquisa foi usado o modelo de processo incremental. O produto foi colocado on-line em versão Alfa e validado pelo especialista do domínio quanto aos requisitos e pelo usuário gestor quanto a usabilidade e eficácia, sua adoção em nível institucional poderá ampliar a capacidade gerencial da atividade de pesquisa e extensão da instituição alvo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem. Prototipagem. Processo de Desenvolvimento. Engenharia de Software.

**ABSTRACT:** In the context of this article, software engineering methods were the framework for the development of a prototype web system responsible for the management of research and extension activities at a Federal Institute. For the development of the research the incremental process model was used. The product was put online in an Alpha version and validated by the domain expert regarding the requirements and the user manager regarding usability and effectiveness, its adoption at the institutional level could increase the managerial capacity of the research activity and extension of the target institution.

**KEYWORDS:** Modeling. Prototyping. Development Process. Software Engineering.

## **1. INTRODUÇÃO**

A engenharia de software é essencial no desenvolvimento de sistemas ao possibilitar que o analista se aproprie e utilize metodologias assertivas para projetos de software. Se insere no contexto das pesquisas para o desenvolvimento do SGCOPLEX (Sistema de Gerenciamento da Coordenadoria de Pesquisa e Extensão) ao possibilitar a automatização do gerenciamento dos projetos vinculados as Coordenadorias de Pesquisa e Extensão (COPEX) do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

Foi intenção deste projeto que o SGCOPLEX não somente se apresente como um software responsável pelo gerenciamento de projetos de pesquisa e extensão, mas também possa vir a se tornar parte de um processo gerencial escalável, que possa evoluir gradual e permanentemente. É norteado segundo metodologias preconizadas pela engenharia de software, as quais permitem uma melhor organização do processo de desenvolvimento, foi condição da ação ainda obter um resultado final de alta qualidade a um baixo custo e de acordo com os requisitos fornecidos pelo cliente.

Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar o relato do estudo deste caso de desenvolvimento de uma aplicação web, seguindo os preceitos da engenharia de software, destacando o processo, métodos e ferramentas utilizadas na modelagem e desenvolvimento do SGCOPLEX.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma revisão teórica, afim, de ambientar o estudo corrente, destacando a Engenharia de Software; Modelos de Processos; Prototipação de Software; Linguagem de Modelagem Unificada e a Modelagem Conceitual; A Seção 3 apresenta a modelagem conceitual e a estratégia de percurso para o desenvolvimento do SGCOPLEX e a Seção 4 apresenta as conclusões e possibilidades para trabalhos futuros.

## **2. REVISÃO TEÓRICA**

Segundo Pressman (2011) “um software consiste em: (i) instruções (programas de computador) que quando executados fornecem características, funções e desempenhos desejados; (ii) estrutura de dados que possibilitam aos

programas manipular informações adequadamente; e (iii) informações descritivas as quais descrevem a operação e o uso dos programas”.

As aplicações/software para a Web já foram somente um conjunto de arquivos de texto interconectados que apresentavam informações quase sempre através de texto e raramente informações gráficas, ainda assim, de forma limitada. Todavia, após o aparecimento da Web 2.0, elas se tornaram sofisticados ambientes computacionais que não apenas fornecem recursos especializados, funções computacionais e conteúdo para o usuário final, como também estão integradas a banco de dados corporativos e aplicações comerciais [Pressman, 2011].

Já Sommerville (2003) afirma que a engenharia de software é responsável por todos os aspectos da produção de software, iniciando na especificação de sistema até a manutenção desse sistema depois que ele já está em operação. É uma disciplina que tem como meta apresentar técnicas de desenvolvimento de softwares com alta qualidade a um baixo custo.

Na visão de Pressman (2011), a engenharia de software é formada por processo, métodos (práticas) e ferramentas as quais permitem construir sistemas dentro do prazo e com qualidade (ver Figura 1).

A engenharia de software é, portanto, o conjunto de processos, métodos e ferramentas que podem ser representadas na forma de camadas (Figura 1), comprometida com a qualidade.

Com o aperfeiçoamento contínuo de processos é possível obter abordagens cada mais efetivas. Na engenharia de software a camada fundamental é a de processos, pois é ela que possibilita o desenvolvimento de software de forma racional e dentro do prazo, mantendo sempre o foco na qualidade.

O processo de software é a base para o controle do gerenciamento de projetos, no qual estabelece o contexto onde serão aplicados os métodos técnicos que serão produzidos os produtos derivados do software, tais como: (i) modelos dos documentos; (ii) dados e etc. Também são estabelecidos marcos, a qualidade é garantida e as mudanças são geridas de forma apropriada. Além disso, a metodologia a ser desenvolvida para a entrega efetiva de tecnologia de engenharia de software também é definida na etapa do processo (Pressman, 2011; Sommerville, 2003).

## 2.1 FERRAMENTAS

Tem como função fornecer apoio automatizado ou semi-automatizado aos métodos e aos processos. As ferramentas nos permitem visualizar os detalhes de “como fazer” na construção de um software. Atualmente existem diversas ferramentas para sustentar cada método, conforme (Pressman, 2011; Rezende, 2005), tais como: (i) starUML (StarUML, 2015); (ii) DBDesigner (FabForce.net, 2015); (iii) PHP (PHP, 2015) dentre outras.

## 3. MÉTODOS

São responsáveis por fornecerem os detalhes técnicos para a construção do software, ou seja, o roteiro do desenvolvimento do software. Os métodos da engenharia de software são baseados num conjunto de princípios básicos que regem as áreas da engenharia de software, especificamente para o desenvolvimento e contém as atividades de modelagem e outras técnicas descritivas, conforme (PRESSMAN, 2011).

De acordo com Sommerville (2003), “um método na engenharia de software é uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de software, cujo objetivo é facilitar a produção de software de alta qualidade, apresentando uma boa relação custo-benefício”.

### 3.1 PROCESSO DE SOFTWARE

Um processo de software corresponde a um conjunto de passos formados por atividades, métodos, práticas e transformações parcialmente ordenados, os quais são usados para desenvolver e manter software e produtos associados (Sommerville, 2003).

Conforme Pressman (2011), processo de software é um conjunto de atividades de trabalho, ações e tarefas realizadas quando algum artefato de software deve ser criado. O processo não é uma prescrição rígida de como desenvolver um software. Ao contrário, é uma abordagem adaptável que possibilita a equipe de software realizar o trabalho de selecionar e escolher o conjunto apropriado de ações e tarefas.

As atividades, ações e tarefas são alocadas dentro de uma modelo ou metodologia o qual determina seu relacionamento com o processo e seu relacionamento entre elas. A metodologia de processo fornece a base para um

processo de engenharia de software completo, através de um pequeno número de atividades estruturais e um conjunto de atividades de apoio que são aplicadas a todo o processo. Essas atividades são aplicáveis a todos os projetos de software, independente de complexidade ou tamanho (Pressman, 2011).

### 3.2 MODELOS DE PROCESSOS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

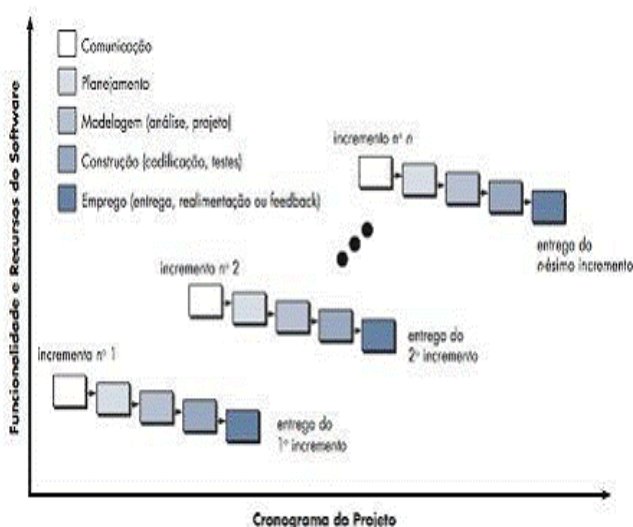
O modelo de processo de software é uma representação abstrata do processo. Ele é responsável por descrever de forma simplificada um processo de software, o qual é apresentado a partir de uma perspectiva específica. (Sommerville, 2003).

Analisando os modelos de processo existentes e citados acima, foi definido para o desenvolvimento do sistema web SGCOPLEX o modelo de desenvolvimento incremental, parte de um conjunto de requisitos iniciais, e tendo-os como base, é projetada a arquitetura completa do sistema.

Através dessa arquitetura e da agregação dos demais requisitos, o sistema vai sendo desenvolvido, indicando este modelo como ideal quando se deseja fornecer rapidamente um determinado conjunto funcional aos usuários para após esse fornecimento, refinar e expandir sua funcionalidade em versões de software posteriores. Assim, o modelo incremental aplica-se de forma linear e escalonada ao decorrer do tempo, onde cada sequência linear é responsável por gerar um incremento (Pressman, 2011; Garcia, 2013).

Num processo de desenvolvimento incremental, os interessados (clientes) identificam através de um esboço as funções a serem fornecidas pelo sistema. Depois é definida uma série de estágios de entrega. Cada estágio fornece um subconjunto de funções do sistema. Após a identificação dos incrementos, os requisitos para as funções que serão entregues no primeiro incremento são definidos em detalhes e o mesmo é desenvolvido utilizando o processo de desenvolvimento mais apropriado (Sommerville, 2003).

**Figura 1:** Processo - Modelo de Desenvolvimento Incremental (Pressman, 2011).



### 3.3 PROTOTIPAÇÃO DE SOFTWARE

É uma versão inicial do sistema a qual é utilizada para conhecer mais sobre os problemas e suas possíveis soluções. A prototipação permite que os usuários melhorem a especificação dos requisitos. Além desse benefício, desenvolver um protótipo de sistema pode ter outras vantagens, tais como:

Possíveis equívocos podem ser identificados à medida que as funções do sistema são apresentadas;

A equipe de desenvolvimento pode encontrar requisitos incompletos e/ou inconsistentes desenvolvendo o protótipo;

Um sistema em operação, embora limitado é capaz de mostrar a viabilidade e a utilidade da aplicação para a gerência.

A prototipação evolucionária inicia com um sistema relativamente simples que é a implementação dos requisitos mais importantes para o usuário, fornecendo assim um sistema funcional aos usuários finais. Esse sistema será alterado e ampliado assim que novos requisitos vão sendo descobertos. Dessa forma, ele se torna o sistema requerido.

Para a engenharia de software a prototipação é essencial no processo do projeto da interface. Pois, as interfaces possuem uma natureza dinâmica e as descrições textuais e os diagramas não são bons para exprimir os requisitos da interface com o usuário. Por conseguinte, a prototipação evolucionária com o

envolvimento do usuário final é uma maneira sensata de desenvolver interfaces gráficas com o usuário destinadas a sistemas de software.

### 3.4 UML (LINGUAGEM DE MODELAGEM UNIFICADA)

A UML segundo Fowler (2004), é uma família de notações gráficas, apoiadas por um metamodelo único, que ajuda na descrição e no projeto de sistemas de software, particularmente daqueles construídos utilizando o estilo Orientado a Objeto (OO).

Já para Melo (2010), é uma linguagem para especificação, visualização, construção e documentação de artefatos de sistemas de software.

Os criadores da UML, Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005) acrescentam: “A UML proporciona uma forma padrão para a preparação de planos de arquitetura de projetos de sistemas, incluindo aspectos conceituais tais como: processos de negócio e funções do sistema, além de itens concretos como as classes escritas em determinada linguagem de programação, esquemas de banco de dados e componentes de software reutilizáveis”.

A UML é uma linguagem independente de processo, sendo assim pode ser usada em qualquer tipo de processo. Com sua estrutura é possível conduzir a criação e leitura de seus modelos, mas não determina quais ou quando esses modelos devem ser criados, pois essa é uma responsabilidade do processo de desenvolvimento (MELO, 2010).

Um diagrama de caso de uso, no contexto a UML, fornece uma visão geral de todos os casos de uso e como estão relacionados, ou seja, uma visão geral das funcionalidades do sistema (PRESSMAN, 2011).

Os casos de uso ajudam no entendimento dos requisitos funcionais de um sistema. Porque ele mostra a interação entre os usuários e o sistema definindo os passos necessários para atingir um objetivo específico (FOWLER, 2004; PRESSMAN, 2011).

Segundo Melo (2010), um caso de uso é descrito, de forma compreensível tanto para a equipe de desenvolvimento como para os clientes, como sendo uma sequência de ações as quais representam um cenário principal “perfeito” e cenários alternativos, os quais tem como objetivo demonstrar o comportamento de um sistema ou parte dele através de interações com os atores.

Os atores são responsáveis por executar os casos de usos que estão representados graficamente através de formas ovais e estão conectados aos atores ou a outros casos de uso através de linhas, ou seja, o relacionamento (PRESSMAN, 2010).

O diagrama de classe é provavelmente o mais utilizado e um dos mais importantes da UML. É responsável por definir a estrutura das classes utilizadas pelo sistema, determinando os atributos e os métodos que cada classe possui. Além de estabelecer como as classes se relacionam e trocam informações entre si (GUEDES, 2011).

Os diagramas de classe são usados para modelar a estrutura estática de um sistema. Estes modelos são designados por “vista do desenho estático do sistema” (Silva e Videira, 2001).

Os elementos que constituem um diagrama de classe são:

**Classe:** é a descrição de um dos objetos que partilham os mesmos atributos, operações, relações e a mesma semântica. Uma classe pode ser algo tangível ou uma abstração do engenheiro de software;

**Relações:** é responsável pela ligação entre os elementos e é representado graficamente por um determinado tipo de linha. As mais importantes são dependência, generalização e associação, nas quais estão descritas a seguir:

Relação de dependência: indica que a alteração em um elemento pode afetar outro elemento que a usa, mas não necessariamente o oposto. É representado por uma linha tracejada;

Relação de generalização: é uma relação entre um elemento geral e um elemento mais específico. É representado por uma linha dirigida com um triângulo na ponta;

Relação de associação: é uma relação estrutural que especifica que objetos de uma classe estão ligados a objetos de outra classe. É representado por uma linha cheia.

**Multiplicidade:** é o número de instâncias em que uma classe pode se relacionar (através de associação) com uma única instância da(s) outras(s) classe(s) participantes(s);

**Instâncias:** é uma manifestação concreta de uma abstração. Sendo um conjunto de operações que pode ser aplicado e que tem um estado que registra os

efeitos das operações realizadas;

**Objeto:** é uma instância de uma classe, onde é herdada todos os atributos e métodos definidos na própria classe e possui uma representação de execução própria, a qual pode-se designar como estado;

**Operações:** os objetos podem efetuar operações definidas nas suas classes;

**Estado:** o estado de um objeto é dado pelos valores assumidos pelo conjunto de atributos de um objeto.

### 3.5 MODELAGEM CONCEITUAL

É uma representação e/ou uma descrição da realidade do ambiente do problema, constituindo uma visão global dos principais dados e relacionamentos (estruturas de informação).

Ao utilizar a modelagem conceitual com a técnica de Entidade-Relacionamento, obtém-se os esquemas conceituais sobre o negócio para o qual o projeto está sendo desenvolvido.

A abordagem Entidade-Relacionamento representa o ponto central no projeto conceitual de um sistema. O objetivo da modelagem de dados é representar de forma única, não redundante e resumida os dados de uma aplicação em banco de dados.

## 4. MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DO SGCOPLEX

Para o desenvolvimento do sistema *web* SGCOPLEX (Sistema de Gerenciamento da Coordenadoria de Pesquisa e Extensão) foi utilizado o Modelo de Desenvolvimento Incremental. Este modelo foi escolhido devido ao objetivo de fornecer um conjunto funcional, ou seja, um protótipo, ao cliente (coordenador da COPEX) que após análise e validação do SGCOPLEX, permitisse o refinamento e a expansão de suas funcionalidades em cada interação. A seguir, são descritas em detalhes as fases que compuseram o desenvolvimento do sistema SGCOPLEX.

### 4.1 ESPECIFICAÇÃO

Para a extração dos requisitos foi utilizada a técnica de entrevista, aplicada ao ex-coordenador da COPEX, o qual forneceu os principais requisitos que o sistema deveria conter. Os requisitos obtidos com a entrevista foram documentados com uma ferramenta de edição de texto e passaram a fazer parte da documentação do projeto.

## 4.2 PROJETO

Na elaboração do projeto, foram utilizados dois diagramas UML, sendo um comportamental e outro estrutural, representados respectivamente pelos diagramas de caso de uso e de classe.

Vale ressaltar que o diagrama de caso de uso fornece uma descrição das funções do software através dos casos de uso e mostra a relação deles com os atores que os executam. Já o diagrama de classe, fornece a estrutura que o sistema deve possuir através das classes, dos atributos que elas contém e dos métodos que executam.

Além disso, são estabelecidos os relacionamentos entre elas para mostrar como deve ocorrer as trocas das informações no sistema. A Tabela 1 apresenta todos os casos de uso do SGCOPLEX.

As funções representadas pelos casos de uso no diagrama, estão todas contidas no documento de projetos dos requisitos do sistema web SGCOPLEX.

**Tabela 1:** Tabela dos Casos de Uso do sistema (elaborado pelos autores).

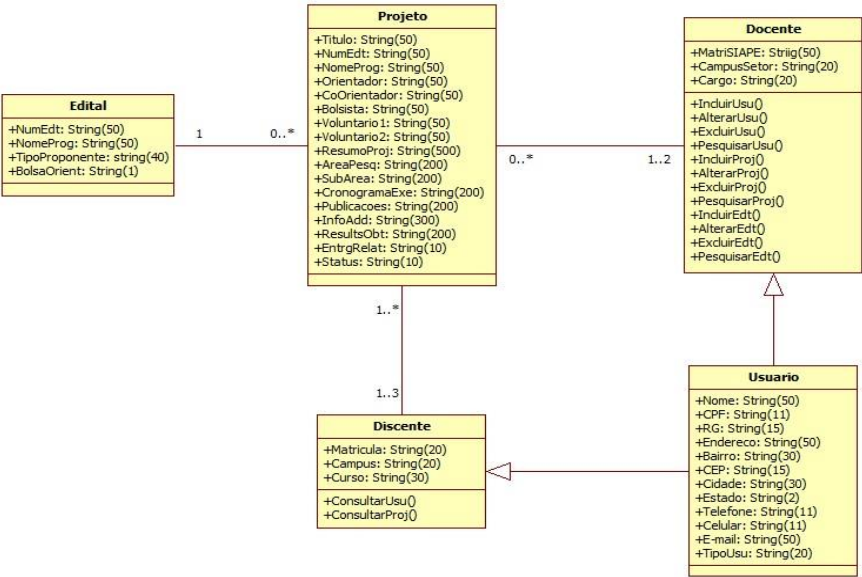
| <b>Tipo do Caso de Uso</b> | <b>Agente</b> |
|----------------------------|---------------|
| Efetuar Login              | Usuário       |
| Cadastrar                  | Usuário       |
|                            | Projeto       |
|                            | Editais       |
| Consultar                  | Usuário       |
|                            | Projeto       |
|                            | Editais       |
| Alterar                    | Usuário       |
|                            | Projeto       |
|                            | Editais       |
| Excluir                    | Usuário       |
|                            | Projeto       |
|                            | Editais       |

A Tabela 2 apresenta as classes e métodos contidos na modelagem do SGCOPLEX.

**Tabela 2:** Classes e Métodos do Diagrama de Classe (elaborado pelos autores).

| Classes  | Métodos           |
|----------|-------------------|
| Usuário  |                   |
| Docente  | Incluir Usuário   |
|          | Alterar Usuário   |
|          | Excluir Usuário   |
|          | Pesquisar Usuário |
|          | Incluir Projeto   |
|          | Alterar Projeto   |
|          | Excluir Projeto   |
|          | Pesquisar Projeto |
|          | Incluir Edital    |
|          | Alterar Edital    |
|          | Excluir Edital    |
|          | Pesquisar Edital  |
| Discente | Consultar Usuário |
|          | Consultar Projeto |
| Projeto  |                   |
| Edital   |                   |

**Figura 2:** Diagrama de Classes do SGCOPLEX.



O diagrama de classes é apresentado na figura x elencando todas as classes, atributos, métodos e relacionamentos do sistema SGCOPEx.

Para o projeto do banco de dados também foi consultado o documento de requisitos e o diagrama de classes, para uma melhor visão da estrutura do sistema. Nesta etapa da execução do projeto foi desenvolvido o Diagrama de Entidade-Relacionamento.

Para a criação e modelagem deste diagrama foi utilizado a ferramenta DBDesign [FabForce.net, 2015]. O Diagrama de Entidade-Relacionamento está representado na figura 4., contém as entidades, relacionamentos e todos os campos presentes no banco de dados do sistema SGCOPEx.

Para o projeto da interface do sistema, a princípio foram desenvolvidos dois *layouts*, que foram apresentados ao ex-coordenador da COPEX, no qual após análises pautadas em conceitos de "interface homem-máquina" definiu como o *layout* para o sistema SGCOPEx o modelo exibido na figura 3.

#### 4.3 IMPLEMENTAÇÃO

Para a implementação do sistema web SGCOPEx foram utilizadas as seguintes linguagens de programação:

HTML (*HyperText Markup Language*): é uma linguagem que tem como principal característica a possibilidade de se interligar a outros documentos web, uma vez que o hipertexto é o tipo de conteúdo inserido em um documento para a web (Silva, 2008);

CSS (*Cascading Style Sheet*): são folhas de estilo em cascata que servem para adicionar os estilos aos documentos web (Silva, 2008);

**Figura 3** - Layout de interface do SGCOPEx.

SGCOPEx  
Sistema de Gerenciamento da Coordenação de Pesquisa e Extensão

Cadastrar

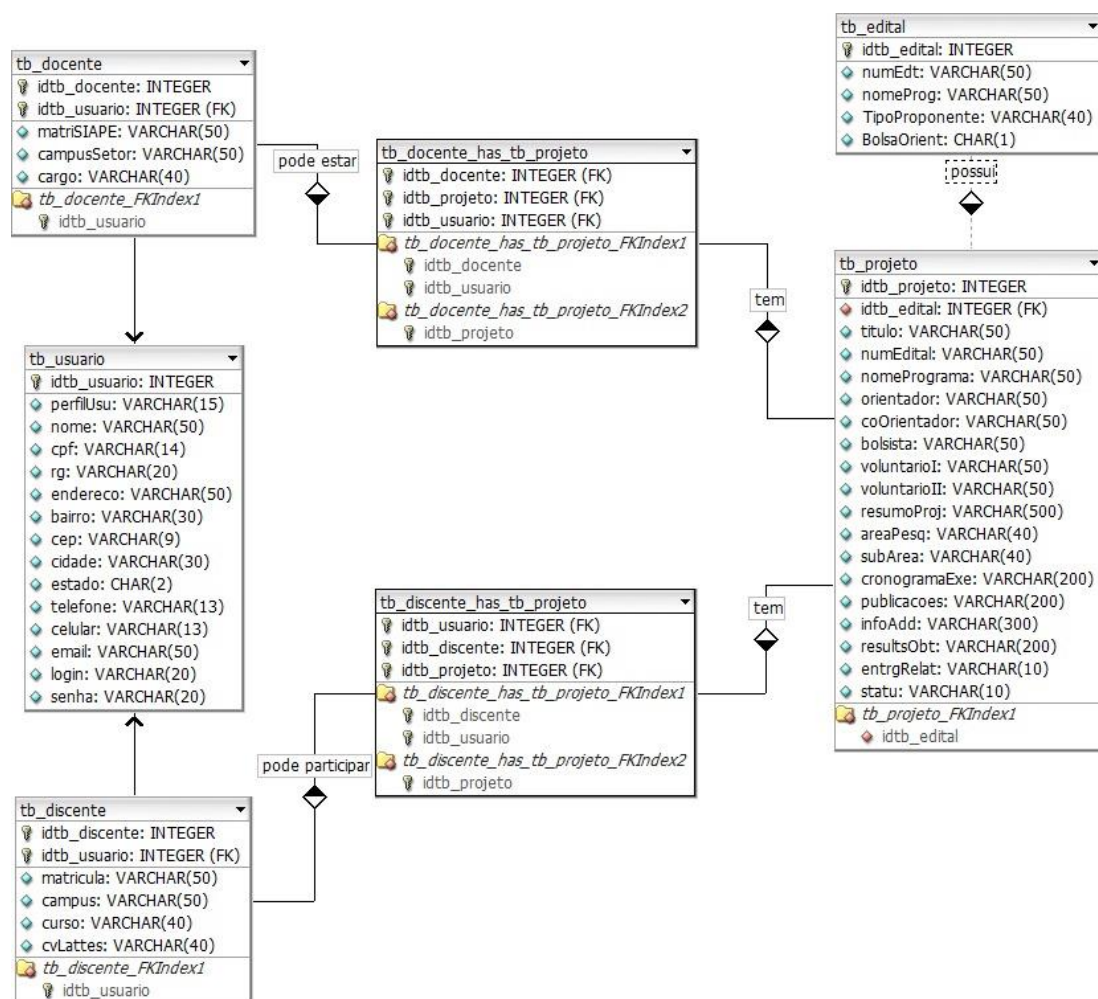
**Login**

Usuário:

Senha:

Copyright © 2015 - by Mikaele Costa

**Figura 4.** Diagrama E-R do SGOPEX.



PHP (*Hypertext Preprocessor*): é uma das linguagens mais utilizadas na web. A principal diferença em relação às outras linguagens é a capacidade que o PHP tem de interagir com o mundo web, transformando totalmente os websites que possuem páginas estáticas (Niederauer, 2011);

JavaScript: é uma linguagem desenvolvida para rodar no lado do cliente, isto é, a interpretação e o funcionamento da linguagem dependem de funcionalidades hospedadas no navegador do usuário. Isso é possível pois existe um interpretador JavaScript hospedado no navegador (Silva, 2010);

SQL (*Structured Query Language*): é uma linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional (base de dados relacional) (Prates e Niederauer, 2005).

A figura 5 apresenta a implementação da página responsável pelo "Cadastro de Usuário" utilizada no sistema SGCOPEx. Para a estilização das páginas, ou seja, o desenvolvimento da interface com o usuário, foram desenvolvidos scripts CSS e linkados as páginas do sistema SGCOPEx. Após a implementação e os scripts CSS, foram obtidas as telas do protótipo para validação da interface juntamente com o usuário validador.

**Figura 5.** Página Cadastrar usuário do SGCOPEx.

SGCOPEX  
Sistema de Gerenciamento da Coordenação de Pesquisa e Extensão

Logar-se

### Cadastrar Usuário

Informe os dados abaixo para efetuar o cadastro de um usuário.  
\* Campo obrigatório. Preencha-os por favor:

Nome:

CPF:

RG:

Endereço:

Bairro:

Cidade:

Estado:

Telefone:

Celular:

Email:

Tipo de Usuário:

Cadastrar

Copyright © 2015 - by Mikaele Costa

#### 4.4 VALIDAÇÃO

Para a validação do protótipo do sistema web SGCOPEx, foi apresentado ao coordenador da COPEX, IFS, campus Itabaiana, com a execução de protocolo de testes diversos a exemplo de seu próprio cadastro de usuário, *logon* e *logoff* no sistema, além de outros testes de usabilidade, e navegações internas pelo sistema, visando aferir o grau de funcionalidade da solução.

Também foi aplicado ao coordenador da COPEX, um questionário para obter a avaliação dele sobre o protótipo desenvolvido. Com respeito aos dados obtidos no questionário verificamos o grau de utilidade do sistema para a COPEX, em relação ao gerenciamento dos projetos de pesquisa e extensão, analisando assim a possibilidade de resolução de pendências ou dificuldades que os pesquisadores (docentes e/ou bolsistas e voluntários) pudessem ter junto ao(s) projeto(s). Possibilitou ainda uma verificação acerca do acesso quantitativo de projetos

pertencentes ao campus e até mesmo a obtenção de meta-dados referentes aos projetos.

Após a etapa de avaliação, entendemos que o sistema, do ponto de vista do especialista do domínio, validador de suas funcionalidades atendeu as necessidades específicas da coordenação, inicialmente definido no escopo do projeto como cliente para fins de controle e definição de requisitos, além de apresentar uma interface e usabilidade compatível com os demais sistemas *web*.

## **5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

Com adoção de métodos, técnicas e ferramentas da engenharia de software foi possível desenvolver um sistema *web* que atende as necessidades do cliente (COPEX). Por conseguinte, o objetivo deste projeto foi obtido com êxito pois, o protótipo do SGCOPLEX foi validado pelo especialista do domínio como sendo um sistema útil e que atende as necessidades da Coordenadoria de Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Sergipe, campus Itabaiana, em particular.

Com a análise das respostas da validação inferimos que o sistema é útil para a COPEX, pois organiza o gerenciamento dos projetos de pesquisa e extensão, agilizando assim as pendências ou dificuldades que os pesquisadores (docentes e/ou bolsistas e voluntários) tenham junto ao(s) projeto(s). Além de permitir acesso rápido a dados estatísticos no quantitativo de projetos gerenciados ou até mesmo na obtenção de dados mais particulares referentes aos mesmos, entre outros benefícios gerados exclusivamente pelo sistema *web* SGCOPLEX, entre eles acesso descentralizado, multi-usuário e plataforma WEB.

Segundo o validador, o sistema atende as necessidades específicas da coordenação, além de apresentar uma interface e usabilidade compatível com os demais sistemas *web* e também cumpre com o seu objetivo. O especialista do domínio ainda ressaltou da importância do sistema ser *web*, onde permite estar disponível na internet contribuindo com os possíveis usuários, mesmo quando não estiverem presentes no campus.

Permitindo assim, que seja executado o trabalho da coordenação, independente a localização física. Como trabalhos futuros, sugere-se a implementação de novos módulos, tais como: pesquisas mais específicas, relatórios mais detalhados incluindo gráficos, além do plano de manutenção contínua do

software visando a evolução do sistema para que ele continue atendendo as necessidades da COPEX.

Finalmente, demonstra-se que o uso dos preceitos da engenharia de software permitiu desenvolver um sistema web que atendeu o escopo inicial das necessidades do cliente e por conseguinte, o objetivo deste projeto de pesquisa foi obtido com êxito pois, o protótipo do SGCOPEx foi validado pelo especialista e pelo atual agente executivo, como sendo um sistema útil e que atende as necessidades da Coordenadoria de Pesquisa e Extensão no Instituto Federal de Sergipe.

Como trabalhos futuros, sugere-se a implementação de novos módulos, tais como: pesquisas mais específicas, relatórios mais detalhados incluindo gráficos evolucionários e series temporais, além do plano de manutenção contínua do software visando a evolução do sistema em versão Beta em produção, para que o mesmo possa atender as necessidades dinâmicas da COPEX e ampliar a capacidade operacional da instituição alvo.

## REFERÊNCIAS

Boulic, R. and Renault, O. (1991) “3D Hierarchies for Animation”, In: New Trends in Animation and Visualization, Edited by Nadia Magnenat-Thalmann and Daniel Thalmann, John Wiley & Sons Ltd., England.

Bezerra, Eduardo. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. – São Paulo, Brasil: Editora Elsevier-Campus, 2006, 279p.

Dall'Oglio, Pablo. **PHP Programando com Orientação a Objetos**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2009, 571p.

FabForce.net. **DBDesigner 4 and MySQL**. Disponível em:  
<<http://www.fabforce.net/dbdesigner4/>>. Acessado em 12 de setembro de 2015.

Fowler, Martin. **UML Essencial - Um Breve Guia para a Linguagem-Padrão de Modelagem de Objetos**. – São Paulo, Brasil: Editora Bookman, 2004, 160p.

Garcia, Luíz Fernando F. **Engenharia de Software I**. – Canoas, Brasil: Editora da ULBRA, 2013, 101p.

Guedes, Gilleanes T. A. **UML 2 - Uma Abordagem Prática**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2011, 488p.

Melo, Ana Cristina. **Desenvolvendo Aplicações com UML 2.2** – do Conceitual à Aplicação. – São Paulo, Brasil: Editora Brasport, 2010, 317p.

Machado, Felipe; Abreu, Maurício. **Projeto de Banco de Dados - Uma Visão Prática**. – São Paulo, Brasil: Editora Érica, 2004, 292p.

Niederauer, J. **Desenvolvendo Websites com PHP**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2ª edição, 2011, 304p.

Pádua, Wilson. **Engenharia de Software**. – São Paulo, Brasil: LTC, 2009, 260p.

PHP. Disponível em: <<https://php.net/>>. Acessado em 12 de setembro de 2015.

Prates, Rubens; Niederauer, Juliano. **MySQL 5 – Guia de Consulta Rápida**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2005, 112p.

Pressman, Roger S. **Engenharia de Software - Uma Abordagem Profissional**. – Porto Alegre, Brasil: Editora AMGH, 2011, 773p.

Rezende, Denis Alcides. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. – São Paulo, Brasil: Editora Brasport, 2005, 313p.

Rumbaugh, James; Booch, Grandy; Jacobson, Ivar. **UML - Guia do Usuário**. – São Paulo, Brasil: Editora Campus, 2005, 463p.

Silva, Maurício Samy. **Criando Sites com HTML – Sites de Alta Qualidade com HTML e CSS**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2008, 427p.

Silva, Maurício Samy. **JavaScript - Guia do Programador**. – São Paulo, Brasil: Editora NOVATEC, 2010, 608p.

Silva, Alberto; Videira, Carlos. **UML, Metodologias e Ferramentas CASE**. – Portugal, Editora Centro Atlântico, 2001, 545p.

Sommerville, Ian. **Engenharia de Software**. – São Paulo, Brasil: Editora PEARSON, 2003, 353p.

**StarUML**. Disponível em: <<http://staruml.io/>>. Acessado em 20 de agosto de 2015.

# CAPÍTULO 9

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O MODELO FLEURIET E OS INDICADORES DE RENTABILIDADE E LIQUIDEZ PARA AS MAIORES E MELHORES EMPRESAS DE CAPITAL ABERTO SEGUNDO A REVISTA EXAME

## **Claudia Horryny Guimarães Silva Morel**

Graduada em Ciências Contábeis pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Endereço: Av. Universitária 1.440, Setor Universitário, Goiânia-GO, CEP: 74605-010.  
E-mail: claudiahorryny663@gmail.com

## **Geovane Camilo dos Santos**

Mestre em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Uberlândia  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Endereço: Av. Universitária 1.440, Setor Universitário, Goiânia-GO, CEP: 74605-010.  
E-mail: geovane\_camilo@yahoo.com.br

## **Dryelle Laiana de Jesus Silva dos Santos**

Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Uberlândia  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia  
Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-100.  
E-mail: dryellelayana@gmail.com

## **Alexandre Pedroza Francisco**

Mestre em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Uberlândia  
Instituição: Universidade de Uberaba  
Endereço: Av. Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário, Uberaba-MG, 38055-500.  
E-mail: alexandrecontabil@gmail.com

## **Alexandre de Carvalho Paranaíba**

Especialista em Gestão Financeira pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Endereço: Av. Universitária 1.440, Setor Universitário, Goiânia-GO, CEP: 74605-010.  
E-mail: alexandrec@pucgoias.edu.br

**RESUMO:** Este estudo buscou identificar a existência de correlação entre os indicadores do Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade e liquidez classificadas pela Revista Exame, no ano de 2017, como as Melhores e Maiores e que são de capital aberto. A amostra foi composta por 9 entidades da B3 que ficaram classificadas entre as 20 Melhores e Maiores empresas segundo a Revista Exame, sendo o período de análise de 2009 a 2016. Os resultados revelaram a presença de três tipologias Modelo Fleuriet, o primeiro “Sólida”, o segunda “Insatisfatória” e um grupo “Sem Tendência Definida”. Nas correlações das empresas consideradas “Sólidas”, o Saldo em Tesouraria (ST) e Indicador Estoque possuem correlação negativa. Houve correlação relação negativa com Índice de Liquidez de Necessidade de Capital de Giro ( $IL_{NCG}$ ) e estoques. Constatou-se também correlação entre  $IL_{NCG}$  e os indicadores de Liquidez Imediata (LI), Seca (LS)

e Corrente (LC). Nas organizações classificadas como “Insatisfatórias” observou que existe correlação entre NCG e os indicadores de LG, LS e LC. Por outro lado, não houve correlação entre os indicadores do Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo Fleuriet. Capital de Giro. Indicadores de Rentabilidade e Liquidez.

**ABSTRACT:** This study sought to identify the existence of a correlation between the indicators of the Fleuriet Model and the indicators of profitability and liquidity classified by Exame Magazine in 2017 as the Best and Largest and which are publicly traded. The sample consisted of 9 B3 companies that were ranked among the 20 Best and Largest companies according to Exame Magazine and analyzed the period 2009 to 2016. The results revealed the presence of three Fleuriet Model typologies, the first "Solid", the second "Unsatisfactory" and a "No Definite Trend" group. In the correlations of the companies considered "Solid", the Treasury Balance (ST) and Inventory Indicator have a negative correlation. There was a negative correlation with Working Capital Need Liquidity Index (ILNCG) and inventories. It was also verified correlation between ILNCG and the Immediate Liquidity (LI), Dry (LS) and Current (LC) indicators. In the organizations classified as "Unsatisfactory" observed that there is correlation between NCG and the indicators of LG, LS and LC. On the other hand, there was no correlation between the Fleuriet Model indicators and the profitability indicators.

**KEYWORDS:** Model Fleuriet. Working Capital. Indicators of Profitability and Liquidity.

## 1. INTRODUÇÃO

As organizações têm buscado um controle mais adequado para gerenciamento de seu processo operacional e financeiro, e para isso utilizam informações fidedignas para as tomadas de decisões. Nesse sentido, as empresas estão montando planos estratégicos para aumentar a produção, as vendas e os resultados, sendo importante uma gestão qualificada do capital de giro.

Nesse sentido, é relevante a compreensão da importância do capital de giro para uma empresa e para sua continuidade. Fonseca e Ceretta (2012) afirmam que o capital de giro, pois possui a presença das junções de duas variáveis pertinentes para o administrador financeiro: liquidez e rentabilidade. Em conformidade com Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2010), o capital de giro demonstra os valores de recursos financiados para que a empresa possa ter a continuidade de seu ciclo operacional.

Dessa forma, quando uma empresa que não possui uma administração do seu capital de giro está sujeita a insolvência e assim comprometendo a continuidade de seu negócio. Desse modo, Marques, Santos e Beuren (2012) afirmam que a má

gestão do capital de giro é uns dos principais fatores para a mortalidade dos negócios, sendo que Fleuriet e Zeidan (2015) mencionam que se não for planejado o crescimento da Necessidade de Capital de Giro a entidade pode ter graves problemas de fluxo de caixa.

Entretanto, muitas empresas ainda têm direcionado a sua análise no modelo tradicional, que se fundamenta na aplicação de medidores retirados do Balanço Patrimonial e da Demonstração do Resultado do Período, dos quais se destacam: análise horizontal e vertical e os índices de liquidez, endividamento e rentabilidade. (MODRO; FAMÁ; PETROKAS, 2012). Ainda segundo Modro, Famá e Petrokas (2012), o modelo tradicional está focado na visão estática da organização, desconsiderando os ciclos da organização.

Entretanto, o modelo tradicional tem sofrido críticas ao longo de sua aplicação, sendo que Fleuriet e Zeidan (2015) mencionam que esse modelo não era o suficiente para as organizações empresariais sendo assim criado o Modelo Fleuriet, também conhecido como modelo dinâmico. Esse modelo, segundo Fleuriet e Zeidan (2015) é o mais indicado, pois gera informações mais completas e fidedignas, com a utilização de três variáveis: Capital Circulante Líquido (CCL), Saldo em Tesouraria (ST) e Necessidade de Capital de Giro (NCG). Ressalta-se que é importante utilizar o Modelo Fleuriet em conjunto com os indicadores tradicionais, pois o modelo dinâmico complementar o tradicional.

No modelo dinâmico a combinação dessas três variáveis gera uma tipologia (classificação) para que os usuários das informações contábeis e financeiras saibam qual a classificação da entidade e assim tomem as suas decisões, sendo que de acordo Costa e Mello Garcias (2009), às tipologias adquiridas pelo modelo dinâmico geram informações sobre a situação financeira da organização.

Desse modo, percebem-se as dificuldades encontradas pelos usuários das informações contábil-financeiras em relação à situação financeira das organizações, o que dificulta as tomadas de decisões. As empresas diante do atual cenário devem utilizar de métodos e planos estratégicos para continuação de sua atividade, bem como continuar a atrair os investimentos dos acionistas. Assim, é relevante tanto a empresa quanto aos acionistas analisarem a situação financeira da entidade bem como sua classificação pelo Modelo Fleuriet, como forma de aumentar o quantitativo de informações e a qualidade dessas informações.

Diante desse contexto, este trabalho possui como problema: existe correlação entre a tipologia do Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade e liquidez nas empresas classificadas como as melhores e maiores em conformidade com Revista Exame no ano de 2017 pertencentes a Brasil, Bolsa e Balcão (B3)? Para a resolução deste problema, o objetivo geral da pesquisa é: apresentar a correlação existente entre o Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade e liquidez das empresas classificadas como as melhores e maiores segundo a Revista Exame no ano de 2017 e que estão listadas na B3.

Este estudo encontra-se baseado em duas justificativas: i) não ter sido encontrados estudos que busca relacionar o Modelo Fleuriet com os indicadores tradicionais de liquidez e rentabilidade nas empresas classificadas como as melhores e maiores segundo a Revista Exame e ii) continuidade ao trabalho realizado por Miranda, Silva e Santos (2016), que analisaram a relação entre indicadores de rentabilidade e Modelo Fleuriet dos setores da Bovespa e sugeriram ao final de seu trabalho uma análise das empresas separadamente. Desse modo, o estudo contribuirá para contadores e pretensos profissionais da área que poderão fazer uso deste trabalho para estudo e aplicação do Modelo Fleuriet nas empresas que prestarem seus serviços.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste tópico é apresentado o referencial teórico do presente estudo, sendo abordados os seguintes tópicos: Modelo Fleuriet, capital de giro, indicadores do Modelo Fleuriet, tipologia Modelo Fleuriet, indicadores tradicionais.

### **2.1 MODELO FLEURIET**

O Modelo Fleuriet conhecido também como modelo dinâmico iniciou-se no ano de 1975 com o professor Doutor Michel Fleuriet. Fleuriet introduziu o modelo dinâmico para fornecer aos *stakeholders* a avaliação do perfil financeiro das empresas de uma forma mais completa e organizada. Antes da implantação do modelo dinâmico, as organizações utilizavam o modelo tradicional, o qual gerava informações sobre os indicadores (liquidez, rentabilidade e endividamento). Para Fleuriet e Zeidan (2015) somente esses indicadores não seriam suficientes para gerar informações concretas, uma vez que o modelo tradicional não estava gerando informações suficientes quanto à Necessidade de Capital de Giro.

Ainda segundo Fleuriet e Zeidan (2015), o modelo tradicional utilizado pelas instituições considerava apenas o aspecto da solvência, medidas pelos indicadores de liquidez (seca, corrente e geral). Complementarmente Nascimento *et al.* (2012) afirmam que o modelo tradicional possuía as contas do Balanço Patrimonial agrupadas mediante o auxílio de dois critérios: análise vertical e horizontal.

Para Assaf Neto (2015), a classificação vertical caracteriza a natureza patrimonial e a horizontal é uma análise temporal, além dessas análises também são utilizados no modelo tradicional os indicadores de liquidez e rentabilidade. Em conformidade com Perucelo, Silveira e Espejo (2009), as análises de liquidez ou índices de solvência verificam a capacidade de pagamento da empresa e os índices de rentabilidade revelam o nível de seu sucesso econômico.

Por outro lado, o Modelo Fleuriet propõe uma análise dinâmica e essa abordagem exige uma reestruturação do Balanço Patrimonial. Em conformidade com Miranda, Silva e Santos (2016) esse modelo é uma maneira de analisar a situação financeira de uma organização empresarial com base em um modelo dinâmico de capital de giro.

A utilização do modelo dinâmico é importante para a reclassificação das contas do Balanço Patrimonial, em cíclica (Operacional), financeira (Errática) e permanente ou estratégica (Não Circulante). Nesse sentido, os ciclos são os períodos que a empresa possui para obter algum resultado, seja ele operacional, econômico e financeiro. Em conformidade com Fleuriet e Zeidan (2015), o ciclo operacional compreende três fases: a estocagem da matéria prima, a produção que envolve a transformação da matéria prima em produtos finalizados e o armazenamento dos produtos acabados. O ciclo econômico abrange o período da entrada da matéria-prima até a saída dos produtos finalizados. E o ciclo financeiro é o período que se inicia com o pagamento dos fornecedores (que pode ou não coincidir com a compra dos estoques) até o recebimento dos clientes (que pode ou não coincidir com a venda dos estoques).

As contas cíclicas e financeiras são tanto do ativo quanto do passivo. Dessa forma, o ativo cíclico é representado por todos os investimentos realizados nas atividades operacionais da empresa, como vendas de mercadorias, compras de mercadorias ou matérias-primas, produção e estocagem, perdas estimadas de crédito de liquidação duvidosa, adiantamentos a fornecedores, impostos a recuperar

e despesas antecipadas, sendo que as contas resultam da atividade operacional de cada empresa (ASSAF NETO, 2015; FLEURIET; ZEIDAN, 2015). Já o ativo errático representa as contas de natureza financeira, como aplicações financeiras, disponibilidade, outros ativos circulantes, restituição de imposto de renda, investimentos de curto prazo, depósitos judiciais. (ASSAF NETO, 2015; FLEURIET; ZEIDAN, 2015).

Em relação aos passivos a classificação também ocorre em cíclico e errático. Fleuriet e Zeidan (2015) mencionam que o passivo cíclico é representado pelas contas relacionadas às operações da empresa, como: fornecedores, provisões trabalhistas, impostos indiretos (PIS/COFINS, ICMS, IPI), adiantamento de clientes, salários e encargos sociais, despesas operacionais. O passivo errático é composto pelas contas de curto prazo que não estão ligadas a atividade da empresa, como: financiamentos, empréstimos, descontos de títulos, dividendos, dívidas com coligadas e controladas, Imposto de Renda e Contribuição Social.

E ainda há as contas do Ativo não Circulante, Passivo não Circulante e Patrimônio Líquido. No Ativo não Circulante há contas relacionadas aos valores a receber superior a prazo de 12 meses após a data do Balanço Patrimonial, investimentos, imobilizados, intangível. No Passivo não Circulante classificam-se as obrigações com terceiros com prazo de vencimento superior a 12 meses após a elaboração do Balanço Patrimonial. E por fim há as contas de Patrimônio Líquido, que são classificadas em longo prazo, pois se espera que a empresa continue os seus negócios por tempo indeterminado. (ASSAF NETO, 2015; FLEURIET; ZEIDAN, 2015). Em sequência é apresentada a definição do capital de giro e sua importância para a continuidade da empresa.

#### 2.1.1 CAPITAL DE GIRO

O capital de giro caracteriza-se pela capacidade financeira que uma organização possui para custear suas atividades, sendo que Silveira, Zanolla e Lúcio (2015), mencionam que o termo capital de giro refere-se aos investimentos realizados pela organização com a finalidade de manter e garantir o ciclo operacional. Schumann *et al.* (2014) complementam a ideia anterior ao afirmar que capital de giro é utilizado para financiar as atividades operacionais, que se inicia na fase da aquisição das matérias-primas até o recebimento das vendas.

Desse modo é importante que as entidades possuam uma gestão adequada de seu capital, pois na percepção de Assaf Neto (2015) as empresas que não realizam essa gestão adequadamente possuem limitação de seus projetos de longo prazo, comprometendo a solvência da organização refletindo em uma repercussão econômica. Assim, a inadequada gestão do capital de giro da empresa leva as entidades a dificuldades relacionadas com as vendas e consequentemente liquidação de suas dívidas. (DETONI; MOREIRA, 2015). Nesse sentido, após a definição do capital de giro é destacado os indicadores do Modelo Fleuriet.

### 2.1.2 INDICADORES DO MODELO FLEURIET

Quando se analisa o modelo dinâmico verifica-se a existência de três variáveis: Necessidade de Capital de Giro (NCG), Capital Circulante Líquido (CCL), Saldo em Tesouraria (ST) que são classificadas de formas diferentes para formar as seis tipologias do Modelo Fleuriet.

O primeiro indicador analisado é a NCG, que segundo Matarazzo (2010) é um componente importante nas tomadas de decisões da organização, pois se uma empresa possui NCG é sinal que a mesma não está conseguindo resultados satisfatórios na sua gestão, necessitando recorrer a investimentos e/ou financiamentos. Fleuriet e Zeidan (2015) caracterizam a NCG como o excedente das contas cíclicas, sendo que ela é receptiva às mudanças que ocorrem no ambiente financeiro e econômico das organizações. Segundo Ambrozini, Matias e Pimenta Júnior (2015), a NCG é calculada realizando a soma de todo Ativo Circulante cíclico subtraindo-se a soma de todo Passivo Circulante cíclico.

Fleuriet e Zeidan (2015) apontam que a NCG pode apresentar três possíveis valores: positiva, negativa ou nula. Quando o resultado for positivo é que ativo cíclico é maior que seu passivo cíclico, o que leva a entidade a necessitar de investimentos ou financiamentos, sendo as principais fontes recursos próprios ou de terceiros de longo prazo.

Segundo Souza *et al.* (2017) se a NCG for negativa é que o passivo cíclico da organização é maior que seu ativo cíclico, sendo que a empresa não necessita de financiamento, e possui sobra de recursos para investir em sua atividade. E a NCG nula é quando o ativo cíclico é igual ao passivo cíclico, ou seja, a empresa não necessita de financiamento, mas não há sobra.

O próximo indicador analisado é o CCL, que para Matarazzo (2010) é o residual financeiro entre o Ativo Circulante e Passivo Circulante. Em conformidade com Assaf Neto (2015) o conceito utilizado para CCL é todo excedente das aplicações de curto prazo, ou seja, todos os recursos captados em processos de curto prazo.

Assaf Neto (2015) afirma que esse indicador pode ser calculado como a soma do Ativo Circulante subtraído da soma do Passivo Circulante. Em sentido semelhante encontram-se Miranda, Silva e Santos (2016) ao mencionarem que esse indicador é a diferença entre Ativo Circulante e Passivo Circulante, sendo que os referidos autores complementam que esse índice também pode ser encontrado pela diferença entre Ativo não Circulante e Passivo não Circulante mais Patrimônio Líquido.

Os resultados do CCL podem ser classificados de três formas: negativo, positivo ou nulo. Quando o CCL é positivo caracteriza que os recursos aplicados no Ativo Circulante ultrapassam o valor do Passivo Circulante, sendo que o valor residual do Ativo Circulante poderá ser usado para compensar futuramente as obrigações de longo prazo. Quando o CCL é negativo significa que as aplicações dos recursos de curto prazo são incapazes de suprir as obrigações de curto prazo. (MARQUES; BRAGA, 1995). E quando o CCL é nulo representa que o Ativo Circulante e Passivo Circulante são iguais, e que todos os recursos que a entidade possui em curto prazo são suficientes para cobrir as obrigações, porém não possui sobra.

O último indicador do modelo dinâmico é o ST que representa a folga financeira que a empresa possui para cobrir as suas obrigações financeiras ou erráticas. Fleuriet e Zeidan (2015) afirmam que o ST é obtido pelo resultado entre o Capital Circulante Líquido e a Necessidade de Capital de Giro (NCG), ou pela diferença entre o ativo financeiro e passivo financeiro.

Segundo Assaf Neto (2015), o ST é a proporção da margem de segurança financeira que a organização mantém, indicando a capacidade de aplicar o crescimento de sua atividade operacional. Em conformidade com Santos *et al.* (2013), o ST comprova ou não os recursos de curto prazo disponíveis para a empresa aplicar no seu giro, ou seja, garantir seus projetos e operações, cujos resultados são classificados em: positivo, negativo ou nulo.

O ST positivo significa que a entidade possui dinheiro suficiente para suprir suas obrigações financeiras de curto prazo. O ST negativo demonstra que a organização apresenta dificuldade financeira, e para isso utiliza seus recursos de curto prazo para custear suas atividades operacionais e os investimentos de longo prazo. (MACHADO *et al.*, 2010). E o ST nulo é quando os recursos financeiros são iguais às obrigações financeiras, ou seja, os recursos erráticos de curto prazo suprem as obrigações, mas não há sobra financeira.

Fleuriet e Zeidan (2015) afirmam que é necessário a organização acompanhar a evolução do Saldo em Tesouraria, para que possa evitar que o saldo negativo apresente crescimento. O Saldo em Tesouraria tornar-se-á gradativamente mais negativo com o crescimento das vendas, se a necessidade de giro aumentar proporcionalmente mais do que o autofinanciamento e a organização estagnar seu capital de giro. Desse modo, a combinação desses três indicadores leva a classificação (tipologia) do Modelo Fleuriet, sendo ela discutida em sequência.

### 2.1.3 TIPOLOGIA DO MODELO FLEURIET

O modelo dinâmico introduzido por Michel Fleuriet classifica as empresas em seis tipologias mediante as combinações dos indicadores retro citados. Em conformidade com Miranda, Silva e Santos (2016), por meio da participação do (NCG, CCL e ST) é possível classificar as empresas de acordo com seis estruturas de balanço. Segundo Nascimento *et al.* (2012) as variáveis do Modelo Fleuriet podem assumir valores positivos e negativos, gerando as classificações de estruturas financeiras. As tipologias do Modelo Fleuriet são apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Tipologias do Modelo Fleuriet.

| Tipologia |                | Variáveis |          |
|-----------|----------------|-----------|----------|
| Tipo I    | Excelente      | ST        | Positivo |
|           |                | NCG       | Negativo |
|           |                | CCL       | Positivo |
| Tipo II   | Sólida         | ST        | Positivo |
|           |                | NCG       | Positivo |
|           |                | CCL       | Positivo |
| Tipo III  | Insatisfatória | ST        | Negativo |
|           |                | NCG       | Positivo |
|           |                | CCL       | Positivo |

|         |            |     |          |
|---------|------------|-----|----------|
| Tipo IV | Péssima    | ST  | Negativo |
|         |            | NCG | Positivo |
|         |            | CCL | Negativo |
| Tipo V  | Muito Ruim | ST  | Negativo |
|         |            | NCG | Negativo |
|         |            | CCL | Negativo |
| Tipo VI | Alto Risco | ST  | Positivo |
|         |            | NCG | Negativo |
|         |            | CCL | Negativo |

Fonte: Miranda, Silva e Santos (2016); Marques e Braga (1995), Braga et al. (2004).

Na primeira classificação segundo o Modelo Fleuriet encontram-se as empresas do Tipo 1 - Excelente. Nessa tipologia a entidade não possui NCG, além de apresentar um CCL e ST positivo. Nessa tipologia a entidade dispõe de folga financeira, Ativo Circulante e Operacional. Segundo Carneiro Júnior e Marques (2005) essa classificação é mais usual para alguns tipos de supermercados, em que o investimento em giro, em geral, é negativo, pois normalmente o passivo cíclico supera o ativo cíclico, dado que as vendas são realizadas, predominantemente, à vista, enquanto o período médio de estocagem é menor que o prazo médio de pagamento aos fornecedores.

Na estrutura do Tipo 2 - Sólida, a entidade possui uma NCG positiva, ou seja, necessita de recursos para cobrir sua atividade operacional, entretanto, o CCL é positivo, sendo capaz de equilibrar e sanar essa necessidade de giro. E o ST é positivo, o que evidencia que a organização goza de recursos financeiros de curto prazo para cobrir suas obrigações. Portanto, todos os índices são positivos, e as sobras do CCL são capazes de cobrir a NCG. Em resultados obtidos em sua pesquisa, Costa e Mello Garcias (2009), afirmam que o setor que mais se classificou nesta tipologia foi de Papel e Celulose. E nos resultados da pesquisa de Miranda, Silva e Santos (2016) as empresas que pertencem aos setores de Autopeças e Construção Civil foram classificadas durante o período de 2009 a 2011.

Na estrutura Tipo 3 - Insatisfatória, a instituição possui NCG positiva, bem como seu CCL, entretanto esse não é capaz de cobrir a necessidade de giro. O ST é negativo, evidenciando que seus fundos de curto prazo não são suficientes para cobrir as obrigações no mesmo prazo. Em conformidade com os resultados obtidos

na pesquisa de Silveira, Zanolla e Lúcio (2015), às companhias dos setores de Alimentos e Bebidas são aquelas mais classificadas como insatisfatórias. E a pesquisa de Ambrozini, Matias e Pimenta Júnior (2015) revelou que as empresas do setor de Construção Civil se classificaram como insatisfatória.

Na estrutura Tipo 4 - Péssima, a empresa apresenta uma NCG positiva, entretanto o CCL é negativo, não conseguindo cobrir a necessidade que a empresa possui, além de apresentar um ST negativo evidenciando que a entidade necessita de recursos a curto prazo para pagamento de suas dívidas de curto prazo. Para Marques e Braga (1995) é comum que as companhias estatais, geradoras de energia elétrica e as do setor ferroviário sejam classificadas como péssimas. Silveira, Zanolla e Lúcio (2015), encontram em sua pesquisa que os setores de Máquinas Industriais, Veículos e Pesca foram classificados como péssimos.

Na estrutura financeira Tipo 5 - Muito Ruim, a empresa possui a NCG, o CCL e o ST negativos. Em conformidade com Miranda, Silva e Santos (2016), a empresa necessita de recursos para aplicar em curto prazo, e financiar os ativos com prazos longos. Segundo Guimarães e Nossa (2010) a estrutura financeira Tipo 5 é considerada melhor que a estrutura 4, pois a Necessidade de Capital de Giro é negativa e apesar do CCL e ST serem negativo ela se mantém sem essa necessidade. As pesquisas de Perucelo, Silveira e Espejo (2009) e Silveira, Zanolla e Lúcio (2015) revelaram predominância de empresas dos setores de Têxtil e Vestuário nessa classificação.

A estrutura Tipo 6 - Alto Risco é caracterizada pela NCG e CCL negativos e ST positivo. Entende-se que a empresa não necessita de um investimento de capital de giro e que ela possui sobra nas disponibilidades financeiras de curto prazo, mas que o seu Ativo Circulante não é capaz de cobrir as suas dívidas de curto prazo. Em conformidade com Fonseca e Ceretta (2012) isso ocorre quando a organização destina parte dos seus recursos para financiar os ativos não circulantes. Nascimento *et al.* (2012) encontraram como resultados de sua pesquisa que as empresas de transportes recebem essa classificação. E Silveira, Zanolla e Lúcio (2015) constataram que as empresas do setor de mineração foram classificadas como Muito Ruim. Após a apresentação dos indicadores do modelo dinâmico será discutido, em sequência, os indicadores tradicionais, uma vez que os mesmos serão utilizados para a correlação com os indicadores do Modelo Fleuriet.

#### 2.1.4 INDICADORES TRADICIONAIS

Os indicadores tradicionais apontam a situação financeira de uma organização diante de suas obrigações, este sem influenciar a continuidade de suas operações. Guimarães e Nossa (2010), afirmam que os indicadores de liquidez indicam a capacidade de saldar e honrar os compromissos e Perucelo, Silveira e Espejo (2009), mencionam que os indicadores de rentabilidade mostram o nível de sucesso econômico. Em sequência é apresentado no Quadro 2 os indicadores do modelo tradicional.

**Quadro 2** - Indicadores tradicionais de liquidez, rentabilidade e estoque.

| Indicadores       | Fórmula   | Significado  |
|-------------------|---|--|
| Liquidez Imediata | $\frac{\text{Disponível}}{\text{Passivo Circulante}}$   | Liquidez Imediata é quando uma organização possui condições para sanar suas dívidas (circulante) de forma imediata.  |
| Liquidez Corrente | $\frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$   | Liquidez corrente ou índice de solvência se a organização contém recursos capazes no Ativo Circulante para sanar/ cobrir dívidas de curto prazo (Passivo Circulante).                      |
| Liquidez Seca     | $\frac{(\text{Ativo Circulante} - \text{Estoques} - \text{Despesas Antecipadas})}{\text{Passivo Circulante}}$                     | Liquidez Seca determina a capacidade de uma organização no pagamento de compromissos de curto prazo mediante a utilização das contas do Ativo Circulante (disponível e Valores a receber). |
| Liquidez Geral    | $\frac{(\text{Ativo Circulante} + \text{Realizável a Longo Prazo})}{(\text{Passivo Circulante} + \text{Exigível a Longo Prazo})}$ | Liquidez Geral é aplicada também como modelo de segurança financeira da organização a longo prazo, demonstrando a eficácia de saldar todos os compromissos.                                |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| Índice de Liquidez Necessidade de Capital de Giro | Saldo em Tesouraria | Representa o comprometimento do uso de recursos de terceiros (Instituições Financeiras) para suprir a Necessidade de Capital de Giro da empresa.                             |
|   | NCG                 |  |
| Índice de Estoque                                 | Estoque             | Representa a participação do estoque no total do ativo.  |
|   | Ativo total         |  |
| Taxa de Retorno sobre investimento (TRI)          | Lucro Líquido       | A taxa de Retorno sobre investimento indica as estratégias de investimentos e operacional de uma organização, sendo avaliado pelo giro do investimento e margem operacional. |
|   | Ativo Total         |  |
| Retorno sobre o Patrimônio                        | Lucro Líquido       | É uma proporção que indica os investimentos dos acionistas e seu retorno.  |
|   | Patrimônio Líquido  |  |

Fonte: Assaf Neto (2015); Cardoso e Brito (2002); Guimarães e Nossa (2010); Matarazzo (2010); Perucelo, Silveira e Espejo (2009) e Ross, Westerfield, Jordan (2002).

Os indicadores demonstrados no Quadro 2 serão utilizados para correlacionar com os indicadores do modelo dinâmico. Em sequência são apresentados os aspectos metodológicos do presente trabalho.

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Em relação aos objetivos, este estudo foi constituído por pesquisa descritiva, uma vez que buscou descrever a relação entre os indicadores tradicionais com os do modelo dinâmico, além de demonstrar uma descrição dos resultados da tipologia de cada empresa.

Quanto aos procedimentos utilizou-se a pesquisa bibliográfica, ao empregar livros, artigos em revistas e congressos para a definição do referencial teórico e aspectos metodológicos. Neste estudo também teve a pesquisa documental, pois ainda não receberam tratamento analítico, sendo utilizadas as seguintes demonstrações contábeis padronizadas ao final de cada período: Balanço Patrimonial e Demonstração do Resultado do Período.

Em relação à abordagem o estudo foi classificado como qualitativo e quantitativo. A parte qualitativa foi com a finalidade de analisar a classificação das empresas de acordo com o Modelo Fleuriot. Enquanto que a quantitativa foi análise da correlação de Pearson entre os indicadores do modelo dinâmico e os indicadores de rentabilidade e liquidez.

A Revista Exame, desde 1974 realiza anualmente a premiação das melhores e maiores companhias dos setores da economia nacional. As organizações são analisadas no levantamento Melhores e Maiores, exercida por EXAME em parceria com a Fundação de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FIECAFI). (VAZ, 2017). Em 2017, as empresas tiveram que se adequar ao cenário retração, e por ter se destacado foram premiadas 20 companhias de diversos setores, sendo que a premiação ocorreu em 7 de agosto de 2017, em São Paulo.

Dessa forma, foram selecionadas 9 dentre as 20 Melhores e Maiores, sendo que as escolhidas foram pelo fato de possuírem capital aberto na B3. As entidades estudadas são: CTEEP; FRAS; KLABIN; MRV; RAIA; SABESP; VALE; WEG; WHIRLPOOL. Foram coletados os relatórios financeiros padronizados de Demonstração do Resultado do Período e Balanço Patrimonial, no site da B3.

Inicialmente buscou-se analisar o lapso temporal de 2008 a 2016, pois assim consideraria os relatórios contábil-financeiros elaborados de acordo com as alterações das normas internacionais de contabilidade, mediante as alterações na Lei 6.404/1976 pela Lei 11.638/2007, entretanto o ano de 2008 foi desconsiderado, pois haviam empresas que ainda possuíam relatórios no modelo antigo e a partir de 2009, os demonstrativos das nove empresas já estavam no formato da nova norma.

Os relatórios financeiros disponibilizados no site da B3 foram coletados e reorganizadas em planilhas eletrônicas. Após os dados serem lançados no Excel foi realizada a atualização dos valores dos demonstrativos por meio do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M). Em sequência procedeu-se aos cálculos dos indicadores do modelo dinâmico e a sua classificação. E por fim utilizou o *software* para os cálculos da correlação de Pearson, cujo valor significativo foi de 1% e 5% para duas extremidades. Em sequência apresentam-se os resultados e discussão.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo dinâmico proposto por Fleuriet realiza a classificação da empresa com base em três indicadores: Necessidade de Capital de Giro (NCG), Capital Circulante Líquido (CCL) e Saldo de Tesouraria (ST). Nesse sentido apresentamos os resultados encontrados na pesquisa. Dessa forma, nesta seção são apresentados os resultados das tipologias de classificação do modelo dinâmico proposto por Fleuriet na década de 70. O Quadro 3 demonstra os resultados obtidos por cada empresa durante o período de 2009 a 2016, com a classificação anual de cada empresa segundo as variáveis do Modelo Fleuriet.

**Quadro 3** – Resultado classificação Modelo Fleuriet.

| Empresas         | Situação empresa |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 2016             | 2015   | 2014   | 2013   | 2012   | 2011   | 2010   | 2009   |
| <b>CTEEP 2</b>   | TIPO 3           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 3 | TIPO 4 | TIPO 3 | TIPO 3 |
| <b>FRAS</b>      | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 |
| <b>KABLIN</b>    | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 |
| <b>MRV</b>       | TIPO 3           | TIPO 3 | TIPO 3 | TIPO 3 | TIPO 3 | TIPO 3 | TIPO 3 | TIPO 3 |
| <b>RAIA</b>      | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 |
| <b>SABESP</b>    | TIPO 4           | TIPO 4 | TIPO 6 | TIPO 2 | TIPO 4 | TIPO 5 | TIPO 1 | TIPO 4 |
| <b>VALE</b>      | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 |
| <b>WEG</b>       | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 2 | TIPO 3 | TIPO 3 |
| <b>WHIRLPOOL</b> | TIPO 2           | TIPO 2 | TIPO 1 | TIPO 1 | TIPO 1 | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 2 |

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

A Companhia de Transmissão Energia Elétrica Paulista (CTEEP), classificada no segmento Nível 1 da B3, possui como principal atividade, a transmissão de Energia Elétrica. Durante o lapso temporal, a empresa teve 3 tipos de classificações: Tipo 2 – Sólida, Tipo 3 – Insatisfatória e Tipo 4 – Péssima. Percebe-se no Quadro 3 que a empresa esteve classificada durante os anos de 2009 a 2012 como insatisfatória e péssima, entretanto, de 2013 a 2015 ele apresentou uma melhoria em sua classificação, passando para sólida, porém em 2016 ela voltou a ser classificada como insatisfatória. Estes resultados não corroboram com Marques e Braga (1995), pois os referidos autores encontraram em sua pesquisa que as empresas do setor de Energia Elétrica pertencem ao Tipo 4 - Muito Ruim. E Miranda, Silva e Santos (2016) analisaram o setor de energia elétrica e o classificou como

Tipo 1 – Excelente, não corroborando com os resultados obtidos em análises desta pesquisa.

A empresa Fras-Le S.A. (FRAS LE) é classificada no setor de Bens Industriais, no segmento de Materiais de Transporte e Material Rodoviário pertencente ao Nível 1 na B3. O Quadro 3 evidencia que ela teve sua classificação contínua durante o período de 2009 até 2016 como Tipo 2 – Sólida. Os resultados desta pesquisa corroboram com Carneiro Júnior e Marques (2005) que mencionam que o Tipo 2 é mais comum para os segmentos Industriais e Comerciais. Por outro lado, não corrobora com Silveira, Zanolla e Machado (2015) e Miranda, Silva e Santos (2016), pois para os autores essa classificação é comum no setor de Peças e Veículos.

A Klabin S.A. (KLABIN) pertencente ao setor de Papel e Celulose do segmento Nível 2 da B3 e possui como atividade principal a produção de papéis e cartões à base florestal. Os resultados apresentados no Quadro 3 revelam que a entidade foi classificada como Tipo 2 – Sólida, corroborando com a pesquisa de Costa e Mello Garcias (2009), ao verificarem que as empresas do setor de Papel e Celulose tiveram classificação Tipo 2 - Sólida.

A empresa MRV Engenharia e Participações S.A. (MRV) opera como incorporação e construção, e pertence ao setor de Consumo Cíclico; Construção Civil; Edificações no Novo Mercado da B3. Segundo os resultados demonstrados no Quadro 3 percebe-se que a entidade se manteve na classificação Tipo 3 – Insatisfatória, durante o lapso temporal. Segundo Braga, Nossa e Marques (2004) e Carneiro Júnior e Marques (2005) as empresas que apresentam essa situação são dependentes de empréstimos de curto prazo para custear suas atividades, ampliando o saldo negativo em tesouraria necessitando de uma vistoria permanente, pois o risco de inadimplência é maior. Em resultados setoriais obtidos em pesquisa de Ambrozini, Matias e Pimenta Júnior (2015), as empresas do setor de Construção Civil se classificaram como insatisfatória, corroborando com resultados desta pesquisa. E Miranda, Silva e Santos (2016) constataram que as empresas do setor de Construção Civil foram classificadas sem uma tipologia definida, não corroborando com este estudo.

A empresa Raia Drogasil (RAIA), opera no Comércio de Produtos Farmacêuticos, e pertence ao setor de Saúde; Comércio e Distribuição;

Medicamentos no Novo Mercado da B3. A entidade teve sua classificação contínua durante o ano de 2009 ao ano de 2016 como Tipo 2 – Sólida, conforme informações do Quadro 3. Assim, os resultados deste trabalho corroboram com Carneiro Junior e Marques (2005) ao afirmarem que as empresas dos segmentos industriais e comerciais normalmente estão classificadas nessa tipologia. Ele ainda corrobora com estudo de Silveira, Zanolla e Machado (2015), em que análises setoriais classificaram as empresas do setor de comércio como do Tipo 2 - Sólida.

A Companhia Saneamento Básico Estado de São Paulo (SABESP) opera com Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e manejo de águas, classificada no setor de Utilidade Pública; Água e Saneamento do Novo Mercado da B3. Quanto às classificações da análise dinâmica percebe-se no Quadro 3 que ela se alternou entre Tipo 3 – Insatisfatória e Tipo 4 – Péssima. Com base nos resultados percebe que 2009 foi considerada péssima, mas em 2010 elevou para insatisfatória. Nos anos de 2011 e 2012 voltou a ser classificada no Tipo 4. No ano de 2013 ela ficou como Tipo 3, mas a partir do ano 2014 teve uma queda na classificação ficando como Tipo 4. De acordo com os resultados obtidos em pesquisa de Miranda, Silva e Santos (2016) em análises setoriais, as empresas do setor de água e esgoto se classificam como tipo 1 - Excelente, não corroborando com os resultados obtidos em análises desta pesquisa. Porém, corrobora com Marques e Braga (1995), pois os autores afirmam que as geradoras de energia elétrica (estatais) recebem tal classificação.

A empresa Vale S.A (VALE) opera com Mineração, sendo classificada no setor de Material Básico, Mineração e pertence ao Nível 1 da B3. Por meio dos resultados do Quadro 3 percebe-se que ela foi classificada como Tipo 2 – Sólida. Os resultados deste trabalho corroboram com o mencionado por Carneiro Junior e Marques (2005) de que as empresas dos segmentos industriais e comerciais recebem essa classificação. Silveira, Zanolla e Machado (2015) definem que empresas do setor de mineração são classificadas como Alto Risco, não corroborando com os resultados deste estudo. Os resultados deste artigo corroboram com Miranda, Silva e Santos (2016) que classificaram o setor de Mineração como sólido.

A empresa Weg S.A. (WEG) opera com Bens Industriais, Máquinas e Equipamentos, sendo que é operante do Novo Mercado da B3. Mediante o Quadro 3

observa-se que a entidade teve uma variação em sua classificação, pois ficou como Tipo 2 – Sólida e Tipo 3 – Insatisfatória. Nos anos de 2009, 2010 e 2012 ela foi classificada como insatisfatória, enquanto que de 2011 a 2016, exceto 2012 sua classificação elevou-se para Sólida. Os resultados corroboram com os resultados obtidos por Miranda, Silva e Santos (2016), no qual classificaram as empresas do setor de máquinas como sólidas.

A empresa Whirlpool S.A. (WHIRLPOOL) opera com Fabricação e Comércio de Eletrodomésticos, sendo que ela não pertence a nenhum nível na B3. Constata-se mediante, o Quadro 3, que a entidade teve classificações como Tipo 1 – Excelente e Tipo 2 – Sólido. Dessa forma, nos anos de 2009 e 2010 sua classificação foi sólida, e nos anos de 2011 a 2014 ela foi classificada como excelente, porém no período de 2015 e 2016 sua classificação voltou a ser sólida. A Whirlpool S.A. foi à única da amostra que em algum período foi considerada excelente. Os resultados convergem com a pesquisa de Miranda, Silva e Santos (2016), pois as empresas do setor de Eletrodomésticos têm classificações Tipo 1 - Excelente.

Em sequência é apresentada a correlação entre as empresas classificadas pelas tipologias do Modelo Fleuriet e os indicadores de liquidez e rentabilidade.

**Tabela 1** - Correlação das empresas classificadas como sólidas – TIPO.

|  | ILNCG | Estoques | ROI   | ROE    | LI      | LC     | LS      | LG      | NCG     | CCL     | ST      |
|--|-------|----------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ILNCG  | 1     | -,489**  | -,278 | -,190  | ,747**  | ,542** | ,627**  | -,301   | ,037    | ,213    | ,413**  |
| Estoques   |       | 1        | ,246  | ,148   | -,436** | -,336* | -,715** | ,095    | -,481** | -,513** | -,464** |
| ROI  |       |          | 1     | ,934** | -,086   | ,037   | -,052   | ,186    | -,025   | -,155   | -,279   |
| ROE  |       |          |       | 1      | ,026    | ,101   | ,048    | ,029    | -,089   | -,169   | -,238   |
| LI   |       |          |       |        | 1       | ,779** | ,806**  | -,670** | -,353*  | -,296   | -,155   |
| LC   |       |          |       |        |         | 1      | ,879**  | -,469** | -,278   | -,202   | -,098   |
| LS   |       |          |       |        |         |        | 1       | -,435** | -,024   | ,054    | ,119    |
| LG   |       |          |       |        |         |        |         | 1       | ,723**  | ,626**  | ,424**  |
| NCG  |       |          |       |        |         |        |         |         | 1       | ,934**  | ,725**  |
| CCL  |       |          |       |        |         |        |         |         |         | 1       | ,921**  |
| ST   |       |          |       |        |         |        |         |         |         |         | 1       |
| **. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). |       |          |       |        |         |        |         |         |         |         |         |
| *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).  |       |          |       |        |         |        |         |         |         |         |         |

Fonte: Elaborada pelos autores com base na pesquisa.

Na Tabela 1 são apresentadas as correlações existentes das empresas consideradas sólidas, conforme resultados demonstrados no Quadro 3. Verifica-se uma correlação positiva entre ST e (CCL, NCG e  $IL_{NCG}$ ), correlações já esperadas, pois são indicadores do mesmo modelo. Observou-se também que existe uma correlação positiva entre os indicadores ST, CCL e NCG com o indicador Liquidez Geral. A NCG teve uma correlação negativa com a LI, mas no tocante a correlação foi considerada fraca.

Foi constatada a existência de uma correlação negativa entre ST e indicador de estoque, ou seja, quanto mais à organização eleva seu estoque menor será o Saldo em Tesouraria. Ocorre correlação também entre o  $IL_{NCG}$  e estoques, sendo que esse resultado corrobora com a pesquisa de Miranda, Silva e Santos (2016), pois os autores encontraram correlação entre esses indicadores nos setores classificados como sólidos. A NCG teve uma correlação negativa com o estoque, o que demonstra que as organizações que se encaixam no tipo “sólida” não necessitam de capital de giro para financiar o estoque. O  $IL_{NCG}$  teve uma correlação positiva entre os indicadores LI, LS e LC.

Ainda com base nos resultados demonstrados na Tabela 1 verificou-se que os indicadores do Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade não apresentaram nenhuma correlação entre si. Na Tabela 2 são apresentados os resultados da correlação das empresas classificadas como insatisfatórias.

**Tabela 2** - Correlação das empresas classificadas como insatisfatórias.

|            | $IL_{NCG}$ | Estoques | ROI   | ROE    | LI     | LC     | LS     | LG     | NCG     | CCL    | ST     |
|------------|------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| $IL_{NCG}$ | 1          | ,515     | -,021 | -,268  | ,848** | ,839** | ,580   | ,553   | -,488   | ,073   | ,989** |
| Estoques   |            | 1        | -,077 | -,215  | ,453   | ,436   | -,056  | ,253   | ,141    | ,472   | ,428   |
| ROI        |            |          | 1     | ,930** | -,318  | ,354   | ,545   | ,420   | -,607   | -,700  | ,086   |
| ROE        |            |          |       | 1      | -,616  | ,014   | ,247   | ,062   | -,331   | -,533  | -,173  |
| LI         |            |          |       |        | 1      | ,759*  | ,517   | ,642   | -,430   | ,031   | ,823*  |
| LC         |            |          |       |        |        | 1      | ,862** | ,902** | -,796*  | -,386  | ,883** |
| LS         |            |          |       |        |        |        | 1      | ,889** | -,987** | -,762* | ,685   |
| LG         |            |          |       |        |        |        |        | 1      | -,860** | -,646  | ,622   |
| NCG        |            |          |       |        |        |        |        |        | 1       | ,835** | -,603  |
| CCL        |            |          |       |        |        |        |        |        |         | 1      | -,064  |
| ST         |            |          |       |        |        |        |        |        |         |        | 1      |

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: Elaborada pelos autores com base na pesquisa.

Os resultados apresentados na Tabela 2 apresenta a correlação das empresas consideradas insatisfatória conforme resultados demonstrados no Quadro 3. A referida tabela demonstra que existe uma correlação positiva entre ST e  $IL_{NCG}$ , verifica-se também uma correlação positiva entre CCL e NCG, correlações já esperadas, pois os indicadores fazem parte do mesmo Modelo Fleuriet.

O ST tem uma correlação positiva com os indicadores LC e LI, sendo considerada forte, pois os valores foram superiores a 0,80, sendo percebido que também o CCL está correlacionado negativamente com LS. E por fim constatou correlação negativa entre os indicadores LG, LS, LC, mostrando assim, que quanto mais a empresa necessita de capital de giro, menor é a sua liquidez.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo buscou apresentar a correlação existente entre o Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade e liquidez das empresas de capital aberto classificadas como as Melhores e Maiores segundo a Revista Exame no ano de 2017. Os resultados revelaram que as empresas durante o lapso temporal se classificaram entre “sólidas” e “insatisfatórias”.

A Tipologia 2 - Sólida é comum para empresas que possui uma NCG positiva, ou seja, a organização necessita de recursos para custear sua atividade operacional. Essa classificação também possui CCL e ST positivo, e em decorrência desses indicadores serem positivos eles suprem a NCG. Os resultados revelaram que durante os 8 anos analisados foram encontradas as seguintes empresas FRAS - LE, KLABIN, RAIA, VALE classificadas como sólidas.

Já as empresas classificadas no Tipo 3 - Insatisfatória possuem NCG positiva, CCL positivo, entretanto, o ST é negativo o que significa que a organização precisa de recursos a curto prazo, pois seu ST não cobre as atividades de curto prazo. Os resultados obtidos durante o período em análise apenas a MRV foi classificada como insatisfatória.

As empresas que foram consideradas com classificação indefinidas tiveram durante os 8 anos analisados oscilações. A CTEEP variou ente Sólida, Insatisfatória e Péssima, sendo os anos de 2009, 2010, 2012 e 2016 como insatisfatória, 2011 como péssima e 2013, 2014 e 2015 Sólida. A SABESP obteve oscilações entre a tipologia insatisfatória e Péssima, sendo que em 2009, 2011, 2012, 2014 a 2016 foi

classificada como péssima, 2010 e 2013 como insatisfatória. Os resultados da WEG variaram entre a tipologia Sólida e Insatisfatória, sendo que em 2009, 2010 e 2012 como insatisfatória e 2011, 2013 a 2016 como sólida. E a empresa Whirlpool oscilou entre Excelente e Sólida, sendo que nos de 2009, 2010, 2015 e 2016 foi classificada como sólida e 2011 a 2014 como excelente.

Foi constatado também que houve correlação entre a tipologia do Modelo Fleuriet e indicadores liquidez do modelo tradicional, porém não houve correlação entre os indicadores do Modelo Fleuriet e os indicadores de rentabilidade nas empresas. Ao analisar os resultados da correlação das empresas classificadas sólidas percebe-se que houve correlação positiva entre os indicadores do Modelo Fleuriet (ST, CCL, NCG e  $IL_{NCG}$ ), também verificou a existência de correlação positiva entre ST, CCL e NCG e o indicador do modelo tradicional LG. A correlação da NCG foi negativa com o LI, de forma análoga ocorreu entre o ST e o Índice de Estoque, mostrando aumento no estoque reduz o Saldo em Tesouraria.

A correlação encontrada na Tabela 2 entre os indicadores do Modelo Fleuriet e o modelo tradicional demonstra que o ST possui uma correlação positiva entre os indicadores LC e LI. Os resultados tanto das empresas Sólidas quanto das Insatisfatórias não apresentaram correlação entre os indicadores de Rentabilidade e do Modelo Fleuriet.

Este trabalho se limitou em utilizar 9 empresas da B3, entretanto, é relevante destacarmos que esse processo ocorreu, pois buscou-se verificar a classificação no Modelo Fleuriet das companhias consideradas Melhores e Maiores segundo a Revista Exame e a Fundação de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FIECAFI). Outra limitação é que foram analisados os anos de 2009 a 2016, porém esse período é em decorrência de em períodos anteriores as demonstrações serem elaboradas por modelo diferente aos das Normas Internacionais de Contabilidade.

Diante dessas limitações é da possibilidade de estudos envolvendo o modelo tradicional sugere-se que seja realizada pesquisa com amostra maior, com a análise de outras empresas da B3, de outros setores individuais, ou até mesmo seja realizado um estudo *cross-country* com a finalidade de verificar se empresas de seguimentos semelhantes possuem resultados análogos.

## REFERÊNCIAS

- AMBROZINI, M. A.; MATIAS, A. B.; PIMENTA JÚNIOR, T. Análise dinâmica de Capital de Giro segundo o Modelo Fleuriet: uma classificação das empresas Brasileiras de Capital Aberto no período de 1996 a 2013. **Revista Contabilidade Vista e Revista**, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, p. 15-37, maio/ago. 2014. Disponível em: <[http://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/1416/pdf\\_75](http://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/1416/pdf_75)>. Acesso em: 04 set. 2017.
- ASSAF NETO, A. **Estrutura e Análise de Balanços**: um enfoque econômico-financeiro. 11. ed. São Paulo: editora Atlas, 2015.
- B3. Quem Somos: **BM&F Bovespa**. 2017. Disponível em: <<https://educacional.bmfbovespa.com.br/quemsomos>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- BRAGA, R.; NOSSA, V.; MARQUES, J. A. V. C. Uma proposta para a análise integrada da liquidez e Rentabilidade das empresas. **Revista Contabilidade e Finanças - USP**, São Paulo, v. 15, Número Especial, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rcf/issue/view/2769>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- CARDOSO, A. L.; BRITO, B. X. **Administração Financeira e Orçamentária**. 3. ed. Goiânia: UCG, 2002.
- CARNEIRO JÚNIOR, J. B. A.; MARQUES, J. A. V. G. Planejamento financeiro a certo prazo: um estudo de caso da análise dinâmico do Capital de Giro aplicado em uma indústria Têxtil no período de 1999 – 2004. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 29, jul./ago. 2005. Disponível em: <<http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-08/index.php/pensarcontabil/article/view/52>>. Acesso em: 04 set. 2017.
- COSTA, F.; MELLO GARCIAS, P. Concentração de Mercado e desempenho das Indústrias Brasileiras de papel e celulose: Recorrendo à modelagem de Fleuriet para analisar o Paradigma ECD. **Revista de Contabilidade e Organizações**, São Paulo, v. 3, n. 6, p. 143-163, maio/ago. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rco/issue/view/2827>>. Acesso em: 04 set. 2017.
- DENOTI, J. D.; MOREIRA, V. C. C. A importância da Administração do Capital de Giro para a sobrevivência de uma empresa. SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 8. 2011, Resende. **Anais eletrônicos....** Resende: SEGET, 2011. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/35114611.pdf>>. Acesso em: 25 de set. 2011.
- FLEURIET, M.; ZEIDAN, R. **O modelo dinâmico de Gestão Financeira**. Rio de Janeiro: editora Alta Books, 2015.
- FONSECA, J. L.; CERETTA, P. S. A Gestão da Liquidez e o seu reflexo no retorno sobre o capital próprio e no lucro por ações das empresas pertencentes à BM&F Bovespa. **Revista Alcance- eletrônica**, Biguacu, v. 19, n. 2, p. 202-221, abri./jun. 2012. Disponível em: <<https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/ra/issue/view/213>>. Acesso em: 18 set. 2017.
- GUIMARÃES, A. L. S.; NOSSA, V. Capital de Giro, Lucratividade, Liquidez e Solvência em operadoras de planos de saúde. **Brazilian Business Review**, Vitória, v. 7, n. 2, p. 40-63, maio/ago. 2010. Disponível em: <<http://www.bbbronline.com.br/artigos.asp>>. Acesso em: 09 set. 2017.

LEMES JÚNIOR, B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. C. **Administração Financeira: Princípios, Fundamentos e Práticas Brasileiras**. 3. ed. Rio de Janeiro: editora Elsevier, 2010.

MACHADO, E. A. *et. al.* Desempenho operacional – Financeiro e concentração de mercado sob o enfoque do paradigma estrutura – conduta – desempenho: um estudo exploratório na Indústria Brasileira de Laticínios no período de 1997 a 2006. **Brazilian Business Review**, Vitória, v. 7, n. 1, p. 118-140, jan./abr. 2010.  
Disponível em: <<http://www.bbronline.com.br/artigos.asp>>. Acesso em: 04 set. 2017.

MARQUES, J. A. V. C.; BRAGA, R. Análise dinâmica do Capital de Giro: O Modelo Fleuriet. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 49-63, mai./jun. 1995.  
Disponível em: <<http://rae.fgv.br/rae/vol35-num3-1995>>. Acesso em: 25 set. 2017.

MARQUES, L.; SANTOS, V.; BAUREN, I. M. Abordagem dinâmica do Capital de Giro em artigos publicados nos periódicos nacionais do Qualis CAPES. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 109-130, jan./mar. 2012. Disponível em: <<https://www.insper.edu.br/pesquisa/revista-de-economia-e-administracao/vol-11-n-1/>>. Acesso em: 04 set. 2017.

MATARAZZO, D. C. **Análise Financeira de Balanços: Abordagem Gerencial**. 7. ed. São Paulo: editora Atlas, 2010.

MIRANDA, G. J.; SILVA, T. D.; SANTOS, G. C. Modelo Fleuriet e Retorno do Investimento: uma análise Setorial. CONGRESSO ANPCONT, 10., 2016, Ribeirão Preto. **Anais eletrônicos....** São Paulo: ANPCONT, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/303917923\\_Modelo\\_Fleuriet\\_e\\_retorno\\_do\\_Investimento\\_Uma\\_analise\\_setoria](https://www.researchgate.net/publication/303917923_Modelo_Fleuriet_e_retorno_do_Investimento_Uma_analise_setoria)>. Acesso em: 14 set. 2017.

MODRO, W. M.; FAMÁ, R.; PETROKAS, L. A. Modelo tradicional x modelo dinâmico de análise do Capital de Giro: Um estudo comparativo entre duas empresas de mesmo setor com diferentes performances financeiras. **FACEP Pesquisa Desenvolvimento e Gestão**, Franca, v. 15, n. 1, p. 90-106, jan./abr. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/issue/view/85>>. Acesso em: 07 out. 2017.

NASCIMENTO, C. *et. al.* Tipologia de Fleuriet e a Crise Financeira de 2008. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 8, n. 4, p. 40-59, out./dez., 2012. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/issue/view/261>>. Acesso em: 04 set. 2017.

PERUCELO, R. M.; SILVEIRA, M. P.; ESPEJO, R. A. As análises econômicas – Financeira Tradicional e Dinâmica e o desempenho percebido pelo Mercado de Ações: Um estudo de empresas do Setor Têxtil e Vestiário do Brasil no período de 1998 a 2007. **Enfoque: Reflexão Contábil**, Paraná, v. 28, n. 3, p. 36-50, set./dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Enfoque/issue/view/418>>. Acesso em: 04 set. 2017.

SANTOS, N. C. *et. al.* Modelo Econômico – Contábil – Financeiro para diagnóstico Organizacional. **Revista de Administração da Unimep**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 119-142, maio/ago., 2013. Disponível em: <<http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/issue/view/38>>. Acesso em: 04 set. 2017.

SCHUMANM, K. M. *et. al.* A influência da Gestão de preços no Capital de Giro em empresas do comércio de confecções de catanduvás, Joaçaba e Herval D'Oeste. **UNOESC e Ciência**,

Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 7-18, jan./jun.2014. Disponível em:  
<<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acbs/issue/archive>>. Acesso em: 07 out. 2017.

SILVEIRA, E.; ZANOLLA, E.; MACHADO, L. Uma classificação alternativa à atividade econômica das empresas brasileiras baseados na tipologia Fleuriet. **Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão**, Lisboa – Portugal, v. 14, n. 1, p. 14-25, mar./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/toc.oa?id=3885&numero=41155>>. Acesso em: 04 set. 2017.

SOUZA, L. A. et. al. Análise dinâmica das demonstrações financeiras de Guararapes Confeções S/A. **Revista Capital Científico – Eletrônica**, Guarapuava, v. 15, n. 2, p. 99-114, abr./jun., 2017. Disponível em:  
<<http://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/issue/view/SEGUNDA%20EDI%C3%87%C3%83O%20DE%202017>>. Acesso em: 28 out. 2017.

VAZ, T. As 20 premiadas de Melhores e Maiores de EXAME por categoria. **Revista Exame**, São Paulo, 7 ago. 2017. Negócios. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/as-20-premiadas-de-melhores-e-maiores-de-exame-por-categoria/>>. Acesso em: 09 set

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Edilson Antonio Catapan:** Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.

Agência Brasileira ISBN  
ISBN: 978-65-81028-02-2