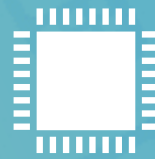


Mouriac Halen Diemer  
Emanuele Amanda Gauer  
Fabiane Maria Datsch



---

# ANAIS DO VI CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO VALE DO TAQUARI

---



EDITORA  
UNIVATES

ISSN 1983-4497

Mouriac Halen Diemer  
Emanuele Amanda Gauer  
Fabiane Maria Datsch

---

**ANAIS DO VI CONGRESSO  
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO VALE DO TAQUARI**

---



Lajeado, 2013



*Coordenação e revisão final:* Ivete Maria Hammes  
*Editoração:* Bruno Henrique Braun e Marlon Alceu Cristófoli  
*Capa:* Bruno Henrique Braun  
*Revisão ortográfica:* Veranice Zen e Volnei André Bald

Avelino Tallini, 171 - Bairro Universitário - Cx. Postal 155 - CEP 95900-000,  
Lajeado - RS, Brasil. Fone: (51) 3714-7024 / Fone/Fax: (51) 3714-7000  
E-mail: editora@univates.br / <http://www.univates.br/editora>

### Ficha catalográfica

---

**C749** Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari (6.:  
2013 : Lajeado, RS)

Anais do VI Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale  
do Taquari, 22 a 27 de outubro de 2012, Lajeado, RS / Orgs.:  
Mouriac Halen Diemer, Emanuele Amanda Gauer, Fabiane  
Maria Datsch. - Lajeado, RS : Ed. da Univates, 2013.

113 p.

ISSN 1983-4497

1. Ciência e Tecnologia - 2. Congresso I. Anais I. Título

CDU:66/69:061.3

---

Ficha catalográfica elaborada por Nalin Ferreira da Silveira CRB 10/2186

## APRESENTAÇÃO

.....

O 6º CCTEC – Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari - Atualização Constante – é um evento multidisciplinar que integra as áreas de Arquitetura e Urbanismo, Ciências Exatas, Engenharias, Computação e as tecnologias associadas. Este evento tem o objetivo de integrar atividades de ensino, pesquisa, extensão e aplicações tecnológicas, além de oferecer espaços para a troca de ideias, saberes e experiências. É, efetivamente, um meio para a divulgação de pesquisas, aplicações inovadoras, problemas e soluções e outras iniciativas de sucesso ligadas à área de tecnologia.

Em sua programação, oferece palestras, oficinas, minicursos e sessões técnicas, com exposições orais de trabalhos científicos em ambiente de discussão e de troca de experiências, fortalecendo, assim, o desenvolvimento social e cultural dos participantes.

A pesquisa e o desenvolvimento na área tecnológica dependem, em grande parte, do avanço na identificação e na detecção de problemas, bem como da possibilidade de que sejam delineadas soluções possíveis, seguras e abrangentes.

Boa leitura.

.....

## SUMÁRIO

- ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE NASCENTES DO VALE DO TAQUARI NO MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL-RS. .... 7**  
Daiane Petry, Diego Maciel de Oliveira, Ismayl Carlos Cortez, Lauriano Antônio Barella, Marcelo de Oliveira Silva, Márcio André Kronbauer, Sandra Martha Araújo Cavalcante, Eniz Conceição Oliveira
- AUMENTO DE DESEMPENHO DE ALGORITMOS DE ESTIMATIVA DE MOVIMENTO PARA UM CODIFICADOR H.264 UTILIZANDO ARQUITETURA NVIDIA CUDA ..... 14**  
Ronaldo Husemann, Augusto L. Lenz, Marco A. Gobbi, Valter Roesler
- AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA OXIDATIVO AVANÇADO COM CÉLULAS DE DIFERENTES TAMANHOS PARA A DEGRADAÇÃO DO EFLUENTE SINTÉTICO PROVENIENTE DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. .... 26**  
Verônica Radaelli Machado, Fernando Loch, Simone Stülp
- AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE DEJETOS BOVINOS E INÓCULO COM E SEM USO DE GLICERINA EM BIODIGESTORES OPERADOS EM BATELADA. .... 31**  
Odorico Konrad, Débora Tairini Brietzke, Cezar Augusto Machado, Fábio Júnior Secchi, Luana Nichel
- AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO LEITE IN NATURA PRODUZIDO NO VALE DO TAQUARI, NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO. .... 38**  
Bruna Wissmann Monteiro, Adriano Gennari, Daniel Neutzling Lehn, Júlia Grasiela Spellmeier, Anderso Stieven, Cláucia Fernanda Volken de Souza
- DESAFIOS DA III OLIMPÍADA DE INFORMÁTICA DA UNIVATES. .... 44**  
Evandro Franzen, Haroldo Augusto Tonetto Chaves, Gustavo Rostirolla
- DESENVOLVIMENTO DE SOBREMESA LÁCTEA SABOR CHOCOLATE ELABORADA COM SORO DE RICOTA. .... 53**  
Juliana Elisa Hartmann, Daiana Heisler, Daniel Neutzling Lehn, Cláucia Fernanda Volken de Souza
- DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROQUÍMICA DO A-TOCOFEROL POR VOLTAMETRIA CÍCLICA ..... 59**  
Laís Bresciani, Elisa Paludo, Simone Stülp
- DIMENSIONAMENTO DE SUSPENSÃO DE UM VEÍCULO MINI BAJA ..... 63**  
Isaías Bottega Zagonel, Guilherme Leite Lago, Antônio Amaro Cruz Rosa, Ronaldo Cesar Tremarin

**HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE PROTEÍNA ANIMAL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 69**

Mariano Rodrigues, Lucélia Hoehne

**MÉTODOS ESTATÍSTICOS NO PERFIL DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO ..... 75**

Acássio Valente, Feliciani, Adriano Mendonça Souza, Francisca Mendonça Souza, William Jacobs

**PROTÓTIPOS ARQUITETÔNICOS EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: ANÁLISE DAS SOLUÇÕES EMPREGADAS VISANDO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE FORMA PASSIVA ..... 77**

Thaís Lohmann, Odorico Konrad, Marcio Goerck, Ronaldo Husemann, Lisandra Fachinello Krebs

**SISTEMA DE INVENTÁRIO BASEADO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS ..... 78**

Lucas da Silva, Maurício Severo da Silva, Nataniel Rabaioli

**SISTEMA PARA MEDIR O CONJUGADO DE UM MOTOR DE INDUÇÃO UTILIZANDO CÉLULAS DE CARGA ..... 92**

Willian Devitte, Rodrigo Wolff Porto

**UTILIZAÇÃO DO SORO DE RICOTA NA PRODUÇÃO DE BIOETANOL ..... 106**

Angélica Vincenzi, Mônica Jachetti Maciel, Daniel Neutzling Lehn, Eniz Conceição Oliveira, Cláucia Fernanda Volken de Souza

# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE NASCENTES DO VALE DO TAQUARI NO MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL-RS

Daiane Petry<sup>1</sup>, Diego Maciel de Oliveira<sup>1</sup>, Ismayl Carlos Cortez<sup>1</sup>, Lauriano Antônio Barella<sup>1</sup>, Marcelo de Oliveira Silva<sup>1</sup>, Márcio André Kronbauer<sup>1</sup>, Sandra Martha Araújo Cavalcante<sup>1</sup>, Eniz Conceição Oliveira<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente artigo teve como objetivo analisar cinco fontes de águas naturais do município de Cruzeiro do Sul, localizado no Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul. As amostras foram coletadas e analisadas conforme metodologia proposta por APHA (2005). Os ensaios foram realizados nos laboratórios de química da Univates. Os parâmetros avaliados foram pH, condutividade, turbidez, dureza e colorimetria, onde os resultados apontaram que estas águas estão dentro dos padrões mínimos de qualidade para consumo humano estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, levando em consideração os parâmetros avaliados.

**Abstract:** This article aims to analyze five sources of natural waters the city of Cruzeiro do Sul, located in Taquari Valley, Rio Grande do Sul. The samples were collected and analyzed according to the methodology proposed by APHA (2005). Assays were conducted in the laboratories of chemical UNIVATES. The parameters evaluated were pH, conductivity, turbidity, hardness and colorimetry, where the results showed that these waters are within the minimum quality standards for human consumption established by CONAMA Resolution 357 of 17 March 2005, taking into account the parameters evaluated.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os impactos ambientais ocorridos causaram danos nos recursos hídricos em virtude da ação antrópica, incidindo diretamente na qualidade e disponibilidade de água, sendo notória a necessidade constante do monitoramento das alterações ocorridas na qualidade de água, de forma a não comprometer seu aproveitamento múltiplo e minimizar os impactos negativos do ambiente (BRAGA et al., 2003). Assim, água apta ao consumo é de importância fundamental para a melhoria da qualidade de vida e proteção contra as diversas patologias, sobretudo aquelas evitáveis, relacionadas a fatores ambientais e que têm afligido populações em todo o mundo (BRASIL, 2006).

Segundo Cairns et al. (1993) é importante a correta identificação dos efeitos das ações antrópicas sobre os sistemas biológicos. Esta identificação é principalmente para podermos distinguir as variações naturais que ocorrem ao longo das estações do ano, daquelas variações induzidas pelo homem, nas alterações no ecossistema. Segundo estes autores, se esta distinção for feita corretamente, seremos capazes de monitorar e usufruir dos recursos naturais de uma forma racional. No que se refere à qualidade da água deve-se observar os parâmetros físico-químicos que exercem influência direta na integridade da água, que por sua vez está ligada a fator de ordem antrópica.

Foram coletadas amostras de água em cinco pontos diferentes no município de Cruzeiro do Sul, Rio Grande do Sul em nascentes, poços e cacimba. Foi realizada a verificação dos seguintes

1 Discentes do PPGAD/Univates

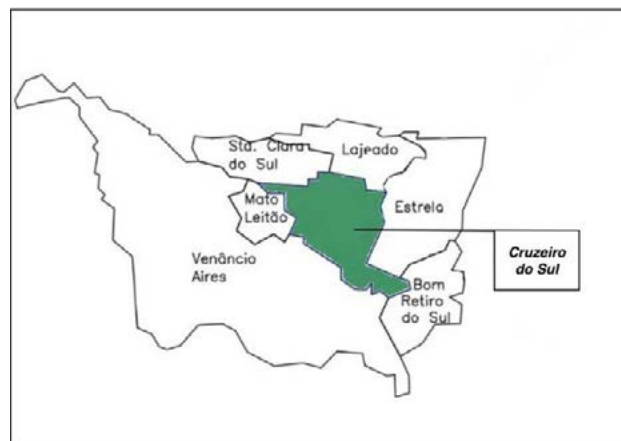
2 Docente do PPGAD/Univates

padrões: pH, condutividade, turbidez, colorimetria e dureza das águas, sendo estes parâmetros escolhidos para avaliação da qualidade da água, atendendo o estatuído pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em forma de estudo de caso na disciplina de Métodos de Análise Ambiental, do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Desenvolvimento. A pesquisa foi desenvolvida através de referências bibliográficas, coleta de dados, registro fotográfico e análise físico-química das amostras. Os locais de coleta foram definidos por serem próximos do câmpus do Centro Universitário UNIVATES. O município de Cruzeiro do Sul está localizado no Vale do Taquari na região central do Rio Grande do Sul, conforme apontamento na figura 1.

**Figura 1.** Localização na microrregião do Vale do Taquari.



Fonte: Adaptado de Persch (2011)

Os pontos de coleta foram nascentes, cacimbas e poços artesianos, totalizando cinco amostras em duplicata, acondicionadas em frasco de polietileno tereftalato (PET), de 1000 mL, sendo coletado um volume de 700 mL. Auferiu-se a temperatura ambiente e da água, altitude, coordenadas geográficas e a distância entre os pontos coletados conforme demonstrado na tabela 1. A comunidade de Picada Aurora foi definida como ponto zero (0).

**Tabela 1.** Dados das amostras coletadas

Amostra	Distância pontos (Km)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura da água (°C)	Elevação (m)	Coordenada geográfica	Comunidade
1	0	10	12	80	S 29°30'12" W 52°05'11"	Picada Aurora
2	1,5	10	21	53	S 29°30'46" W 52°06'26"	Linha Nova
3	2,4	13	13	47	S 29°31'13" W 52°04'58"	Boa Esperança1
4	1,2	9	11	39	S 29°31'43" W 52°04'42"	Boa Esperança2
5	6,4	9	15	57	S 29°30'54" W 52°00'49"	15 de Novembro



A fonte 1 se localiza na comunidade Picada Aurora, em meio à mata ciliar cercada por mata nativa, conforme figura 2.

**Figura 2.** Fonte 1 localizada na comunidade de Picada Aurora



A segunda coleta foi realizada em uma fonte na comunidade Linha Nova, coletada de um poço artesiano com profundidade de 72 m, 1,5 Km da fonte 1 conforme figura 3.

**Figura 3.** Fonte 2 coletada em poço artesiano.



A terceira coleta foi a uma distância de 2,4 Km da fonte 2, na comunidade Boa Esperança 1, sendo uma nascente cacimba aberta conforme figura 4.

**Figura 4.** Fonte 3 coletada em cacimba aberta.



Na sequencia foi coletada a amostra 4, localizada na comunidade Boa Esperança 2, a uma distância de 1,2 Km da amostra 3, sendo uma nascente de afloramento natural, protegida por vegetação ciliar, a qual serve de bebedouro para animais, conforme figura 5.

**Figura 5.** Fonte 4 coletada na comunidade Boa Esperança 2.



A quinta amostra teve como localização a comunidade 15 de Novembro, localizada a 6,4 Km da amostra 4, sendo uma nascente de afloramento natural em meio à mata, conforme figura 6.

**Figura 6.** Fonte 5 coletada na comunidade 15 de Novembro.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta, as amostras foram analisadas no laboratório de química do Centro Universitário UNIVATES. As análises realizadas foram: pH através com pHgmetro modelo DM-20, condutividade com um Condutímetro modelo DM-32, turbidez com Turbímetro modelo DM-TU, colorimetria com Colorímetro modelo DM-COR, todos aparelhos da marca DIGIMED e dureza total da água em mg/L (CaCO<sub>3</sub>) utilizando a técnica de titulometria com EDTA (ácido etileno diaminotetracético) segundo metodologia proposta por APHA(2005). Os resultados para as análises das amostras de água estão apresentados conforme na tabela 2.

**Tabela 2.** Dados de pH, condutividade, turbidez, colorimetria e dureza

Amostra	pH	Condutividade (µS/cm)	Turbidez (UNT)	Colorimetria (PT-Co)	Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
1	6,23	76,1	26,5	84,0	32,0
2	6,43	153,4	0,02	16,0	74,0
3	6,76	152,0	40,5	133,0	76,7
4	7,01	112,0	45,1	118,0	50,0
5	6,82	62,4	9,0	41,5	32,7

Os resultados correspondem às análises em triplicata e são relativos à média das medidas. A temperatura média das amostras ficou em 14,4°C com amplitude de 10 °C. A menor temperatura foi 11 °C (Boa Esperança 2) e a maior 21 °C (Linha Nova). Já a temperatura ambiente no momento da coleta foi de 10,2 °C com amplitude de 4 °C. A temperatura é uma variável importante, pois ela pode alterar a solubilidade de sais dissolvidos na água bem como o oxigênio e o conteúdo de matéria orgânica (PORTO et al., 1991 apud BUENO et al., 2005).

O pH (potencial hidrogeniônico) é o logaritmo negativo da concentração dos íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) no sistema (WEST et al., 2005). No caso da água potável a legislação (portaria do Ministério

da Saúde 518/2004) recomenda que o pH esteja na faixa de 6,0 a 9,0. As amostras analisadas, mesmo não sendo provenientes de sistema de tratamento de água, tiveram pH dentro da faixa recomendada, não caracterizando estas como potável, pois outros parâmetros devem ser analisados, para determinar a potabilidade da água, como por exemplo coliformes fecais, entre outros.

As medidas de condutividade das amostras foram bastante variadas, tendo 111,14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de condutividade média com desvio padrão de 42,02  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Essa variável reflete a quantidade de sais dissolvidos presentes na água, portanto, quanto maior a condutividade, maior a quantidade de sais (HELLER; PADUA, 2006). A amostra coletada em Linha Nova teve a maior condutividade (153,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) entre as cinco, indicando uma concentração de sais duas vezes maior que a coletada em 15 de Novembro (62,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Heller e Padua (2006) definem a turbidez como uma medida de transparência da água. Essa transparência é determinada pela quantidade de partículas em suspensão que podem ser tanto matéria orgânica como inorgânica. Como as amostras foram coletadas em nascentes e poços, a transparência, neste caso, é determinada por material orgânico, principalmente folhas e raízes de plantas. A amostra coletada em Linha Nova teve turbidez de apenas 0,02 UNT (poço). Os mesmos autores afirmam que devido à possível presença de micro-organismos o ideal é que a turbidez seja abaixo de 1 UNT.

Dureza da água é determinada pelo maior ou menor teor de sais de cálcio que ela apresenta. Água dura é a água rica em sais de cálcio e magnésio, água mole (ou branda) é aquela que tem baixo teor de sais destes cátions. A dureza de uma água é geralmente expressa em miligramas de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por litro de solução ou em ppm (partes por milhão). No Brasil, a Portaria nº 518, de 2004, estabelece o limite máximo de 500 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  (BRASIL, 2006) para que a água seja admitida como potável.

Em termos de dureza, a água pode ser classificada como (UFV, 2008): menor que 50 mg/L  $\text{CaCO}_3$  - água mole; entre 50 e 150 mg/L  $\text{CaCO}_3$  - água com dureza moderada; entre 150 e 300 mg/L  $\text{CaCO}_3$  - água dura; maior que 300 mg/L  $\text{CaCO}_3$  - água muito dura. A amostra 3, coletada na linha Boa Esperança 1, teve o maior índice de dureza (76,66  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) e a amostra 1 (linha Picada Aurora), teve o menor valor (32 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) conforme tabela 2.

## 4 CONCLUSÃO

Ao término das análises, verificou-se que os parâmetros físicos químicos das fontes estavam de acordo com legislação vigente para padrões de potabilidade. Pode-se constatar que todas as fontes estavam com pH, condutividade, turbidez, colorimetria e dureza total, dentro dos padrões mínimos de qualidade para consumo humano estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. As amostras podem ser classificadas como Classe 1, o que indica a possibilidade de uso para consumo humano, após serem submetidas a tratamento simplificado, atendendo ainda o quesito de coliformes fecais exigidos pela mesma norma, parâmetro esse que não foi analisado no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALPHA. American Public Health Association-APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington, D.C., 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde, Resolução CONAMA N 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

\_\_\_\_\_. Portaria 518/2004, Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

BUENO, LARA F; GALBIATTI, JOÃO A; BORGES , MAURÍCIO J. **Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde** – Conchal – SP. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 742-748, set./dez. 2005.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CAIRNS Jr. J.; MCCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B.R. 1993. **A Proposal Framework for Developing Indicators of Ecosystem Health**. Hydrobiologia, 263: 1-44.

HELLER, Leo; PADUA, Valter Lucio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

PERSCH, Carlos Alberto. Localize-se em Cruzeiro do Sul, disponível em:<

<http://www.camaracruzheiro.rs.gov.br/pagina.php?cont=locaMapas.php&sel=0>> acesso em: 24 jul 2012.

UFV – Universidade Federal de Viçosa. Qualidade da água. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>> Acesso em: 03 ago 2012.

WEST, D. M.; SKOOG, D.A.; HOLLER, F. J. **Fundamentos de Química Analítica Thomson**, São Paulo: Thomson Learning, 2007.

# AUMENTO DE DESEMPENHO DE ALGORITMOS DE ESTIMATIVA DE MOVIMENTO PARA UM CODIFICADOR H.264 UTILIZANDO ARQUITETURA NVIDIA CUDA

Ronaldo Husemann<sup>1</sup>, Augusto L. Lenz<sup>2</sup>, Marco A. Gobbi<sup>2</sup>, Valter Roesler<sup>3</sup>

rhusemann@inf.ufrgs.br, augustollenz@gmail.com,  
marcogobbi@universo.univates.br, roesler@inf.ufrgs.br

**Abstract:** Currently, modern video encoder algorithms are adopted in different multimedia solutions, like Digital TV, teleconference, video surveillance, and others. In a video encoder the most critical algorithm is the motion estimation, responsible for identifying and removing temporal redundancy among consecutive frames. This paper, presents an alternative method for motion estimation, optimized for multiprocessing execution, focusing in implementation over graphical processing unit platforms, as the technology NVIDIA CUDA<sup>®</sup>. Experimental results registered a speed up gain of more than 400% (4 times).

**Resumo:** Atualmente, modernos codificadores de vídeo são adotados em diferentes soluções multimídia, como TV Digital, teleconferência, vídeo segurança, entre outras. Em um codificador de vídeo o algoritmo mais crítico é a estimativa de movimento, responsável por identificar e eliminar a redundância temporal entre quadros consecutivos. Este artigo apresenta um método alternativo para a estimativa de movimento, otimizado para execução paralela, focando na implementação sobre plataformas de processamento gráfico, como a tecnologia NVIDIA CUDA<sup>®</sup>. Resultados experimentais registraram um ganho de velocidade de mais de 400% (4 vezes).

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de vídeos digitais na área científica ou mesmo entretenimento aumentou muito, sendo encontrado em equipamentos como smartphones, câmeras digitais, terminais de acesso (set top boxes), entre outros. Parte relevante neste cenário são os codificadores de vídeo, que são responsáveis por comprimir as informações de vídeo, reduzindo suas demandas por espaço. Sua função é, portanto fundamental para permitir a implantação de aplicações multimídia sobre bandas de comunicação restrita. Sua implementação prática, entretanto, é bastante complexa, pois requer grandes capacidades de processamento, tornando necessárias técnicas computacionais sofisticadas e exaustivas. [1]

Para se ter uma ideia desta complexidade, pode-se considerar que um codificador de vídeo H.264, padrão recente de codificação de vídeo usado no Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), para operar sobre vídeos de alta definição, chega a exigir até 3,6 TIPS (*Tera Instructions Per Second*) [2].

Basicamente, dentro de um codificador de vídeo, se destacam por sua complexidade os algoritmos de estimativa de movimento, que, em casos extremos, pode chegar a demandar mais de 80% dos recursos computacionais de um codificador de vídeo [1]. O motivo para isto se explica,

<sup>1</sup> DELET – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Av. Osvaldo Aranha, 103 – Porto Alegre – RS – Brasil

<sup>2</sup> CETEC – Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior (UNIVATES) - Av. Alberto Tallini, 171 – Lajeado – RS – Brasil

<sup>3</sup> Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Av. Bento Gonçalves, 9500 B. IV – Porto Alegre – RS – Brasil

pois estes algoritmos realizam processos extensivos de pesquisa e comparação, analisando blocos pequenos de pixels da imagem de entrada na busca da posição mais provável para onde este possa ter se movido dentro uma determinada janela de busca, em diferentes imagens de referência.

Uma estratégia possível para atender a altas demandas computacionais como dos algoritmos de estimativa de movimento, se baseia no uso de processadores gráficos de alto desempenho como os presentes nas modernas placas de vídeo. Os recentes processadores gráficos (*Graphical Processing Units* – GPUs) possuem uma arquitetura altamente paralela, compostas por centenas de núcleos operacionais, que permitem executar em um mesmo ciclo de operação um grande número de procedimentos simultâneos. Esta forma de organização é particularmente apropriada para processamento de gráficos em três dimensões (3D), mas também pode ser empregada em diversos outros campos [3]. Este conceito de aplicação genérica destas plataformas gráficas é chamado de *General Purpose Graphics Processing Unit* (GPGPU) [4].

Considerando isto, o presente artigo realiza uma análise investigativa prática do uso da tecnologia de GPGPU NVIDIA CUDA® como plataforma de desenvolvimento para aumento de velocidade para um algoritmo de estimativa de movimento. A solução proposta deve ser aplicável para qualquer codificador de vídeo compatível com o padrão H.264.

Dentro deste enfoque, foi produzida uma versão de estimador de movimento, adequadamente otimizada para suportar elevado grau de paralelismo, tornando-se assim mais apropriada para implementação em arquiteturas de processamento paralelo, como é o caso destas modernas GPUs.

A validação da solução proposta foi implementada sobre o software de referência JSVM, que é disponibilizado pela entidade JVT (*Joint Video Team*), para desenvolvedores de soluções de codificação baseadas no H.264 SVC (*Scalable Video Coding*), versão mais recente do codificador ITU-T H.264 [4].

Os resultados obtidos comparando-se a nova arquitetura de estimativa de movimento em ambiente de computação convencional (monoprocessador) com uma solução em placa de processamento gráfico apontam para ganhos de desempenho de mais de 400% para vídeos de maior resolução.

O artigo é organizado da seguinte maneira: a seção 2 traz uma visão geral de mecanismos de estimativa de movimento, a seção 3 apresenta a arquitetura GPGPU NVIDIA CUDA; a seção 4 apresenta alguns trabalhos relacionados; a seção 5 descreve a arquitetura da solução de estimativa de movimento proposta; a seção 6 mostra os dados reais obtidos comparando o método proposto com uma arquitetura tradicional e finalmente a seção 7 apresenta as considerações finais do artigo.

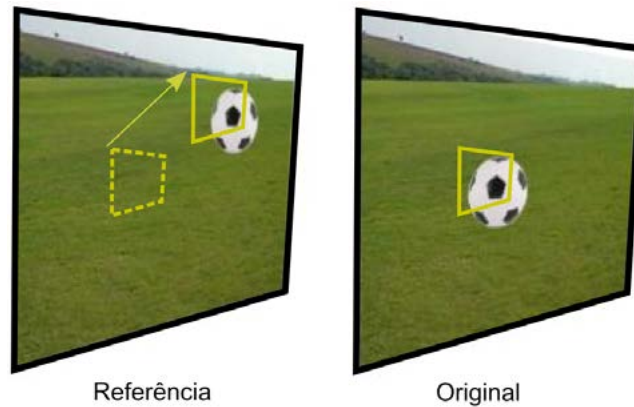
## **ESTIMATIVA DE MOVIMENTO**

O módulo de estimativa de movimento deve explorar a redundância temporal existente entre imagens de um mesmo vídeo. A pesquisa por movimentação ocorre no nível de blocos de pixels e é feita normalmente em uma janela de busca de tamanho fixo em imagens de referência (já previamente recebidas), utilizando-se um determinado critério de similaridade. Quando uma movimentação for detectada o codificador pode apenas guardar esta informação, dispensando a necessidade de retransmitir dados já recebidos pelo decodificador.

Na prática o codificador estima a movimentação, pela busca de um bloco de pixels muito similar ao que está sendo codificado em uma imagem de referência. Quando este bloco for localizado, a distância entre este bloco e o bloco original que está sendo buscado é armazenado com um

vetor de movimento. Um exemplo deste procedimento é ilustrado na Figura 1, onde a seta indica o vetor de movimento.

**Figura 1:** Localização de bloco similar na imagem de referência



Dentre os diferentes mecanismos de cálculo de similaridade entre blocos, o mais comum é o SAD (Sum of Absolute Differences), que apresenta o erro residual entre dois blocos pelo cálculo das diferenças absolutas entre pixels. Este algoritmo é bastante utilizado, pois utiliza apenas operações triviais como somas e subtrações, enquanto que outros cálculos alternativos de similaridade como o MSE (Mean Square Error) ou SSE (Sum of Square Errors), demandam por operações de multiplicação ou outras funções ainda mais complexas [1]. Abaixo se apresenta a expressão usada para o cálculo de SAD entre dois blocos de pixels.

$$SAD = \sum \sum \text{abs} (PS_{ij} - PR_{ij});$$

Onde:

$PS_{ij}$  = Valor do pixel do bloco de origem localizado na posição (i,j);

$PR_{ij}$  = Valor do pixel do bloco de referência localizado na posição (i,j);

Durante um processo de estimativa de movimento, o bloco de pixels da imagem de referência que apresentar o menor valor de SAD terá o menor erro residual e por este motivo deverá ser selecionado como a melhor estimativa de movimento encontrada. Sua distância em relação ao bloco atual é chamada de vetor de movimento e salvo como resultado do algoritmo de busca.

O algoritmo de estimativa de movimento que gera o vetor de movimento mais preciso é conhecido como algoritmo de pesquisa completa (*full search*), uma vez que pesquisa na totalidade da janela de busca da(s) imagem(s) de referência pelo bloco de pixels mais próximo possível do bloco da imagem atual.

Este procedimento é efetuado para todos os possíveis blocos imagem, buscando verificar se o bloco alvo foi movimentado para qualquer outro ponto da imagem, não importando o quão longe esteja do ponto original dentro da janela de busca. Pelo fato do algoritmo de busca completa analisar todas as opções possíveis de deslocamento, ele consegue determinar com precisão o melhor vetor de movimento para aquela região pesquisada. Apesar, entretanto, de obter o melhor resultado, na prática este procedimento de busca completa não costuma ser muito utilizado, devido ao fato de demandar um custo computacional muito elevado. Além disso, dificilmente num vídeo ocorrem grandes movimentações de uma imagem em relação à anterior, o que indica que a maior parte dos procedimentos de busca completa seria desnecessária.

Visando otimizar o método *full-search*, surgiram os algoritmos de busca esparsa. A principal característica destes algoritmos é de que eles não analisam todos os blocos da janela de busca, mas sim buscam por um padrão que infere o melhor caminho para encontrar o bloco mais parecido.

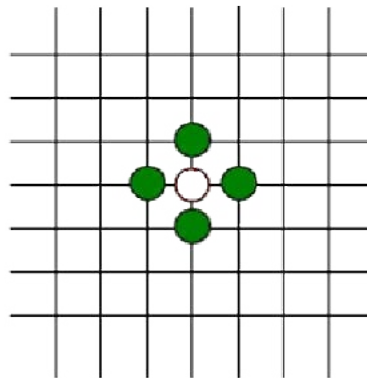


Alguns dos algoritmos mais conhecidos são o *Three-Step Search* (TSS), um dos primeiros desta linha [5], o *Four Step Search* (4SS) [6] e o *Diamond Search* (DS), que emprega dois padrões de busca: diamante grande e diamante pequeno [7].

Na implementação do presente trabalho, utilizou-se apenas a topologia de diamante pequeno para estimativa de movimento, pois este padrão além de mais simples, se ajusta bem a aplicações que apresentam nível pequeno e médio de movimentação [8].

Uma ilustração do padrão de busca em diamante pequeno está representada na Figura 1. Neste padrão, sempre que uma busca for iniciada, deve-se conferir o bloco inicial em relação ao bloco na posição imediatamente superior, imediatamente inferior e aos seus vizinhos laterais (direita e esquerda).

**Figura 2.** Visão geral da topologia de diamante pequeno.



Na Figura 2, a posição inicial é identificada pelo círculo claro, no centro do diamante, enquanto que os blocos vizinhos são círculos escuros.

No primeiro estágio da busca, o bloco original é comparado com todos os quatro blocos vizinhos utilizando a métrica SAD, partindo-se do bloco superior e seguindo-se o sentido horário para comparar os demais. O bloco que obtiver o menor resultado de erro absoluto indica o caminho para o próximo estágio. Se dois valores de SAD forem iguais deve-se escolher o primeiro bloco na sequência definida (partindo-se do bloco superior no sentido horário). O algoritmo encerra a busca quando encontra o menor erro no centro do diamante.

## TECNOLOGIA GPU NVIDIA

Nos últimos anos, as demandas crescentes por processamento tridimensional de placas aceleradoras gráficas, impulsionaram avanços das arquiteturas de processadores gráficos dedicados. Apesar do crescimento deste mercado, porém, as ferramentas e linguagens disponíveis para desenvolvimento de aplicações de processamento gráfico (ex. OpenGL) não se mostravam adequadas para outros propósitos mais gerais tais como aplicações científicas. Este cenário se modificou com a decisão das empresas fabricantes de processadores gráficos em disseminar o uso destas plataformas para fins não gráficos. Um fato marcante foi o lançamento, em 2006, da plataforma de software e hardware CUDA, que visava estimular exatamente este mercado.

CUDA é uma arquitetura de computação paralela de propósito geral que faz uso da capacidade de processamento presente nas GPUs da empresa NVIDIA. A arquitetura CUDA definiu duas alterações principais na organização das GPUs: a unificação dos *shaders* (*vertex* e *pixel shaders*) e a criação de uma memória compartilhada de alto desempenho. O componente resultante da

união dos *shaders* é chamado *Stream Processor* (SP). Essas alterações transformaram as GPUs em dispositivos mais adequados ao processamento de propósito geral [9].

Grupos de *threads* (tarefas independentes previstas pelo algoritmo) podem ser escalonados para execução em um dos núcleos, sequencialmente ou simultaneamente, sem que seja necessário explicitar em qual núcleo o bloco será alocado, tornando assim a solução mais flexível.

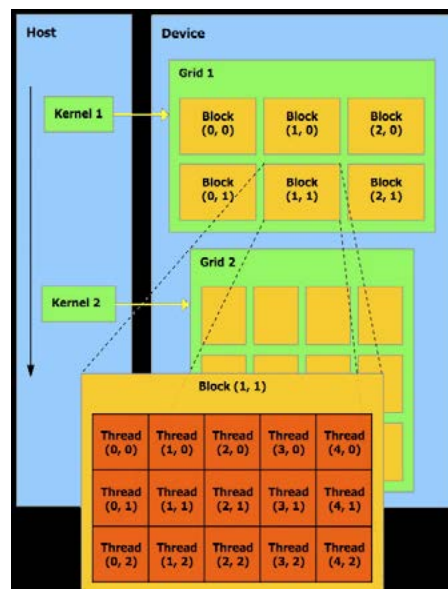
As placas de vídeo compatíveis com a tecnologia CUDA possuem um conjunto escalável de multiprocessadores, que são chamados *Streaming Multiprocessors* (SMs). Os SMs são compostos por uma série de processadores escalares (*scalar processors* – SP), uma unidade de instrução *multi thread* e memória compartilhada. Os blocos de *threads* criados pelo algoritmo são escalonados automaticamente para execução em SMs com capacidade ociosa. As *threads* dentro de um mesmo bloco são executadas concorrentemente, pois cada thread é mapeada em um SP, com seus próprios registradores (Figura 2) [10].

O escalonador de *threads* separa-as em grupos, chamados *warps*. A cada ciclo de operação, um *warp* é selecionado para execução, então a mesma instrução pode ser executada em todas as *threads* ativas neste *warp* [11].

Apesar de todas *threads* começarem a execução no mesmo ponto do código, há a possibilidade de que haja ramificação na execução (ex.: conflito no acesso a memórias). Neste caso, nem todas as *threads* estarão ativas no mesmo momento, resultando na serialização da execução. Portanto, para que seja alcançada eficiência máxima na execução paralela das *threads* é necessário que não hajam ramificações no fluxo de execução dentro de um mesmo *warp* [13].

A organização das *threads* se dá na forma de blocos com uma, duas ou três dimensões. Esse arranjo particular torna simples a execução de cálculos em elementos de vetores, matrizes ou volumes. A identificação da thread que está sendo executada é implementada através de índices que identificam a posição da *thread* dentro do bloco (Figura 3). Os índices são disponibilizados ao programador através da variável tridimensional *threadIdx* que contém três campos de inteiros sem sinal: *x*, *y*, *z*. As *threads* que residem no mesmo bloco são executadas no mesmo SM podendo cooperar entre si através do compartilhamento de dados (pela memória compartilhada) e da sincronização da execução com funções intrínsecas que servem como barreiras na execução, de forma que a execução prossiga apenas quando todas as *threads* tiverem finalizado a execução de uma determinada sequência de instruções.

**Figura 3.** Organização das *threads* em uma arquitetura CUDA



Além do alinhamento de *threads* internas é interessante observar as características dos diferentes tipos de memória presentes nesta arquitetura, uma vez que sua adequada utilização pode influenciar diretamente o desempenho do algoritmo desenvolvido. Na prática são cinco tipos de memórias previstos:

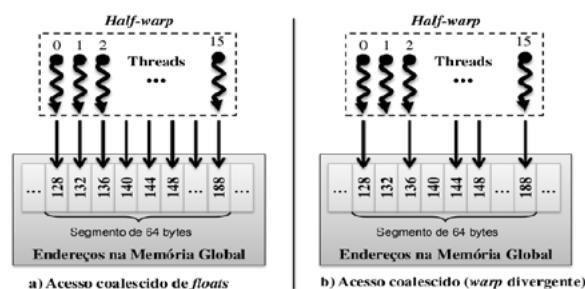
- Memória local e registradores;
- Memória compartilhada;
- Memória global;
- Memória de textura;
- Memória de constantes;

Os registradores são utilizados para armazenar as variáveis automáticas (variáveis locais). Se não houver espaço suficiente, o compilador alocará as variáveis na memória local. Como a memória local está localizada fora do chip, esta apresenta tempo acesso elevado [12]. A memória local é apenas uma abstração sobre a memória global, com escopo limitado a cada *thread* [13].

A memória compartilhada está localizada dentro de cada multiprocessador, por isso, possui latência cerca de cem vezes menor do que a memória global ou local, porém o tamanho total desta memória é reduzido [12]. A memória compartilhada pode ser utilizada como uma memória cache explicitamente gerenciada. A memória compartilhada é organizada em bancos, ou seja, módulos que podem ser acessados simultaneamente, a fim de obter uma alta largura de banda. Essa arquitetura permite que diversas requisições simultâneas, que acessem endereços localizados em diferentes bancos, possam ser atendidas ao mesmo tempo. Por outro lado, se uma requisição de acesso à memória contiver acessos em endereços localizados no mesmo banco poderá haver um conflito de acesso. A ocorrência de conflitos se dá quando mais de uma *thread* pertencente ao mesmo *half-warp*<sup>4</sup> solicitam acesso a posições de memória que localizam-se em um mesmo banco. Há uma exceção no caso de todas *threads* de um *half-warp* executarem leituras no mesmo endereço.

A memória global está localizada na placa de vídeo, no entanto, não sendo integrada ao chip da GPU, possui alta latência no acesso. Esta memória pode ser acessada através de transações alinhadas de 32, 64 ou 128 bytes. Na prática, o endereço do primeiro elemento manipulado precisa ser um múltiplo do tamanho do segmento. As requisições de acesso à memória global efetuadas por um *half-warp* ou por um *warp* são combinadas resultando na menor quantidade de transações possível, que obedeça as regras de alinhamento impostas pela arquitetura de hardware. A Figura 4 ilustra padrões de acesso que permitem o acesso coalescido, ou seja, o acesso a várias posições de memória em apenas uma transação. Desta forma, os efeitos da latência de acesso são diluídos. A figura (a) exemplifica o acesso coalescido a variáveis *float* de quatro bytes. A figura (b) ilustra o acesso coalescido por um *warp* divergente, quando nem todas as *threads* acessam as respectivas variáveis.

**Figura 4.** Padrões de acesso coalescido



<sup>4</sup> *Half-warp* é um grupo de *threads*, com metade do tamanho de um *warp*.

A memória de textura ou superfície está localizada na memória da placa de vídeo e possui cache otimizado para acesso a dados que apresentem localidade espacial em duas dimensões, ou seja, dados localizados em posições próximas. Além disso, esse espaço de memória é projetado de forma a obter fluxos de leitura com latência constante. Dessa forma, uma leitura do cache reduz a largura de banda demandada, mas a latência se mantém constante. Quando um *warp* necessita de um dado que está presente no cache há um ganho significativo no tempo de leitura. Caso o dado não esteja disponível no cache o tempo de acesso será o mesmo de uma leitura na memória global convencional. A memória de textura pode ser escrita a partir do computador externo, mas do ponto de vista da GPU é uma memória somente de leitura.

Por fim, a memória de constantes está localizada no dispositivo e possui também memória cache. Possui acesso somente de leitura pela GPU. Esta memória pode ser utilizada pelo compilador através de instruções específicas [12].

## ALGORITMO PROPOSTO

Visando-se contribuir com uma solução que pudesse aumentar o desempenho de algoritmos de estimativa de movimento compatíveis com o padrão H.264, foi desenvolvida uma proposta que alinha a localidade de dados deste tipo de algoritmo com a estrutura interna de processadores gráficos compatível com a arquitetura CUDA.

Conforme comentado, o algoritmo escolhido se baseia na topologia de busca por diamante pequeno. A ideia proposta está centrada na paralelização do mecanismo de cálculos de similaridade por SAD, que trabalha a cada vez com dois blocos de pixels.

O projeto, desenvolvido sob a forma de aplicativo CUDA, executa os cálculos de similaridade SAD, valendo-se do conceito de que cada diferença absoluta de pixel de uma dada posição pode ocorrer de forma independente e totalmente paralela em relação aos demais pixels vizinhos. Esta condição permite adequar o algoritmo para explorar um elevado nível de paralelismo.

Conforme visto na seção anterior, para a tecnologia CUDA, este paralelismo deve ser traduzido em *threads*, que, em última instância, podem ser interpretadas como unidades de execução simultâneas.

Particularmente, na implementação proposta, cada módulo de cálculo de cálculo de SAD foi estruturado para uma grade com tamanho básico de  $16 \times 8$  *threads*. O tamanho desta grade de *threads* é calculado dinamicamente de forma a acomodar os quadros em diferentes resoluções.

De forma geral, o tamanho de bloco de  $16 \times 8$  elementos permite uma arquitetura de 128 *threads* para esta implementação. Na prática, o algoritmo de cálculo de SAD utiliza estas 128 *threads* durante os cálculos de diferença absoluta entre pixels dos dois blocos analisados, enquanto que as tomadas de decisão do algoritmo de busca são realizadas apenas pela *thread* (0,0).

Na prática, o cálculo de SAD consiste em duas operações sequenciais:

- (i) obtenção da diferença absoluta para cada pixel dos blocos analisados (bloco de pixels do quadro de referência em relação ao bloco atual da imagem que está sendo codificada);
- (ii) somatório dos resultados anteriormente calculados.

A implementação dessas operações foi feita utilizando a instrução de baixo nível *usad* que recebe três argumentos e calcula a soma da diferença absoluta dos dois primeiros argumentos com o terceiro. Essa instrução de baixo nível executa as duas operações (diferença absoluta e soma) com maior velocidade quando comparada com a implementação dessas operações em código de mais alto nível (linguagem C), que seria traduzido em um maior número de instruções pelo

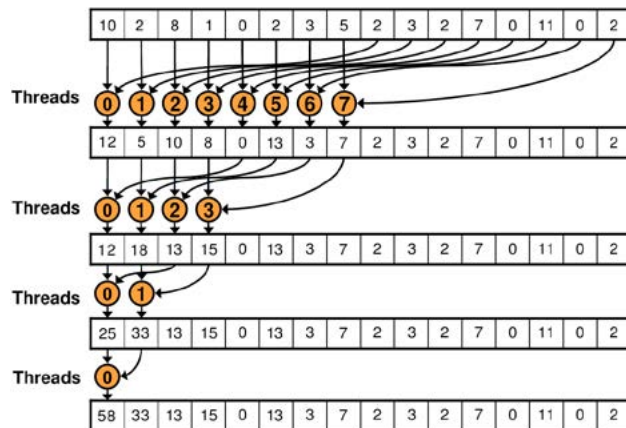
compilador. Além disso, a capacidade da instrução de realizar as duas operações conjuntamente permite acelerar a primeira etapa do algoritmo de redução através da junção do cálculo da diferença absoluta e a primeira etapa do somatório de resultados [14].

Para entender melhor este procedimento, pode-se considerar o caso de blocos de 16x16 (macrobloco padrão H.264). Neste caso, inicialmente calcula-se a diferença absoluta dos 128 últimos pixels (parte inferior do macrobloco). A seguir, obtém-se a diferença absoluta dos 128 primeiros pixels (parte superior) e, na mesma instrução, soma-se esse resultado com as diferenças obtidas na etapa anterior.

A partir deste resultado (vetor de 128 elementos), dá-se início ao procedimento de redução (em verdade o primeiro estágio de redução já foi implementado no sequenciamento das duas instruções *usad* a partir da soma dos dois vetores de 128 elementos em um apenas). A seguir, o número de *threads* ativas utilizadas é reduzido para 64 (cada qual somando dois elementos vizinhos) e, posteriormente, para 32. Após isso, as *threads* contidas no último *warp* (cada *warp* comporta 32 *threads*) realizam os estágios restantes do algoritmo de redução. Ao fim do processo, o vetor tem apenas um valor que é o somatório das diferenças absolutas.

A Figura 5 ilustra o procedimento da redução implementado [14]. Na figura se demonstra como um vetor de 16 elementos seria tratado para permitir o somatório de todos seus elementos em apenas cinco ciclos de operação.

**Figura 5.** Procedimento de redução utilizado para o cálculo do valor de SAD



É interessante observar também como, a cada etapa, o número de *threads* ativas reduz à metade, sempre lendo e escrevendo na mesma memória, chegando, no último estágio, apenas uma *thread* ativa para determinar o valor final desejado.

Após o cálculo do SAD para as cinco posições da busca em diamante (centro, cima, baixo, direita e esquerda), são realizados os testes para determinar qual a posição possui o menor SAD (maior similaridade) e, portanto, se a busca deve ser executada mais uma vez ou se a obtenção do vetor de movimento chegou ao fim.

Além do alinhamento entre *threads* e posições dos elementos internos a serem manipulados no cálculo de SAD, também foi buscado o melhor uso das memórias da plataforma. Isso é muito importante, pois as memórias disponíveis possuem diferentes velocidades de acesso, produzindo efeito direto sobre o desempenho global da solução proposta.

O quadro de referência a ser utilizado pelo algoritmo, por exemplo, foi armazenado na memória de texturas, a qual possui estrutura de cache otimizada para dados com localidade 2D [14].

Essa característica é particularmente apropriada devido à natureza do acesso aos pixels do quadro de referência, onde *threads* vizinhas acessam posições adjacentes da memória e, a cada iteração do algoritmo de busca, a posição acessada será deslocada em uma posição.

Já as variáveis de controle, índices e resultados intermediários foram armazenados na memória compartilhada, a fim de que possam ser acessados por diferentes *threads* residentes em um mesmo bloco. Esta decisão permitiu uma significativa redução na latência do algoritmo de controle em si.

Por fim, o quadro a ser codificado e os resultados a serem lidos pelo aplicativo no microprocessador da placa mãe residem na memória global.

Isso, pois a cada vez que uma transferência de dados é realizada, estes devem ser armazenados na memória global. Esta é uma memória mais lenta, motivando que o algoritmo proposto buscasse reduzir o número de acessos à memória global, a qual foi assim usada apenas como interfaces de entrada e saída de dados da placa.

As transferências de dados entre o computador e a placa ocorrem com pacotes que comportam a cada transferência múltiplos macroblocos H.264 (16x16 pixels), o que permitiu reduzir também as latências de comunicação entre o aplicativo principal e o algoritmo em GPU (latências estas fortemente dependentes do sistema operacional) [6].

## RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A experimentação prática da solução proposta fez uso do software de referência JSVM (*Joint Scalable Video Model*) que implementa o codificador H.264/SVC [15]. O padrão SVC (*Scalable Video Coding*) é um anexo à norma H.264, que trata da codificação de vídeo escalável. No entanto, nestes experimentos, não foi prevista a exploração dos conceitos de escalabilidade da codificação, trabalhando o aplicativo apenas como um codificador H.264 compatível.

O software JSVM precisou ser adaptado para tornar possível expor à GPU um conjunto de dados suficientemente grande para que se pudesse fazer uso eficiente da arquitetura paralela em questão.

Na implementação original do software de referência, o módulo de estimativa de movimento recebe um macrobloco, processa-o e devolve os resultados. A alteração realizada fez com que o módulo em questão tenha acesso ao quadro inteiro, de forma a entregar à placa de vídeo, de uma só vez, um conjunto de diversos macroblocos a serem processados.

Nos experimentos realizados foram avaliadas duas situações: variabilidade de movimentação (diferentes sequências de vídeo) e diferença na resolução dos vídeos avaliados.

O ambiente utilizado no desenvolvimento e experimentação é composto por um computador com processador Intel Core 2 Quad de 2,66GHz com 2 GB de memória RAM e utilizando-se uma placa de vídeo NVIDIA GTX 560 Ti. Nos experimentos, foi utilizado sistema operacional GNU/Linux (distribuição Ubuntu, versão 11) e o toolkit CUDA versão 4.2, que contém o compilador e demais ferramentas necessárias ao desenvolvimento de programas que utilizem a GPU.

As tabelas a seguir resumem os resultados de ganho de velocidade registrados comparando-se a implementação do algoritmo proposto na placa gráfica em relação ao mesmo algoritmo sendo executado no processador principal do computador (atrasos de comunicação entre computadores placa gráfica estão inclusos nestas medições).

A tabela 1 traz os resultados obtidos para a avaliação de vídeos em resolução QCIF (144x176 pixels).

**Tabela 1.** Ganho de desempenho para vídeos QCIF

Vídeo	médio	máximo
City	1,03	1,43
Crew	1,04	1,61
Harbour	0,79	1,06

A análise dos resultados da Tabela 1 aponta para pequenos ganhos de desempenho nesta condição (inclusive para o vídeo Harbour a solução em GPU foi, em média, mais lenta que a solução em CPU). O fato que explica este baixo desempenho é a relação entre o tamanho dos pacotes transferidos comparado com o tempo total de execução.

Para volumes pequenos de dados o tempo de transferência de dados entre computador e placa gráfica se torna significativo, o que limita bastante o desempenho da solução.

Já a tabela 2 apresenta traz os resultados obtidos para a avaliação do mesmo algoritmo, porém, neste caso avaliando vídeos em resolução CIF (288x356 pixels).

**Tabela 2.** Ganho de desempenho para vídeos CIF

Vídeo	médio	máximo
City	1,85	2,37
Crew	2,22	3,73
Harbour	1,47	2,01

Conforme comentado o tamanho dos pacotes transferidos afeta o desempenho global do sistema. Para vídeos maiores, com é o caso da resolução CIF, o ganho se apresentou com maior evidência chegando a ser em média cerca de duas vezes mais rápido na solução em GPU.

O menor ganho de desempenho para o vídeo Harbour em relação aos demais (City e Crew) se justifica, pois este é um vídeo com movimentação horizontal muito uniforme, o que faz com que tanto as versões em CPU quanto GPU sejam muito rápidas na determinação do vetor mais adequado [18].

A tabela 3, por fim, traz os resultados obtidos da solução proposta, durante a avaliação de vídeos em resolução 4CIF (576x704 pixels).

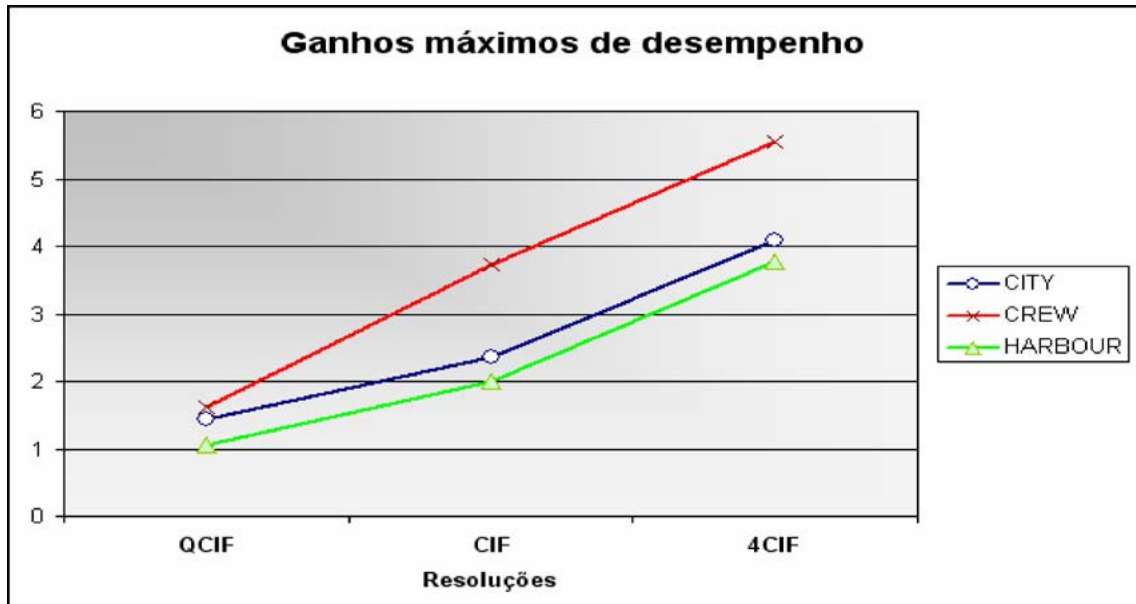
**Tabela 3.** Ganho de desempenho para vídeos 4CIF

Vídeo	médio	máximo
City	3,53	4,09
Crew	4,16	5,54
Harbour	2,9	3,77

Observa-se que para vídeos maiores, o ganho registrado se mostra ainda mais significativo, chegando-se a atingir mais de 350% na média dos três vídeos e mais de 550% no melhor caso (vídeo Crew).

A Figura 6 traz os resultados de ganho de desempenho máximos obtidos para os três vídeos. Os melhores resultados são obtidos para o vídeo CREW, que apresenta um padrão de movimentação bastante irregular (quando o maior paralelismo da tecnologia GPGPU se mostra de fato mais eficiente).

Para todos os vídeos, entretanto, os melhores resultados são obtidos quando resoluções maiores são utilizadas (efeitos da latência de comunicação são menos representativos no tempo total de transferência e execução).



## CONCLUSÕES

O presente artigo propõe uma solução paralela de algoritmo de estimativa de movimento que foi especialmente desenvolvida para permitir sua implementação sobre plataformas recentes de processamento gráfico.

A plataforma escolhida (GPU CUDA), após implementação prática, conseguiu realizar processamento simultâneo de centenas de operações, permitindo uma redução significativa no tempo de processamento.

Deve-se observar, entretanto, que para pequenos pacotes de dados, o tempo de transferência de dados entre computador e a placa gráfica pode limitar os ganhos globais de desempenho, como pode ser evidenciado nos experimentos práticos realizados sobre o software de referência JSVM.

No geral a solução proposta apresentou ganhos ponderados de cerca de 350%, em média, para vídeos de resolução 4CIF, atingindo valores máximos de 450% (4,5 vezes mais rápido que a mesma solução sendo executada em um computador pessoal convencional).

## REFERÊNCIAS

Richardson I. E. G. H.264 and MPEG-4 Video Compression. England. Ed Wiley. Sons, v. 2 2003, 281p.

Chen, and H.-Y Chen, Physical Design for System-On-a Chip in Essential Issues in **SOC Design** (Y.-L Lin, Editor), Springer, 2009.

Do D. M. T., **GPUs - Graphics Processing Units Institute of Computer Science**. University of Innsbruck Jul., 2008.

ITU. H.264/AVC Reference Software Decoder (version 13.0). Acessado em 2008. Disponível em: <<http://iphome.hhi.de/suehring/tml/doc/ldec/html>>.



Koga T. et al. Motion-compensated interframe coding for video conferencing. In: proceedings Nat. Telecom. Conf. dez 81.

Po L. M. and Ma W. C., A novel four-step search algorithm for fast block motion estimation, **IEEE Transaction on Circuit Video Technology**, v. 6, p. 313–317, Jun. 1996.

Zhu S.; Ma K.-K. A New Diamond Search Algorithm for Fast Block-Matching Motion Estimation. **IEEE Transactions on Image Processing**. v. 9, n. 2, Fev. 2000.

Tourapis A. M.; Au O. C. and Liou M. L. Predictive Motion Vector Field Adaptive Search Technique (PMVFAST) - Enhancing Block Based Motion Estimation, in **Proc. of Visual Communications and Image Processing**, p. 883-892, Jan. 2001.

Huang Y.-L.; Shen Y.-C., Wu J.-L. Scalable computation for spatially scalable video coding using NVIDIA CUDA and multi-core CPU MM.09, out. 2009, p. 361-370.

W -N Chen, H -M Hang, .H.264/AVC motion estimation implementation on Compute Unified Device Architecture (CUDA), **IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2008**, p. 697-700, 2008.

HAN T. D.; ABDELRAHMAN T. S., Reducing Branch Divergence in GPU programs. **Proceedings of the Fourth Workshop on General Purpose Processing on Graphics Processing Units [S.l.]**: 2011.

NVIDIA. NVIDIA's Next Generation CUDA Compute Architecture: Fermi. 2009, 22 p.

Crow T. S. Evolution of the Graphical Processing Unit. 2004, 59 p.

Harris M. **Optimizing Parallel Reduction in CUDA**, 2010, 38 p.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNIT, ITU. H.264/SVC Reference Software for H.264 advanced video coding (JSVM version 9.19.9), 2010.

Chung K.-L. and Chang L.-C., A new predictive search area approach for fast block motion estimation. **IEEE Transactions on Image Processing**. v. 12 v. 6, p. 648-652, 2003.

# AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA OXIDATIVO AVANÇADO COM CÉLULAS DE DIFERENTES TAMANHOS PARA A DEGRADAÇÃO DO EFLUENTE SINTÉTICO PROVENIENTE DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Verônica Radaelli Machado<sup>1</sup>(IC), Fernando Loch<sup>1</sup>(PG), Simone Stülp(PQ)<sup>1 2</sup>

**Abstract:** Nowadays, one of environmental questions is to determine the better management system to minimize the environmental degradation. One of this environmental problems is the effluent to the food industry, that containing synthetic dyes. In this work, an study with different cells and flows was realized, in UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process, for obtained the better treatment efficiency, in synthetic effluent containing 6 food dyes, with concentration equal to 0,030 mg/L.

**Resumo:** Hoje em dia, uma das questões ambientais importantes é determinar o melhor sistema de gestão para minimizar a degradação ambiental. Um destes problemas ambientais é o efluente proveniente da indústria alimentícia, que contém corantes sintéticos em sua constituição. Neste trabalho, um estudo com diferentes células e fluxos foi realizado, em processos UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, para obter a melhor eficiência de tratamento, em efluentes sintéticos contendo 6 corantes alimentícios, com uma concentração igual a 0,030 mg / L.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, com o crescimento populacional, as indústrias surgiram para a produção em grande escala, com o objetivo de atender a todos em diferentes necessidades, mas juntamente com isso, vem crescendo alguns aspectos preocupantes como a geração de resíduos, pois grande parte do que sobra é considerado rejeito e é descartado. Este descarte necessita de um cuidado especial dependendo do material, pois ele pode ser altamente prejudicial ao meio ambiente (CERVANTES et al).

O setor alimentício há algum tempo, faz pesquisas sobre aditivos e corantes alimentícios, os quais tem a finalidade de mudar o sabor e o visual de alguns alimentos. Muitos alimentos industrializados contêm corantes, porque se acredita que a cor influencia o sabor, chamando a atenção de quem os procura para o consumo. No entanto, nem todos os corantes são naturais, sendo que alguns artificiais contêm compostos prejudiciais ao organismo e ao ambiente, no consumo e pós-consumo (PRADO, GODOY, 2003).

A indústria alimentícia emprega alguns corantes na produção de alimentos em concentrações limitadas, as quais são permitidas para o consumo. Ao final desta produção de alimentos, são gerados efluentes que contêm resíduos destes corantes. Este tipo de efluente é composto por corantes, que antes do descarte necessitam de um tratamento, para não proporcionarem uma contaminação ao meio ambiente, principalmente em corpos hídricos.

Os corantes também podem atingir uma estação de captação e tratamento de água, comprometendo assim o abastecimento populacional, além de contaminar o solo próximo ao

1 Núcleo de Eletrofotocímica e Materiais Poliméricos, Univates – Lajeado – RS

2 vereradaelli@hotmail.com, stulp@univates.br

manancial. Nesse aspecto, surge outro problema: algumas bactérias presentes no solo ajudam a degradar o corante, porém podem produzir compostos carcinogênicos. Estes, ao atingirem a água e o solo, representam um grande problema para as culturas agrícolas, uma das bases alimentares de homens e animais. Diante desta grande ameaça, faz-se necessário o desenvolvimento de novos métodos de tratamento destes efluentes que garantam baixo nível de contaminantes (CERVANTES et. al).

Este trabalho tem como objetivo, o estudo de um sistema envolvendo Processos Oxidativos Avançados (POAs), na combinação de UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, para a otimização do tratamento de um efluente alimentício sintético composto por seis (6) corantes alimentícios permitidos por legislação.

## 2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho, todos os experimentos foram feitos com uma mistura de seis corantes sintéticos como Amarelo Crepúsculo, Amarelo Tartrazina, Azul Brillhante, Azul Indigotina, Vermelho Bordeaux e Vermelho Amarantho na concentração de 0,030 mg/ L cada. O presente trabalho teve a utilização de uma lâmpada de mercúrio de 400 W de potência em três células (PIROTTA, STÜLP 2010) com diferentes tamanhos, nas seguintes dimensões: célula 1 – comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), e tubo de quartzo com comprimento (L=16 cm) e diâmetro (D=5 cm), a outra: comprimento (L=12 cm) e diâmetro interno (D=6 cm), com tubo de quartzo com comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) e a última: (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), e tubo de quartzo utilizado com comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) onde a vazão foi controlada por uma bomba peristáltica em diferentes velocidades em fluxo ascendente, sendo feita uma comparação da eficiência nos tratamentos do efluente sintético constituído de corantes alimentícios. Ainda, para a realização do processo, foi adicionado ao efluente sintético 20 mL/L de peróxido de hidrogênio p.a.. Com diferentes células foram feitos tratamentos em triplicata, em três vazões sendo de 35 L/h (máxima), 30 L/h (média) e 25 L/h (mínima) com a bomba AWG 5000 ABS – Provitec (BERTAZZOLI 2002]. O reator construído é instalado dentro de uma proteção contra a incidência de radiação UV artificial do sistema, sendo utilizada uma capela para isolamento da mesma.

O monitoramento foi feito por coleta de amostras do efluente sintético bruto e amostras após a primeira, segunda, terceira e quarta passagens pelo sistema. O pH das amostras foi caracterizado por 827 pH Lab – METROHM, a condutividade por 856 Conductivity Module – METROHM e a espectrofotometria pelo Espectrofotômetro UV/VIS 100 Bio – VARIAN ( $\lambda = 628$  nm).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos com o efluente sintético alimentício foram feitos em triplicata, sendo que os valores médios estão presentes nas tabelas 1 a 9, sendo que os dados apresentados são para as diferentes células analisadas. Em todos os tratamentos observa-se que houve uma diminuição do pH e aumento da condutividade, o que é característico de POA's. Observa-se também que houve uma redução significativa da cor em percentuais de 99,15% a 100% no comprimento de onda  $\lambda = 628$  nm.

**Tabela 1:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=16 cm) e diâmetro (D=5 cm) na vazão máxima.

**Tabela 1**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	6,042	18,35	
Tratado 1	4,992	44,74	34,41
Tratado 2	4,868	55,15	75,19
Tratado 3	4,469	65,15	88,48
Tratado 4	4,359	69,9	99,15

**Tabela 2:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=16 cm) e diâmetro (D=5 cm) na vazão média.

**Tabela 2**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	5,0837	37,936	
Tratado 1	4,3196	75,01	55,54
Tratado 2	4,253	54,573	81,56
Tratado 3	4,112	64,72	95,17
Tratado 4	4,078	69,07	97,17

**Tabela 3:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=16 cm) e diâmetro (D=5 cm) na vazão mínima.

**Tabela 3**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	7,55	32,16	
Tratado 1	4,216	38,45	64,00
Tratado 2	4,043	62,39	92,83
Tratado 3	3,96	69,13	99,40
Tratado 4	3,93	73,58	100

**Tabela 4:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=12 cm) e diâmetro interno (D=6 cm), o tubo de quartzo tem o de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão máxima.

**Tabela 4**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	6,625	19,12	
Tratado 1	4,165	18,86	94,44
Tratado 2	3,989	18,31	100
Tratado 3	3,914	20,11	100

**Tabela 5:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=12 cm) e diâmetro interno (D=6 cm), o tubo de quartzo tem o de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão média.

**Tabela 5**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	5,876	16,06	
Tratado 1	4,02	68,75	95,15
Tratado 2	3,99	77,75	100
Tratado 3	3,976	76,18	100

**Tabela 6:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=12 cm) e diâmetro interno (D=6 cm), o tubo de quartzo tem o de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão mínima.

**Tabela 6**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	5,082	42,96	
Tratado 1	4,165	55,79	100
Tratado 2	3,989	77,87	100
Tratado 3	3,914	89,96	100

**Tabela 7:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão máxima.

**Tabela 7**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	5,88	18,64	
Tratado 1	4,388	51,56	79,91
Tratado 2	4,176	68,15	97,90
Tratado 3	4,079	83,28	100
Tratado 4	4,05	87,84	99,72

**Tabela 8:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão média.

**Tabela 8**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	6,101	15,55	
Tratado 1	4,138	60,93	86,36
Tratado 2	4,044	70,79	99,32
Tratado 3	3,969	84,32	100
Tratado 4	3,96	90,18	100

**Tabela 9:** Amostras de pH, condutividade e percentual de redução de cor do efluente sintético com a célula de dimensões comprimento (L=11 cm) e diâmetro interno (D=7 cm), o tubo de quartzo utilizado tem sua medida de comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm) na vazão mínima.

**Tabela 9**

Amostras	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	Redução de cor em %
Bruto	5,745	18,17	
Tratado 1	4,044	59,64	95,32
Tratado 2	3,951	75,19	100
Tratado 3	3,908	79,48	100
Tratado 4	3,918	76,6	100

Com base na avaliação das tabelas (Tabelas 1 a 9), verifica-se que a célula mais eficiente em termos de descoloração, foi a segunda célula utilizada, com dimensões de comprimento (L=12 cm) e diâmetro interno (D=6 cm), sendo que o tubo de quartzo utilizado tem o comprimento (L=14 cm) e diâmetro (D=4 cm). Desta forma, verifica-se que a lâmina de efluente é importante para ganhos de eficiência durante tratamentos oxidativos, bem como a altura da coluna de tratamento.

## CONCLUSÕES

Com base nestes resultados, conclui-se que há a degradação efetiva do efluente sintético alimentício em termos de coloração, e que independente das células de tamanhos diferentes, todas, quando na vazão mínima (25L/ h) tem efetivação de 100%, e ainda em relação a acidez do efluente e o aumento da condutividade, mesmo sendo característicos de processo oxidativo avançado, o mesmo necessita, antes do seu descarte no ambiente, uma correção de pH.

**AGRADECIMENTOS:** FAPERGS e Univates

## REFERÊNCIAS

- CERVANTES, Thiago N. M.; ZAIA, Dimas A. M. e SANTANA, Henrique de. **Química Nova**, 2009, Vol. 32, n. 9, 2423-2428.
- PRADO. A. M., GODOY, H. T. **Alim. Nutr.**, Araraquara, 2003, v.14, n.2, p. 237-250.
- BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. **Química Nova**, Vol. 25, No. 3, 477-482, 2002.
- MARMITT, S.; PIROTTA, L. V.; STÜLP, S. **Química Nova**, 2010, Vol.33, n.2, p. 384-388.

## AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE DEJETOS BOVINOS E INÓCULO COM E SEM USO DE GLICERINA EM BIODIGESTORES OPERADOS EM BATELADA

Odorico Konrad<sup>1</sup>, Débora Tairini Brietzke<sup>1</sup>, Cezar Augusto Machado<sup>1</sup>, Fábio Júnior Secchi<sup>1</sup>, Luana Nichel<sup>1</sup>

okonrad@univates.br, dbrietzke@universo.univates.br, razecc@universo.univates.br, fsecchi@universo.univates.br, lnichel@univates.br

**Abstract:** *The biogas generation can be considered an attractive alternative for new energy sources, considering that its raw material consists of waste and byproducts, and the use of sludge treatment plants. The additions of glycerin aim to increase the production of biogas. This study aims to evaluate the production of biogas through cattle manure and inoculum from sludge treatment plant, with the addition of doping glycerin, assessing whether it has the potential of increasing biogas generation. For this purpose, we used two triplicates, one of which received additions of glycerin was completed until 6% of the substrate volume and another sample remained as an experimental control. The results demonstrate that glycerin can supplement the biogas production by 206,07%.*

**Resumo:** *A geração de biogás pode ser considerada uma atraente alternativa em busca de novas fontes energéticas, tendo em vista que sua matéria prima é constituída de dejetos e subprodutos, além do uso de lodo de estações de tratamento. As adições de glicerina têm como objetivo incrementar a produção de biogás. Este trabalho visa avaliar a produção de biogás através de dejetos bovinos e inóculo proveniente de lodo de estação de tratamento, com adição de dopagem de glicerina, avaliando se a mesma tem potencial de incrementar geração de biogás. Para tanto, utilizou-se duas triplicatas, sendo que uma recebeu adições de glicerina até que se completasse 6% do volume de substrato e a outra permaneceu como amostra controle do experimento. Os resultados obtidos demonstram que a glicerina pode suplementar a produção de biogás em 206,07%.*

### INTRODUÇÃO

A produção de biogás por meio de biodigestão anaeróbica representa um avanço para equacionar o problema dos dejetos produzidos pela bovinocultura e disponibilidade de energia no meio rural (CERVI, et al., 2010).

Considerando que a região sul do país participa com 54% do rebanho suíno e 14% do rebanho bovino do Brasil, de um total de cerca de 32 milhões e 170 milhões de cabeças, respectivamente (IBGE, 2006), verifica-se a necessidade da busca por soluções que visem a minimizar os problemas ambientais decorrentes da atividade pecuária na região. Uma boa alternativa para esta situação, poderá ser a utilização no tratamento dos dejetos gerados no processo de biorreatores potencializando a geração de energia.

O processo de biodigestão anaeróbica oferece, como um dos produtos finais, uma mistura de gases, denominada biogás composta basicamente por metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), podendo apresentar quantidades menos de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), nitrogênio (N<sub>2</sub>) e hidrogênio

<sup>1</sup> Centro Universitário UNIVATES

(H<sub>2</sub>), entre outros. O biogás, por apresentar maior teor de metano em sua composição, pode ser aplicado como combustível.

Visando a aumentar a velocidade do processo e reduzir o tempo de retenção hidráulica, a adição de inóculo é um método atrativo. Consiste em utilizar parte do material que já passou pelo processo, que será capaz de fornecer ao novo substrato uma população adicional de microrganismos típicos da biodigestão anaeróbica (XAVIER, JÚNIOR, 2010).

Aliado a isso, a glicerina resultante do processo de produção do biodiesel também constitui um subproduto passível de aproveitamento para a produção de biogás, devido ao seu alto teor de carbono facilmente degradável (AMON et al., 2006), e assimilável por bactérias e leveduras sob condições anaeróbicas. Como resíduo, a glicerina necessita de cuidado especial com relação a sua destinação devido a sua alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (ROBRA et al., 2006).

Uma alternativa para o uso da glicerina, sem purificação é a utilização como complemento na produção de biogás, pois conforme Robra et al. (2010), esta apresenta o carbono necessário para a realização dos processos anaeróbios microbiológicos, mas precisa de um substrato rico em nitrogênio, como o bovino, para a geração de biogás. De acordo com Amon et al. (2004) a glicerina tem potencial para melhorar o desempenho da geração de biogás, uma vez que é constituído por mais de 20% de metanol, um meio de cultura para certas bactérias metanogênicas.

O objetivo deste estudo é analisar de maneira quantitativa e qualitativa a geração de biogás a partir de substrato de bovinos de leite, e avaliar se a glicerina pode suplementar a produção de biogás.

## MÉTODO

A obtenção de energia utilizável, a partir de biomassa, envolve processos físicos e químicos ou processos de conversão de bioquímica através da ação de microrganismos.

O estudo foi realizado no Laboratório de Biorreatores da UNIVATES. Para sua realização foram preparadas seis amostras de 600 mL cada, em biodigestores com capacidade de 1L. Sendo que 70% desses 600 mL constituíam-se de dejetos bovinos e os 30% de inóculo, o qual segundo [EL-MASHAO et al., 2006] quanto mais adicionado a um substrato, maior é a perda de volume útil do biodigestor tratando e/ou reciclando dejetos frescos e, se o objetivo for disposição de dejetos mais estabilizados mais Tempo de Retenção Hidráulica devem ser recomendados.

O experimento foi conduzido em duas triplicatas com dejetos bovinos, onde uma triplicata foi mantida como amostra controle, e a outra triplicata recebeu a dopagem de glicerina. Os reatores foram mantidos a temperatura média de 35°C por meio de incubadora bacteriológica adaptadas, pois para CHAE et al (2008), é importante manter a temperatura de operação dos biodigestores, pois as bactérias metanogênicas são muito sensíveis a choques de temperaturas. A metodologia de avaliação da quantidade de biogás gerado consiste em conectar os biodigestores a um sistema de medição de biogás em escala laboratorial, que é composto por um coletor de biogás constituído por um tubo de vidro em forma de U, um sensor óptico, uma esfera de isopor e um circuito eletrônico que registra e armazena a passagem do biogás pelo sistema. O princípio de funcionamento do dispositivo é o deslocamento de fluidos, sendo a quantificação do biogás realizada quando o mesmo, à medida que enche o tubo em forma de U, desloca o fluido nele contido (água) e eleva o nível de fluido no lado oposto, que é detectado por um sensor óptico o qual envia essa informação a um circuito eletrônico. O volume de biogás gerado é determinado através da equação combinada dos gases ideais, que descreve que a relação entre a temperatura,



a pressão e o volume de um gás é constante (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009). Na figura 1, visualiza-se o sistema de medição de biogás descrito.

**Figura 1.** Amostras incubadas conectadas ao sistema de medição de biogás



A agitação dos reatores foi realizada diariamente, devido a mesma poder levar a um maior contato do substrato com as bactérias, distribuindo melhor o calor na biomassa e dando maior uniformidade dos produtos intermediários e finais da biodigestão, também evita a formação de uma crosta que pode obstruir a parte superior do biodigestor, [CORTEZ, et al. 2011].

Diariamente o metano ( $\text{CH}_4$ ) gerado no biogás foi analisado por meio de um sensor específico denominado Advanced Gasmeter, produzido pela empresa PRONOVA Analysentechnik GmbH & Co, a fim avaliar a qualidade do biogás, como pode ser visto na figura 2. Por apresentar alta porcentagem de metano, é extremamente inflamável, podendo ser empregado em todas as funções termodinâmicas: geração de frio, calor e potência.

**Figura 2.** Sensor específico para a medição de metano

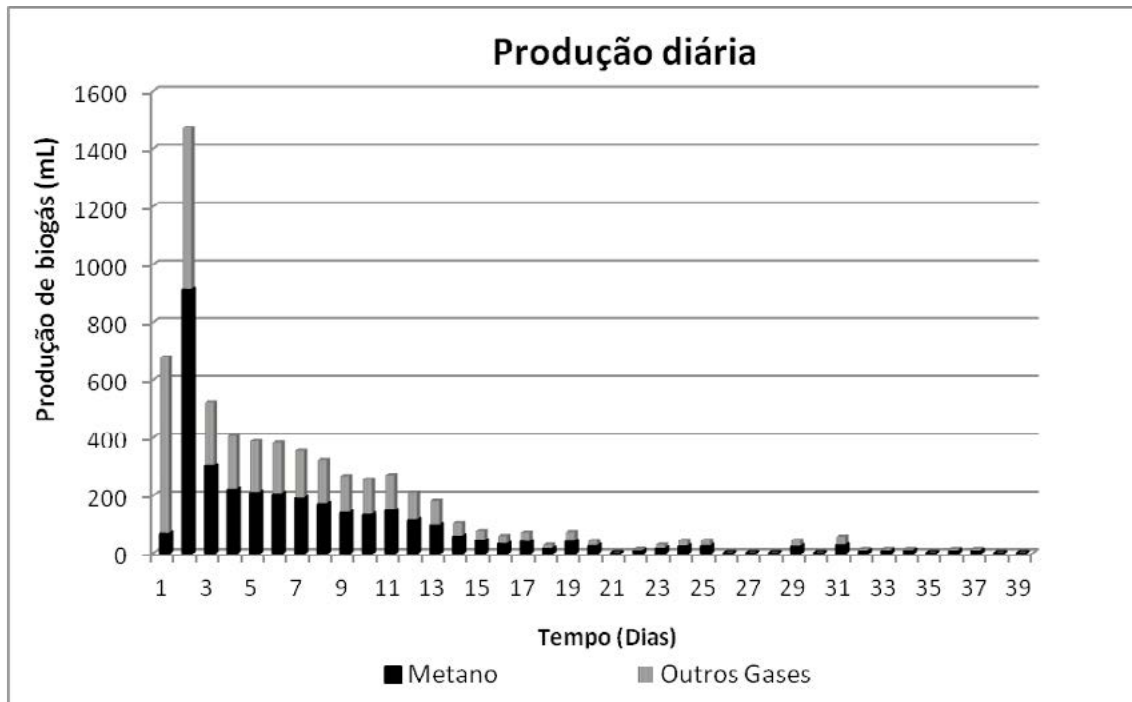


Realizaram-se ainda, análises físico-químicas das amostras as quais se avaliou a geração de biogás, a fim de conhecer suas características e verificar a redução da carga orgânica no pós experimento.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da produção diária de biogás podem ser visualizados nas figuras 3 e 4.

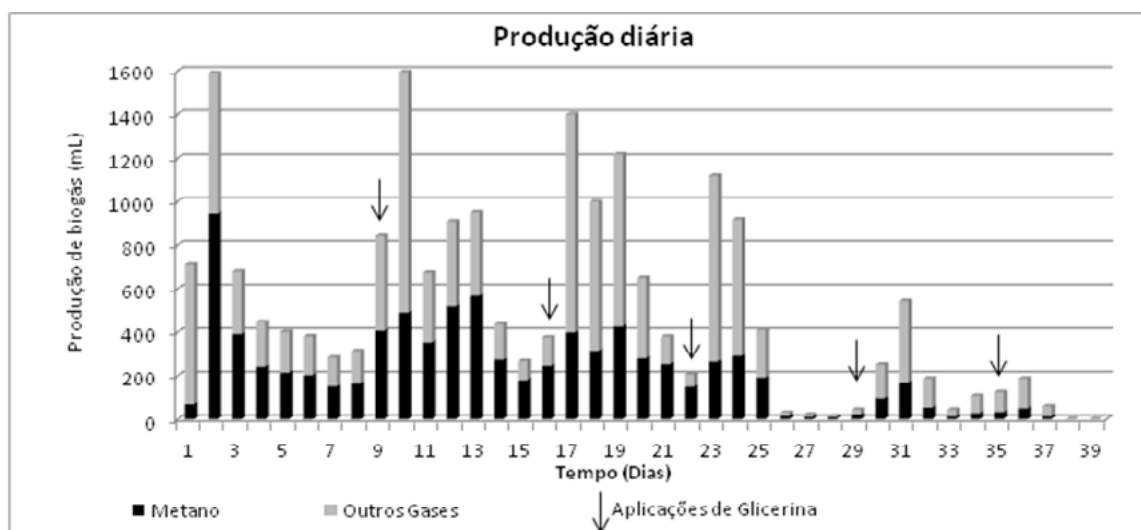
**Figura 3.** Produção diária de biogás na amostra controle



Na Figura 3 visualiza-se a geração de biogás na amostra controle, especificamente os volumes de biogás com distinção entre gás metano e demais gases que compõem o biogás.

O ponto máximo de geração de biogás foi de 1471,87 mL no 2º dia com teor de metano de 61,97% (912,07 mL). A partir do 14º dia, verificou-se diminuição gradativa do volume de biogás.

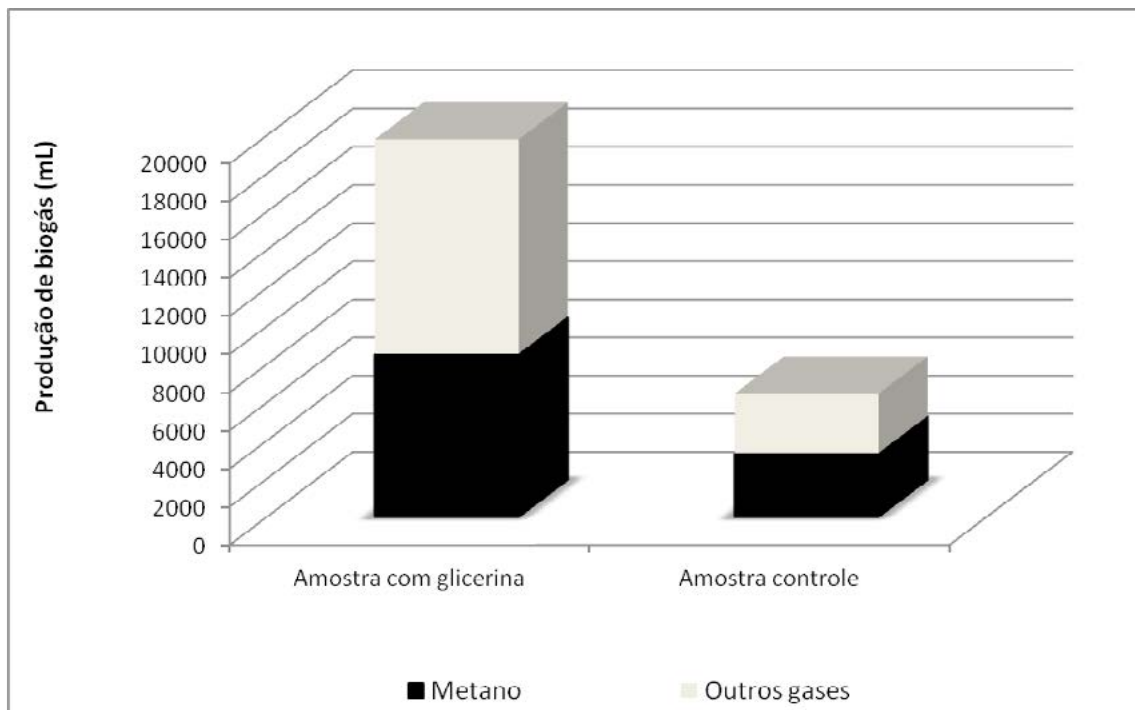
**Figura 4.** Produção diária de biogás na amostra com glicerina



Em relação a amostra com a dosagem de glicerina, observa-se um comportamento semelhante à amostra controle até a primeira aplicação de glicerina, que ocorreu no 8º dia. No segundo dia consecutivo à aplicação de glicerina nota-se que os valores de biogás e metano sofreram incremento em relação ao dia da aplicação, 106,25% e 104,80%, respectivamente. No 16º dia de experimentação procedeu-se a segunda aplicação, que resultou em um incremento de biogás de 103,75% e 89,38% no metano, com relação ao dia anterior.

Durante a 4ª e 5ª aplicações de dosagem de glicerina ainda resultou em incremento na produção de biogás e de metano. Sendo o ponto máximo de produção de biogás foi 19.795,37 mL e o volume de metano a 8.519,96 mL.

**Figura 5.** Geração acumulada de biogás nas amostras



Com relação à produção acumulada de biogás nas duas amostras, de acordo com a Figura 5, nota-se que a amostra na qual se procedeu a aplicação de glicerina apresentou melhor desempenho na geração de biogás, já que o incremento na mesma foi de 206,07% em relação a controle. Além disso, o volume de metano presente no biogás, que determina o poder calorífico, foi 157,36% em relação a amostra controle.

A tabela 1 apresenta as análises físico-químicas na pré e pós experimentação das amostras utilizadas no experimento.

**Tabela 1.** Análises físico-químicas das amostras avaliadas

Análise	pH	Sólidos Totais	Sólidos Voláteis	Sólidos Fixos	Relação C/N	DBO
<b>Pré-experimentação</b>	7,62	5,52%	73%	26%	5,9:1	17.000 mg/L O <sub>2</sub>
<b>Pós-experimentação sem glicerina</b>	7,40	5,55%	65,68%	34,31%	4,69:1	2.000 mg/L O <sub>2</sub>
<b>Pós-experimentação com 6% de glicerina</b>	5,12	4,06%	63,65%	36,34%	8,84:1	23.500 mg/LO <sub>2</sub>

Observa-se na amostra sem glicerina ao término do experimento, uma redução da relação carbono/nitrogênio de 20%, diminuição da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) em 88% e de sólidos totais de 10%, demonstrando a eficiência na redução da carga orgânica. Na amostra com glicerina houve aumento da relação carbono/nitrogênio em 49% e a DBO foi incrementada em 38% e houve ainda uma pequena redução de sólidos totais de 12%, fatos estes ligados a alta carga orgânica da glicerina adicionada.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstram que a adição de 6% de glicerina ao substrato bovino incrementou o potencial energético do biogás em 157,35%, o que evidencia a potencialidade de geração de energia na amostra com glicerina.

A adição de 6% de glicerina ao substrato foi definida em função de ter sido apontada como ideal pelo estudo de Amon et al. (2006), no entanto o substrato utilizado no estudo era dejetos suíno. Após os resultados do presente estudo constata-se que os diferentes substratos se adaptam de forma distinta a adição de glicerina, dessa forma se faz a necessária a realização de experimentos com adição de outros percentuais de glicerina bem como com outros substratos (dejetos bovinos, dejetos aves, lodo de estação de tratamento de efluentes) a fim de encontrar a proporção de glicerina que melhor se adapte a atividade bacteriana naquele substrato, resultando em uma maior geração de metano. Com relação a isso se pode comparar com um experimento realizado em 2011 pelo Laboratório de Biorreatores da Univates, onde o mesmo material, tanto substrato como inóculo e glicerina foram utilizados nas mesmas proporções, e os resultados apresentaram grandes diferenças com relação ao incremento na produção de biogás e potencial energético. O relatado no artigo "Aproveitamento do Substrato Bovino com Adição de Glicerina Residual para Geração de Biogás" publicado no WET 2011 – Univates, é que a glicerina pode suplementar a produção de biogás em 25% e o potencial energético em 12%. Já na experimentação realizada em 2012 os resultados para o incremento na produção de biogás foi de 206,07%, e de metano 157,35%. Pode-se concluir, então que o mesmo material pode apresentar diferentes características, e influenciar na produção de biogás e metano.

Se levarmos em consideração a produção da amostra controle em comparação com a que recebeu a dopagem de glicerina, é possível verificar que no controle havia pouca quantidade de carbono, e com as adições de glicerina foi possível incrementar esse valor para que a amostra com 6% obtivesse um bom rendimento em relação à que permaneceu sem adição de glicerina.

## REFERÊNCIAS

AMON, T., AMON, B., KRYVORUCHKO, V., BODIROZA, V., PÖTSCH, E. ZOLLITSCH, W. **Optimising methane yield from anaerobic digestion of manure: Effects of dairy systems and of glycerine supplementation.** International Congress Series, v.1293, p.217– 220, jul. 2006.

AMON, T., KRYVORUCHKO, V., AMON, B., SCHREINER, M. **Untersuchungen zur Wirkung von Rohglycerin aus der Biodieselerzeugung als leistungssteigerndes Zusatzmittel zur Biogaserzeugung aus Silomais, Körnermais, Rapspresskuchen und Schweinegülle.** SEEG: Mureck, Austria, 2004.

CERVI, R. G., ESPERANCINI, M. S. T., BUENO, O. C. **Viabilidade Econômica da Utilização do Biogás Produzido em Granja Suinícola para Geração de Energia Elétrica.** Botucatu, 2010.

CHAE, K. J., JANG, A., YIN, SK.K, KIM, I.S. **The effects of digestion temperature and temperature shock on the biogas yields from the mesophilic anaerobic digestion of swine manure.** Bioresource Technology, Essex, v.99, n-1, p.1-6, 2008.

CORTEZ, L. A. B., LORA, E. E. S., GÓMEZ, E. O. **Biomassa para Energia.** Campinas, SP: Unicamp, 2011.

EL-MASHAD, H.M., VAN LOON, W.K.P., ZEEMAN, G.; BOT, G.P.A., LETTINGA, G. **Effect of inoculum addition modes and leachate recirculation on anaerobic digestion of solid cattle manure in an accumulation system.** Biosystems Engineering, London, v.95, n.2, p.245-254, 2006.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 2.** 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ROBRA, S., SANTOS, J. V. S., OLIVEIRA, A. M., CRUZ, S. R. **Usos alternativos para a glicerina proveniente da produção de biodiesel: Parte 2 - Geração de biogás.** In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BODIESEL, 1, 2006, Brasília. Anais... Brasília, 2006.

ROBRA, S., SERPADA, R. C., OLIVEIRA A. M., ALMEIDA NETO, J. A., SANTOS, J. V. **Generation of biogas using crude glycerin from biodiesel production as a supplement to cattle slurry.** Biomass and Bioenergy, v. 34, n. 9, p. 1330-1335, set. 2010.

XAVIER, C. A. N., JÚNIOR, J. L.. **Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo.** Jaboticabal, 2010.

# AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO LEITE *IN NATURA* PRODUZIDO NO VALE DO TAQUARI, NAS DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO

Bruna Wissmann Monteiro, Adriano Gennari, Daniel Neutzling Lehn, Júlia Grasiela Spellmeier, Anderso Stieven, Claucia Fernanda Volken de Souza

Curso de Química Industrial – Centro Universitário UNIVATES – Lajeado – RS - Brasil

**Abstract:** The milk and dairy sector has significant production in Rio Grande do Sul and in the Vale do Taquari, second state of higher milk production in Brazil, demonstrating an important socioeconomic activity in the region. Besides the economic importance, milk is a food of high nutritional value and high consumption. The improvement of milk quality is a major challenge for the dairy sector, given that a raw material of good quality results in higher yield and quality of dairy products produced. Thus, the objectives of this study were to evaluate the physico-chemical and microbiological quality of raw milk produced in the region of Vale do Taquari, RS, in different seasons.

**Resumo:** O setor de leite e derivados tem produção expressiva no Rio Grande do Sul e na região do Vale do Taquari, segundo estado de maior produção de leite no Brasil, demonstrando-se uma importante atividade socioeconômica na região. Além da importância econômica, o leite é um alimento de alto valor nutritivo e de elevado consumo. A melhoria da qualidade do leite é um grande desafio para o setor leiteiro, tendo em vista que uma matéria-prima de boa qualidade resulta num maior rendimento e qualidade dos derivados lácteos produzidos. Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram avaliar as características físico-químicas e a qualidade microbiológica do leite *in natura* produzido na região do Vale do Taquari, RS, nas diferentes estações do ano.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de leite é um dos segmentos econômicos mais importantes do Brasil, quinto maior produtor de leite do mundo. O Rio Grande do Sul, segundo maior estado produtor, com uma produção anual de mais de 3 bilhões de litros de leite vem conquistando espaço no mercado lácteo [Embrapa, 2010].

A produção de leite e derivados é altamente difundida em toda a região do Vale do Taquari e se caracteriza como uma importante atividade socioeconômica, gerando desenvolvimento, devido às inúmeras agroindústrias e cooperativas de leite e derivados que estão instaladas na região [Embrapa, 2010].

Além da importância econômica, o leite é um alimento de grande valor nutricional e de elevado consumo. O seu alto valor nutritivo, em função dos teores de proteínas, lactose, minerais como cálcio e fósforo e vitaminas, o destaca como o mais completo alimento para o homem, contendo uma variedade de nutrientes essenciais ao crescimento, desenvolvimento e manutenção de uma vida saudável [JELEN e LUTZ, 1998].

Um dos grandes desafios para o setor leiteiro é a busca da otimização do processo produtivo e da qualidade da matéria prima. O leite de qualidade resulta num maior rendimento e qualidade dos derivados lácteos produzidos, trazendo benefícios para a indústria e para o consumidor. Porém, para que a qualidade nutricional desses produtos seja mantida durante o seu processamento,

se faz necessário produzi-los em condições tecnológicas adequadas, ou seja, que não alterem as características físico-químicas que lhes são próprias [SOUSA & BENEDET, 1987].

O leite, um produto perecível, merece atenção especial na sua produção, beneficiamento, comercialização e consumo, pois estará sempre sujeito a uma série de alterações [FURTADO et al., 2004].

As análises para verificar a composição nutricional do leite, assim como a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT) são instrumentos importantes na avaliação da qualidade do leite. Mas a alimentação animal, o potencial genético, a sanidade e o manejo do rebanho são fatores que influenciam na qualidade do produto [ZANELA, 2006].

O estresse calórico é outro fator preocupante nos países tropicais, como o Brasil. O clima quente pode influenciar negativamente o bem-estar e a produtividade dos animais, gerando perdas econômicas, diminuição da produção e qualidade do leite, devido ao consumo irregular de alimentos, como matéria seca pelos animais [HEAD, 1989].

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição nutricional e a qualidade microbiológica do leite in natura produzido na região do Vale do Taquari, RS, nas diferentes estações climáticas.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Vale do Taquari, RS, no período de Abril de 2011 até março de 2012. Em cada estação climática deste período foram coletadas e analisadas 24 amostras de leite in natura dos produtores da região, totalizando ao final do período de um ano 96 amostras.

Os oito produtores participantes do projeto estão distribuídos em seis municípios da região do Vale do Taquari: três produtores em Estrela, um em Bom Retiro do Sul, Arroio do Meio, Fazenda Vila Nova, Teutônia e Paverama. Todas as propriedades eram de médio porte, possuindo em torno de 70 vacas em lactação, todas da raça holandesa.

As amostras de leite foram submetidas às análises de sólidos totais, extrato seco desengordurado, lipídeos, proteínas, lactose e ureia, pela técnica de Infravermelho médio (MID). A contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) foram realizadas pela técnica de citometria de fluxo. Conforme metodologias estipuladas pela International Dairy Federation (IDF).

As análises de densidade, pH, acidez, crioscopia, alizarol, matéria mineral, cálcio e fósforo foram realizadas nas amostras de leite conforme metodologia estipulada na Instrução Normativa 68, de 12 de Dezembro de 2006.

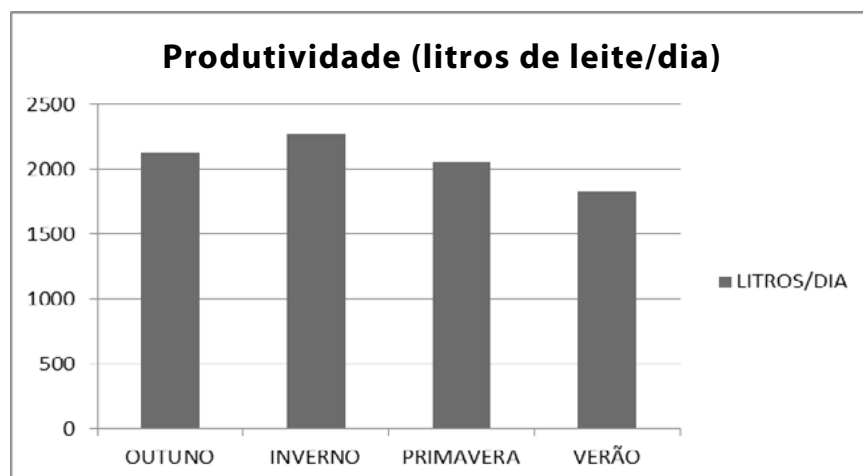
Este estudo foi realizado nos laboratórios de química e no Unianálises do Centro Universitário UNIVATES.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta os resultados de produtividade em relação às estações do ano. Nesta Figura é possível observar que a produtividade de leite nas propriedades teve maior volume gerado no inverno e no outono, meses de mais frio. Atingindo 2.275 litros de leite por dia no inverno, provavelmente devido à melhor qualidade de forragens disponíveis neste período.

O estresse calórico pode resultar em um decréscimo de 17 % na produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia e de 22 % em vacas de 40 kg/dia [Pinarelli, 2003].

**Figura 1.** Representa a média da produção (litros de leite gerados diariamente) nas propriedades nas diferentes estações do ano.



A composição química e nutricional do leite *in natura* é observada na Tabela 1, que apresenta o resultado médio das 24 amostras de leite em cada estação climática.

**Tabela 1.** Resultados das análises das amostras de leite *in natura* nas diferentes estações climáticas no período de abril de 2011 a março de 2012

Análise/Estação Climática	Outono	Inverno	Primavera	Verão
CCS	632a	709a	570a	707a
(x1000 células/mL)				
CBT	537a	239a	157a	368a
(x1000 UFC/mL)				
Gordura (%)	3,64a	3,65a	3,17b	3,61ab
Proteína (%)	3,16a	3,09ab	3,02b	3,10ab
Lactose (%)	4,48a	4,55a	4,52a	4,50a
Sólidos Totais (%)	12,16a	12,16a	11,82a	12,11a
ESD (%)	8,56a	8,51a	8,48a	8,50a
Ureia (mg/dL)	9,63b	13,94a	13,38a	13,66a
Cinzas (%)	0,74a	0,71b	0,72b	0,71b
Ca (%)	0,124a	0,118b	0,118ab	0,117b
P (%)	0,09a	0,09a	0,09a	0,09a
Densidade	1,0297a	1,0297a	1,0296a	1,0299a
Crioscopia (°H)	-0,539a	-0,547a	-0,555a	-0,545a
Acidez (%)	0,18b	0,19a	0,18b	0,17b
pH	6,83a	6,77b	6,75b	6,85a

Os resultados de cada estação climática correspondem a média de 24 amostras.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente, conforme Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados físico-químicos estão expressos em base úmida.

CCS = Contagem de Células Somáticas; CBT = Contagem Bacteriana Total; ESD = Extrato Seco Desengordurado.

Os resultados médios de CCS, CBT, lactose, sólidos totais, ESD, fósforo, densidade e crioscopia das amostras de leite *in natura* coletadas no Vale do Taquari não apresentaram variação significativa entre as diferentes estações climáticas no período de abril de 2011 a março de 2012.

Já os teores de gordura e de proteína foram significativamente menores na primavera em comparação com o outono e o inverno (Tabela 1), o que pode ser atribuído pela melhor oferta de forragens, pela restrição alimentar e perda da qualidade do volumoso nos meses mais quentes e



de menor precipitação [FREEDEN, 1996]. A composição do leite pode ser alterada pelo estresse calórico, com redução nos teores de gordura, proteína e cálcio [TITTO, 1998].

O teor de ureia foi significativamente menor nas amostras coletadas no outono, enquanto as demais estações não apresentaram diferença significativa entre si.

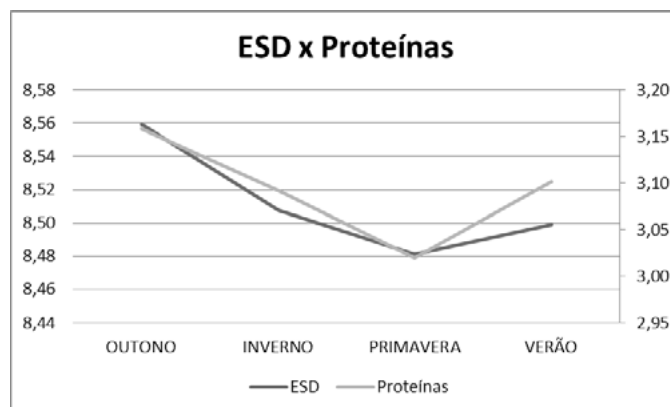
Conforme a Instrução Normativa 62, de 29 de Dezembro de 2011, os resultados de sólidos totais para o leite devem ser em média de 12,5%, e os teores mínimos estabelecidos para proteínas, lipídeos, sólidos desengordurados são: 2,9; 3,0 e 8,4%, respectivamente.

Os valores de sólidos totais (ST) do leite sofrem uma variação sazonal, aumentando durante o período de frio e diminuindo na época de calor e chuvas [PONSANO et al., 1999].

Extrato Seco Desengordurado (ESD) compreende todos os elementos do leite, menos a água e a gordura. A sua variação, principalmente, é decorrente pela variação no nível de proteínas do leite, o que evidencia a importância desta análise para determinar o rendimento industrial do produto utilizado como matéria-prima [OLIVEIRA et al., 1999].

A Figura 2 apresenta a variação de ESD conforme o nível de proteínas, mostrando uma diminuição significativa durante a Primavera.

**Figura 2.** Representa a média do teor de ESD em relação aos teores médios de proteínas, para cada estação do ano.



A presença de altas CCS afeta a composição do leite e o tempo de vida de prateleira dos derivados, causando enormes prejuízos para a indústria de laticínios. O valor máximo estabelecido para CBT e CCS são de  $6 \times 10^5$  UFC/mL e  $6 \times 10^5$  células/mL, respectivamente (BRASIL, 2011).

O presente trabalho apresentou variações pronunciadas para os valores de CBT e CCS, mas ficando dentro dos valores mínimos estipulados pela legislação.

O índice crioscópico é um dos parâmetros analíticos para determinar a qualidade do leite. Apresenta uma variação muito pequena, mas é possível ocorrer devido mudanças na alimentação animal, período de lactação, estação do ano, entre outros fatores, como a adição intencional de água, que aumenta o volume e provoca alteração no índice crioscópico do leite (TRONCO 1997).

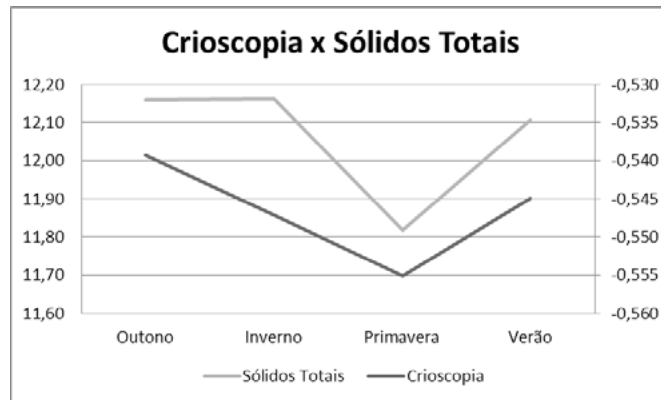
A pesquisa apresentou valores entre -0,535 e -0,555 °H, enquadrando-se no parâmetro estabelecido pela Instrução Normativa 62 de 29/12/2011. É proporcional ao extrato seco do leite, mais especificamente em relação a presença de lactose e cloretos, como podemos analisar na Figura 3 (TRONCO, 1997).

Não foi encontrada nenhuma variação quanto a influencia da estação do ano para o ponto de congelamento do leite, mas provavelmente tais alterações são consequência da alimentação animal, como qualidade e quantidade de pastagens disponíveis para os animais durante o ano.

Carvalho et al. (1989) observou a influencia estacional sobre o ponto de congelamento do leite,

justificando pelas mudanças na composição química dos alimentos oferecidos para o rebanho.

**Figura 3:** As médias dos resultados, para cada estação do ano, de crioscopia em relação aos valores de Sólidos Totais.



### 3. CONCLUSÕES

O presente trabalho gerou resultados que auxiliarão na qualificação do leite, assim como para os seus derivados elaborados na região do Vale do Taquari, onde esta atividade ocupa lugar de destaque.

Conclui-se que há a necessidade da continuidade da pesquisa no Vale do Taquari para realizar maior detalhamento quanto à interferência dos componentes químicos da alimentação animal, visto que é um fator de destaque ao estudar as variações na produção e na composição nutricional do leite. Mas fatores ambientais, tais como ano, mês, genética do rebanho e período de lactação também influenciam na qualidade química do leite.

### 4. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 29 de dezembro de 2011. **Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite.** 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos.** 2006.

EMBRAPA Gado de Leite. **Informações técnicas:** estatísticas do leite. Disponível: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php>>. Acesso em: 16 set. 2010.

FREDEEN, A. H. **Consideration in nutritional modification of milk composition.** Animal Feed Science Technology, v.59, p. 185-197, 1996.

FURTADO, M. A. M.; VIELA, M. A. P.; MEURER, V. M.; BARBOSA, F. A. **Anais do XXII Congresso Nacional de Laticínios.** Juiz de Fora, 2004, p. 130-131.

HEAD, H. H. The strategic use of the physiological potential of the dairy cow. In: SIMPÓSIO LEITE NOS TRÓPICOS: novas estratégias de produção, 1., 1989, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1989. p. 38-89.

JELEN, P., LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G. Functional Foods: biochemical and processing aspects. Lancaster: **Technomic Publishing**. p.3 57-380. 1998.

OLIVEIRA, Carlos A. F.; FONSECA, Luís F. L.; GERMANO, Pedro M. L.; Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite. **Revista Higiene Alimentar**; v. 13, nº 62, junho 1999, p.11-12

PINARELLI, C. **The effect of heat stress on milk yield**. Latte, Milan, v. 28, n. 12, p. 36-38, 2003.

PONSANO, E. H. G. et al. Variação sazonal e correlação entre propriedades do leite utilizadas na avaliação de qualidade. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 64, p. 35-39, 1999.

SOUZA, S., BENEDET, H.D. **Estudo da qualidade físico-química e microbiológica do leite pasteurizado numa indústria de Santa Catarina**. Revista do CEPPA. v. 5, p. 26-32, 1987.

TITTO, E. A. L. 1998. **Clima**: influência na produção de leite. Ambiência na produção de leite em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 10-23.

TRONCO, Vânia M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2008.

ZANELA, M.B.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M.E.R.; BARBOSA, R.S; MARQUES, L.T.; STUMPF Jr., W.; ZANELA, C. **Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n.1, p.153-159, 2006.

## DESAFIOS DA III OLIMPÍADA DE INFORMÁTICA DA UNIVATES

Evandro Franzen<sup>1</sup>, Haroldo Augusto Tonetto Chaves<sup>2</sup>, Gustavo Rostirolla<sup>3</sup>

efranzen@univates.br, {grostirolla1, haroldo.tonetto}@gmail.com

Centro Universitário UNIVATES

**Abstract:** *This article describes the main objectives and activities developed during the III Computer Olympiad da Univates (Olinfu). The Computer Olympiad da Univates annual is a contest aimed at students of primary and secondary education and has as main objective to develop skills related to logical reasoning and develop knowledge related to programming logic and algorithms, still in primary and secondary education. Through the completion of OLINFU it is possible to establish a contact with schools, teachers and students to improve skills related to programming logic. The methodology employed is the development of games and animations using a visual tool and playful, which allows the application of concepts without the use of a programming language.*

**Resumo:** *Este artigo descreve os principais objetivos e atividades desenvolvidas durante a III Olimpíada de Informática da Univates (Olinfu). A Olimpíada de Informática da Univates que se realiza anualmente é uma competição voltada para os alunos dos ensinos fundamental e médio e tem como objetivo principal desenvolver habilidades relacionadas ao raciocínio lógico e desenvolver conhecimentos relacionados com a lógica de programação e algoritmos, ainda nos ensinos fundamental e médio. Através da realização da OLINFU é possível estabelecer um contato com escolas, professores e alunos visando aperfeiçoar habilidades relacionadas a lógica de programação. A metodologia empregada é o desenvolvimento de jogos e animações utilizando uma ferramenta visual e lúdica, que permite a aplicação dos conceitos sem o uso de uma linguagem de programação.*

### INTRODUÇÃO

A Olimpíada de Informática da Univates (OLINFU) se constitui em um projeto de extensão no qual são desenvolvidas diversas atividades junto a escolas de ensino médio e fundamental. Dentro do contexto deste projeto, anualmente realiza-se a competição que recebe a mesma denominação.

A OLINFU é uma competição voltada a alunos dos ensinos fundamental e médio, na qual são verificados os conhecimentos desses estudantes na área de Informática. A competição é regida por normas e características baseadas nas Olimpíadas de Informática de maior âmbito. Isso permite que os alunos premiados na competição da Univates possam pontuar para participarem também de outras competições, como por exemplo, a Olimpíada Brasileira de Informática (OBI) e a *International Olympiad in Informatics* (IOI).

O projeto ocorre anualmente e já se encontra na terceira edição, com uma crescente participação da comunidade do Vale do Taquari, inclusive com participantes de outras regiões do estado do Rio Grande do Sul.

O projeto é mantido pela Pró-reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação – PROPEX da Univates, a qual oferece uma bolsa de iniciação científica para os alunos da graduação, ligados as

áreas da informática. Oportunizar a participação dos alunos de graduação da Instituição é uma das metas dos projetos de extensão.

Entre os objetivos do projeto destaca-se a busca por despertar o interesse pela resolução de algoritmos, o estímulo a um aprendizado menos burocrático, através da resolução de problemas novos e desafiantes. Segundo Mauri (2002), muitos alunos entram em cursos de graduação com certos “vícios” ou “maus costumes” e buscam a solução de um problema pela aplicação de “regras de ouro”, sem tentar analisar de forma mais aprofundada a questão. Atingindo os objetivos citados acima, espera-se contribuir para que esta situação seja minimizada no futuro.

Na primeira edição foram desenvolvidas atividades que empregavam linguagens de programação tradicionais para realização das atividades, o que acarretou uma série de dificuldades para os participantes, além de um baixo número de inscritos na competição.

A partir da segunda edição passaram a ocorrer duas competições distintas, o desenvolvimento de jogos e animações e disputa de jogos educacionais. A competição de desenvolvimento de jogos utiliza o software Scratch, que permite o desenvolvimento de aplicações básicas sem a necessidade de escrever instruções ou comandos complexos empregados em linguagens de programação como Java, C e outras.

A partir das mudanças propostas houve um aumento no número de participantes, além de um interesse crescente por parte das escolas, professores e alunos do ensino médio e fundamental na realização de oficinas cujo tema principal era o desenvolvimento de jogos e animações utilizando o software Scratch.

## **O PLANEJAMENTO DA III OLINFU**

O planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente o que se deve fazer e quais objetivos devem ser alcançados, e visa dar condições racionais para que se organize e dirija a empresa ou seus departamentos ou divisões a partir de certas hipóteses a respeito da realidade atual e futura (CHIAVENATO, 1994).

Sendo assim, o planejamento do projeto e a definição das datas foram desenvolvidos pela equipe de trabalho, que definiu o regulamento, as datas nas quais foi realizada a competição, além de um cronograma de contatos com escolas para realização de oficinas.

O período de inscrições definido para a competição, na III edição foi 05 de setembro a 07 de outubro de 2011, e foi determinado com base nas edições anteriores da OLINFU, novamente esse prazo foi suficiente para atender a demanda de inscritos. Este período foi definido para que a competição ocorresse durante o 5º. Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari, que é um evento anual e no ano de 2011, ocorreu no período de 17/10/11 a 21/10/11.

A competição foi dividida em duas fases, no dia 20 ocorreu competição de lógica e programação, ocupando os dois laboratórios, e no dia 21 ocorreu a disputa de jogos educacionais, onde foi necessário somente um laboratório.

A correção das provas e os resultados foram agendados para o período compreendido entre a última semana de novembro e a primeira semana de dezembro de 2011. Estas atividades ocorreram dentro do prazo previsto.

## **MATERIAIS DESENVOLVIDOS**

Embora a realização da competição seja o objetivo principal do projeto, diversas outras atividades são programadas e são fundamentais para que os demais objetivos sejam atingidos.

Entre estas atividades está a realização de cursos, oficinas e a disponibilização de materiais (manuais, apresentações, exemplos, protótipos de jogos e animações). Os diversos materiais servem de apoio para as demais atividades e para que as escolas possam desenvolver atividades internas.

Após a elaboração do planejamento, deu-se início a etapa de elaboração dos materiais citados. Os exemplos e documentos criados utilizam como tema conhecimentos tradicionais, tais como química, física, biologia, matemática e outros que são tema de disciplinas ministradas no ensino médio ou fundamental. Através desta abordagem o projeto busca aproximar a ferramenta e os fundamentos do raciocínio lógico à realidade de alunos e professores.

Além de conteúdos tradicionais, os casos abordam situações clássicas encontradas em disciplinas de algoritmos e programação de computadores, que são tradicionais em cursos superiores. Um algoritmo pode ser caracterizado como uma sequência finita de instruções bem definidas e não ambíguas, cada uma das quais pode ser executada mecanicamente num período de tempo finito e com uma quantidade de esforço finita (FORBELLONE, 2003). Ao exercitar a capacidade de construir algoritmos, alunos exercitam também o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas.

O principal objetivo das pesquisas realizadas para o desenvolvimento do material foi a obtenção de um conteúdo que fosse de fácil assimilação, tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Buscava-se despertar o gosto natural pela área da informática, de pessoas que ainda não tivessem o contato com lógicas programáveis. O plano de tentar oportunizar esse contato criou muitas expectativas por parte dos organizadores. O conteúdo e os casos desenvolvidos deveriam capacitar os docentes a construir algoritmos de forma lúdica no contexto do aprendizado das demais áreas do conhecimento.

A criação de exemplos de algoritmos, como a utilização de logicas relacionais e o uso de operadores matemáticos, mostrou aos participantes das oficinas formas criativas de como construir seus primeiros programas. Um desses exemplos pode ser visto na figura 1. No exemplo é demonstrado um conjunto blocos que são usados para construir uma sequencia de passos que faz com que o personagem de uma animação se movimente. Na execução do algoritmo o resultado pode ser acompanhado visualmente o que torna a sua construção atrativa.

Se seta para direita pressionada

Aponte para a direção 90°

Mova 10 Passos

**Figura 1.** Algoritmo para mover personagem

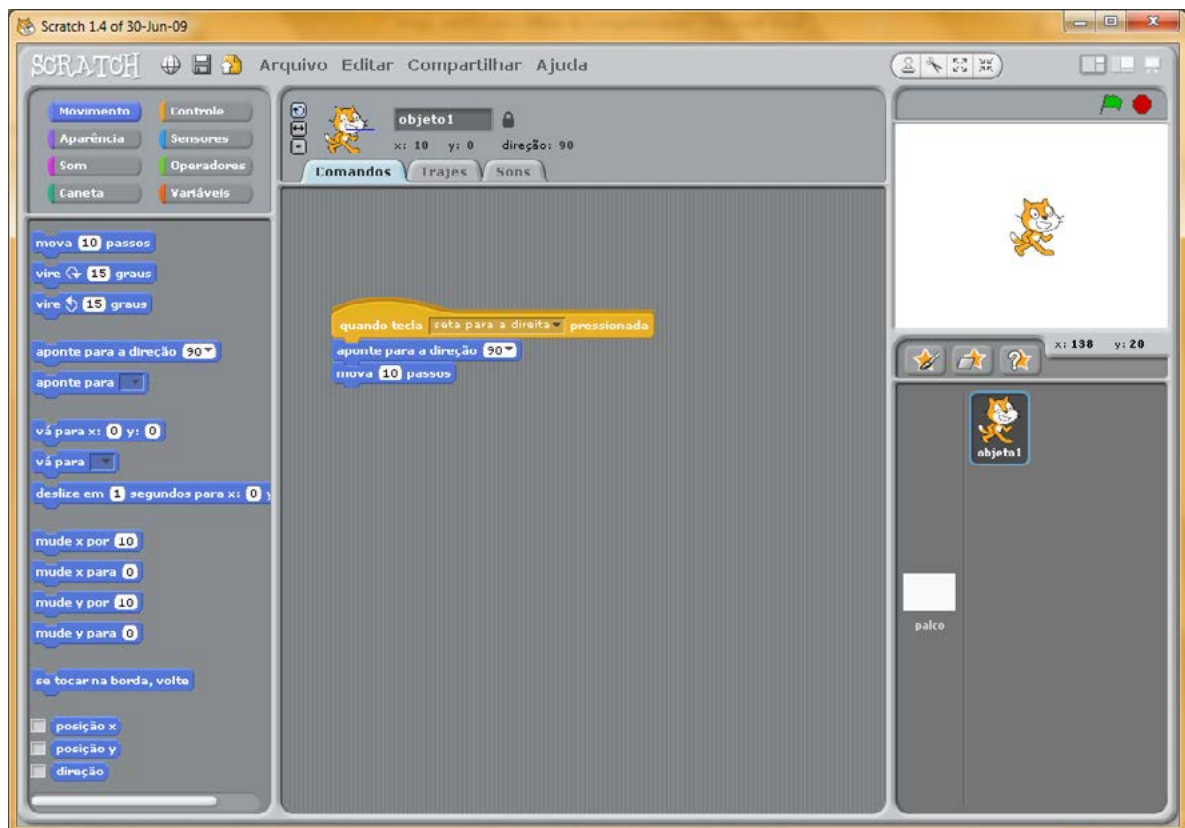


A partir desses conceitos e exemplos, os participantes são estimulados repetir o algoritmo no software específico para a criação de jogos educacionais e animações, o Scratch. Além de reproduzir o exemplo, eles são estimulados a incrementar a solução de forma que a mesma se torne mais complexa e apresente um comportamento mais rico e dinâmico.

## O SOFTWARE SCRATCH

O software Scratch é uma ferramenta para construção de algoritmos, desenvolvida pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que facilita a criação de histórias interativas, animações, jogos, música e arte (SCRATCH, 2012). Ele também é uma ferramenta que possibilita exercitar conceitos de lógica de programação, além de conteúdos tradicionais do ensino, como matemática, português, ciências, entre outros.

**Figura 2.** Tela principal do software Scratch



O Scratch apresenta uma interface gráfica que permite que programas sejam montados como blocos de encaixe. Na área à esquerda existem diversos blocos de construção que simbolizam instruções tradicionais encontradas em linguagens de programação. Instruções para entrada e saída de dados, para atribuição de valores, instruções condicionais e instruções de repetição. Além destas existem blocos que representam atividades comuns em um jogo ou animação como movimento, simulação de fala, reprodução de som e exibição e ocultamento de imagens. Abaixo é possível visualizar um exemplo que mostra algumas destas instruções. O encaixe demonstrado significa que determinadas instruções serão executadas repetidamente até que uma condição seja satisfeita.

**Figura 3.** Definição de comportamento associado a eventos.

Uma das características a serem ressaltadas é que a forma geométrica de cada bloco induz o construtor a utilizá-la de uma determinada forma. Tal abordagem facilita o desenvolvimento de soluções por parte de pessoas com um menor conhecimento em lógica de programação. Também pode ser visualizada na figura 3 a utilização de eventos que são gerados pelo usuário no momento que este interage com o jogo. Um evento como o pressionamento da tecla correspondente à “seta para direita” pode ser programado, ou seja, um personagem pode se comportar de uma determinada maneira após o evento ocorrer.

As características descritas anteriormente fazem com que a ferramenta se torne importante no momento de estimular o aprendizado de lógica de programação. Os resultados visuais e a possibilidade de interação permitem aos participantes observar em tempo real e de forma lúdica o que acontece na execução do algoritmo.

## REALIZAÇÃO DAS OFICINAS

Inicialmente foram planejadas quatro oficinas que se realizariam nos laboratórios de informática da Univates. A inscrição para estas atividades foi aberta a comunidade e principalmente as escolas de ensino médio e fundamental para as quais foi extensamente divulgada. Estas oficinas foram programadas para os meses de junho e agosto de 2011. Ao final dessa etapa todas as oficinas que foram ofertadas aconteceram e tiveram um número satisfatório de participantes, inclusive foi necessário realizar uma oficina extra, totalizando cinco oficinas.

Além das oficinas citadas, as escolas poderiam agendar atividades em datas específicas que precisassem de um complemento para o mesmo grupo de alunos ou a mesma oficina para outro grupo. Estas oficinas poderiam acontecer nas dependências da própria escola ou até mesmo na Univates. A realização destas atividades na própria escola visava oportunizar a participação de instituições que apresentavam uma dificuldade de deslocamento e também contribuir para a



utilização das tecnologias nos laboratórios da escola. Considerando que o software utilizado foi instalado nestes laboratórios os alunos e professores possuíam a ferramenta disponível para dar continuidade ao aprendizado dos discentes.

As oficinas tiveram início em junho de 2011 durante a feira de ciências da Univates, e se estenderam até outubro de 2011, mês da competição. O público-alvo das oficinas foram professores e alunos, e contaram com mais de 200 participantes.

Tabela 1. Oficinas realizadas na III Olimpíada de Informática da Univates

Local da Oficina	Cidade	Quantidade
EMEF São Bento	Lajeado – RS	2
Colégio Cenecista João Batista de Mello	Lajeado – RS	1
EMEF Oscar Koefender	Lajeado – RS	1
EMEF Princesa Isabel	Arroio do Meio - RS	1
Escola Estadual Presidente Castelo Branco	Lajeado – RS	2
UNIVATES - Sala 415 Prédio 11	Lajeado – RS	5
Escola Estadual Irmã Branca	Lajeado – RS	2
<b>Total de oficinas</b>		<b>14</b>

As escolas que responderam ao convite eram orientadas a reservar um turno de quatro horas para que a oficina fosse ministrada. E também que fossem disponibilizados alguns equipamentos multimídia para apresentação de slides e áudio. Todos os materiais utilizados nas oficinas tinha o formato digital, sendo que não foi produzido nenhum material impresso.

A preparação de conteúdos para as oficinas foi feita com base nas edições anteriores na OLINFU, que incluíam apresentações de slides, apostilas e manuais do software Scratch, utilizado nas aulas. Porém, esses conteúdos foram parcialmente modificados, para se adequarem ao público-alvo nesta edição.

As oficinas foram planejadas e ministradas de maneira que todos os participantes tivessem o mesmo roteiro e conteúdo de aula. A metodologia foi proposta desta forma para não haver desigualdade de aprendizado entre as turmas, oportunizando desta forma um equilíbrio na competição. Porém, quando a escola solicitava mais de uma oficina para a mesma turma, houve a disponibilização de conteúdos e exercícios complementares. As oficinas tiveram como meta também servir de base para todos os competidores da OLINFU, o que justifica a adoção de um conjunto de materiais e exercícios comuns para diferentes turmas e escolas.

O conteúdo abordado na primeira etapa da oficina envolvia noções de lógica, conceitos de algoritmo com Scratch, um passo a passo do desenvolvimento de jogos e animações, conceitos de tipos de dados, operadores (aritméticos e lógicos), comandos de entrada e saída de dados, estruturas de controle (sequencial, seletiva e repetitiva) e por fim o desenvolvimento de um jogo simples com labirintos envolvendo todos os tópicos vistos na aula.

Na segunda etapa da oficina, que poderia ser solicitada pela escola, o conteúdo abordado era mais aprofundado, incluindo o estudo de variáveis, que se constituem em um importante recurso de programação.

## A ELABORAÇÃO DAS PROVAS

Com o intuito de preparar os competidores para eventos maiores, as provas da OLINFU foram baseadas na Olimpíada Brasileira de Informática, as questões propostas foram adaptadas a para serem desenvolvidas do software Scratch. Foram pesquisadas questões desenvolvidas em anos

anteriores nas competições nacionais e a partir destas foram elaboradas as questões propostas na prova realizada em 2011.

As provas foram divididas em duas modalidades, iniciação e programação. A modalidade iniciação foi aberta para alunos do ensino fundamental e apresentava questões com um nível de complexidade menor. Já na modalidade programação, que foi realizada por alunos do ensino médio, os problemas propostos eram mais complexos. Entretanto, embora com níveis de dificuldades diferentes, ambas as provas buscavam desenvolver os conhecimentos fundamentais de lógica de programação e avaliar o seu emprego em problemas que exigiam raciocínio lógico e abstração por parte dos competidores.

Visando a estimular a resolução destes problemas em equipe e em função das dificuldades observadas nos alunos, a competição foi realizada em duplas. Desta forma cada dupla de alunos deveria resolver a questão e submeter o arquivo correspondente ao jogo ou animação desenvolvida. Cada dupla teve acesso a uma pasta de vídeos, mostrando como deveriam ficar as animações após serem desenvolvidas no Scratch. Nesta pasta também foi disponibilizado o manual do Scratch desenvolvido pelo projeto e os materiais utilizados nas oficinas. A disponibilização destes materiais teve como objetivo auxiliar na realização da prova, além de contribuir com a capacidade de pesquisa e adaptação de soluções existentes por parte do aluno.

Cada prova era composta por orientações gerais, identificação dos competidores e três questões. Entre elas uma questão de programação e duas de raciocínio lógico e programação. As questões abordaram temas transversais, como a preservação do meio ambiente e o combate a dengue. Está última pode ser vista no texto abaixo.

### QUESTÃO 3 – PROVA PARA O ENSINO MÉDIO

“Combate a Dengue

3. Agentes de combate a dengue de um município da região terão que visitar cinco casas em busca de focos do mosquito. As casas são denominadas F, G, H, L e M. Deve ser feito um plano de ação determinando a ordem em que as casas são visitadas. Para isso consideram-se as seguintes condições:

- A casa F deve ser uma das três primeiras a serem visitadas.
- A casa H deve ser visitada imediatamente antes da casa G.
- A casa L não pode ser a primeira nem a quinta casa a ser visitada.
- A casa M deve ser a primeira ou a quinta a ser visitada.

Marque abaixo qual das seguintes opções é uma lista completa e correta da ordem que as cinco casas devem ser visitadas? (1 ponto)

- (A) F, H, L, G e M.
- (B) H, G, F, L e M.
- (C) L, F, H, G e M.
- (D) M, F, D, H e G.
- (E) M, L, H, G e F.

Desenvolva uma animação correspondente a situação acima no software Scratch. Na animação há o coordenador e o funcionário que visita as casas. O funcionário pergunta qual a casa que deve visitar e o usuário informa a letra da casa. Se a casa informada não for a correta na ordem

selecionada acima, o coordenador informa que terá que iniciar novamente e a animação finaliza, neste caso o usuário deve iniciar novamente, clicando no botão verde. (2,5 pontos)

Dica: O vídeo de demonstração, as figuras e sons estão na pasta chamada "Combate a dengue" que se encontra na pasta "Prova" que por sua vez está na área de trabalho deste computador."

### Questão 3 – Prova para o Ensino Fundamental

"Excursão

3 - Uma escola está preparando uma excursão para os alunos. Para levar os alunos foram contratados cinco ônibus, identificados como A, B, C, D e E. Para permitir uma maior escolha dos alunos, os cinco ônibus deverão partir cada um em horário diferente, seguindo as seguintes restrições:

- Os ônibus devem partir sábado, nos seguintes horários: 6:00, 7:00, 8:00, 9:00 e 10:00.
- O ônibus A deve ser um dos três primeiros a sair.
- O ônibus C deve sair imediatamente antes do ônibus B.
- O ônibus D não deve ser o primeiro nem o último a sair.
- O ônibus E deve ser o primeiro ou o quinto a sair.

Marque a alternativa abaixo que corresponde a ordem correta de saída dos ônibus. (0,5 ponto)

- (A) C, B, A, D e E.
- (B) A, D, E, H e C.
- (C) C, A, B, D e E.
- (D) A, B, C, D e E.
- (E) D, E, A, C e B.

Desenvolva uma animação no Scratch para mostrar os ônibus parados na rodoviária e uma fiscal que autoriza a saída. Ao iniciar a animação a fiscal indica a ordem que os ônibus devem partir, conforme a opção escolhida acima. A partida do ônibus deve se ao dar o clique do mouse sobre o mesmo. O ônibus deve partir e chegar ao final do cenário. (3 pontos)

**Dica:** O vídeo de demonstração, as figuras e sons estão na pasta chamada "Excursão" que se encontra na pasta "Prova" que por sua vez está na área de trabalho deste computador."

Para a modalidade de iniciação, as questões propostas foram elaboradas com o objetivo de desenvolver o lado criativo dos competidores, dando-lhes tarefas voltadas para os detalhes nas animações criadas. Já para a modalidade programação, as questões tinham um nível mais elevado de dificuldade e envolviam muito raciocínio lógico e a programação de personagens. O tempo para resolver as provas era de três horas.

## CONCLUSÃO

Com a realização da Olimpíada de Informática da Univates (OLINFU) é possível aproximar os conhecimentos desenvolvidos nos cursos de graduação, principalmente na área de algoritmos e programação da realidade vivenciada por alunos do ensino médio e fundamental. Observando alunos que ingressam em cursos relacionados a Tecnologia Informação pode-se constatar que os mesmos possuem pouco conhecimento prévio sobre o conteúdo praticado em disciplinas como algoritmos e programação de computadores.

A partir desta constatação o desenvolvimento de um projeto que tem como objetivo a exposição e prática de lógica de programação já nos níveis de ensino fundamental ou médio é uma alternativa que visa contribuir para que alunos que ingressem futuramente em cursos de computação já apresentem um nível mínimo de conhecimento na área.

Os resultados da III OLINFU, as atividades realizadas permitem concluir que o envolvimento de escolas e alunos tem sido o crescente e que existe um interesse por parte destes por atividades que expandam a utilização dos recursos computacionais disponíveis. A terceira edição da OLINFU contou com mais de 150 competidores, nas duas modalidades da olimpíada e aproximadamente 200 alunos e professores participantes das oficinas.

Cabe ressaltar ainda que algumas dificuldades ainda precisam ser superadas para ampliar e difundir mais os conhecimentos citados. A falta de professores qualificados para acompanhar e multiplicar os conteúdos trabalhados é um empecilho para a participação de muitas escolas. A falta de uma infraestrutura adequada, de laboratórios em algumas instituições também pode ser considerado um problema para o sucesso deste projeto.

Apesar das dificuldades acredita-se que a continuidade do projeto e a divulgação do mesmo entre escolas acompanhada da evolução da Tecnologia da Informação permitirá obter resultados cada vez mais consistentes nas próximas edições.

## REFERÊNCIAS

CARUSO NETO, José André. **Processamento de dados:** para as áreas de ciência da computação e tecnologia em processamento de dados. Atlas. São Paulo, 1999.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração:** teoria, processo e prática. São Paulo: Makron Books, 1994.

CORMEN, Thomas H., LEISERSON, Charles E., RIVEST, Ronald L., STEIN, Clifford. **Algoritmos:** teoria e prática. Editora Campus. Rio de Janeiro, 2002.

FORBELLONE, André Luiz Villar. **Lógica de programação:** a construção de algoritmos e estrutura de dados. Makron Books. São Paulo, 2003

MAURI, Teresa. **O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares?** In: COLL, Cesar et. al. O construtivismo na sala de aula 6a. Edição. Editora Ática. São Paulo. Brasil. 2002. pp.79-122.

SCRATCH. Getting Start With Scratch. Disponível em [http://info.scratch.mit.edu/Support/Get\\_Started](http://info.scratch.mit.edu/Support/Get_Started). Acessado em agosto de 2012

VAREJAO, Flavio. **Linguagens de programação:** Java, C e C++ e outras - conceitos e técnicas . Campus. Rio de Janeiro, 2004.

VIEGAS, Fabian; ASSIS, Gilda Aparecida de. **Algoritmos.** Novo Hamburgo: Feevale, 2003.

ZIVIANI, Nívio. **Projeto de algoritmos com implementações em Pascal e C. Pioneira.** São Paulo, 2000.

# DESENVOLVIMENTO DE SOBREMESA LÁCTEA SABOR CHOCOLATE ELABORADA COM SORO DE RICOTA

Juliana Elisa Hartmann, Daiana Heisler, Daniel Neutzling Lehn,  
Claucia Fernanda Volken de Souza

**Centro Universitário UNIVATES- Lajeado- RS-Brasil**

**Abstract:** *This study aimed to verify the technical feasibility of using ricotta whey for developing dairy dessert. For the development of dessert were used the following ingredients: cocoa, sugar, corn starch, gelatin and collagen. Approximately 40 formulations were prepared by varying the quantities of these ingredients. Of this total, four had sensory characteristics similar to the commercial product. Were performed analyses physicochemical, rheological and sensory of the commercial formulation and the prepared formulations. The results indicate that ricotta whey can be exploited for the development of dairy products, reducing its environmental impact.*

**Resumo:** *O presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade técnica de utilizar o soro de ricota para o desenvolvimento de sobremesa láctea. Para o desenvolvimento da sobremesa foram usados os seguintes ingredientes: cacau, açúcar, amido de milho, gelatina e colágeno. Foram elaboradas aproximadamente 40 formulações, variando as quantidades destes ingredientes. Deste total, quatro apresentaram características sensoriais semelhantes ao produto comercial. Foram realizadas análises físico-químicas, reológicas e sensoriais da amostra comercial e das formulações elaboradas. Os resultados indicam que o soro de ricota pode ser aproveitado para o desenvolvimento de produtos lácteos, diminuindo seu impacto ambiental.*

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de leite e derivados tem produção expressiva no Rio Grande do Sul, segundo estado de maior produção do país, com mais de 9 milhões de litros de leite gerados diariamente. No Vale do Taquari este setor também se destaca pelo volume produzido, em torno de 20% da produção estadual (Emater, 2012).

A indústria de laticínios produz diversos tipos de queijos, gerando um subproduto, denominado soro de queijo. O mesmo pode ser definido como a parte líquida resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas. Estima-se que para cada 10 litros de leite coagulado na fabricação de queijos sejam produzidos de 6 a 9 litros de soro de queijo. Tendo em vista seu valor nutricional e o custo necessário para o seu tratamento, caso seja tratado como efluente, fazem-se necessárias técnicas que permitam o desenvolvimento de produtos de valor comercial [OLIVEIRA, 2009].

Tradicionalmente o soro de queijo é utilizado na alimentação animal, ou mesmo lançado sem tratamento adequado em ambientes hídricos, ocasionando grande poluição ambiental, devido a alta quantidade de Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O.) do soro (30 a 45 g/litro) [LUQUET, 1985].

Entre as alternativas para o aproveitamento do soro de queijo incluem-se: a produção de ricota, bebidas lácteas, soro em pó, concentrado proteico e lactose. Em grande parte dos laticínios, o soro proveniente da elaboração de queijos é utilizado para a fabricação da ricota [RAMOS, 2010].

Este produto é obtido a partir da precipitação das proteínas do soro de queijo na presença de calor e ácidos orgânicos. A sua produção é uma alternativa viável sob os aspectos ambientais e econômicos para os laticínios, pois possibilita que o soro de queijo, considerado resíduo, seja empregado na obtenção de um produto de valor agregado [FOSCHIERA, 2004]. Na fabricação da ricota é gerado o soro de ricota, que entre os subprodutos da indústria de laticínios, é o de maior importância, tanto pelo volume gerado como pela carga poluidora, que se lançada em corpos hídricos pode causar um grave problema ambiental [SANSONETTI et al., 2009]. Por sua composição nutricional, este pode ser aproveitado na elaboração de produtos lácteos.

A partir disso, o presente trabalho se propõe a verificar a viabilidade técnica de produção de uma sobremesa láctea cremosa pronta para consumo sabor chocolate, a base de soro de ricota, verificando sua composição nutricional e aceitação junto a provadores não treinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. MATERIAL**

Este estudo foi realizado nos Laboratórios de Química no Centro Universitário UNIVATES.

O soro de ricota foi doado pela empresa LACMAX de Marques de Souza. O açúcar, o cacau, a gelatina, o amido, o leite condensado, o creme de leite, o leite integral e o corante foram adquiridos no comércio local de Lajeado. O colágeno foi doado pela empresa Luchebras e a goma guar pela empresa Sabormax. O soro de ricota utilizado foi proveniente do soro de queijo lanche devido ao seu valor proteico.

### **2.2. ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES**

Para o desenvolvimento da sobremesa, os seguintes ingredientes foram pesados e misturados: cacau, açúcar, amido de milho, gelatina e colágeno. O soro de ricota e o leite integral foram misturados e em seguida adicionou-se a goma guar, sendo a mistura aquecida até 60 °C, quando então foram adicionados e homogeneizados os ingredientes secos. Depois foi adicionado o leite condensado, o creme de leite e o corante caramelo. Foram elaboradas aproximadamente 40 formulações, variando as quantidades destes ingredientes. Deste total, quatro apresentaram características sensoriais semelhantes ao produto comercial. A Formulação A continha 12,5% de leite condensado e 6% de açúcar. A Formulação B, 14% de leite condensado e 4,5% de açúcar. As Formulações C e D foram as amostras A e B adicionadas de 8,75% de creme de leite. Todas as formulações continham o mesmo percentual de soro de ricota que foi de 59,25%.

As Formulações A, B, C e D, mais a amostra comercial (Formulação E) foram submetidas a avaliações sensoriais, físico-químicas e reológicas.

### **2.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS**

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas e reológicas: umidade, cinzas, proteínas, lipídios, atividade de água, pH, viscosidade e sinerese das quatro formulações e de uma amostra comercial, conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A umidade foi realizada em estufa a 105 °C até peso constante; as cinzas (matéria mineral) por incineração em forno mufla a 550 °C; os lipídeos pelo método de butirômetro; a proteína através da determinação do teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl e convertido em proteína bruta pelo fator 6,38 (derivados lácteos).

A sinerese foi realizada em centrífuga, com temperatura controlada de 4 °C e rotação de 3500 rpm, por 15 minutos. O índice de sinerese, expresso em %, foi obtido pela proporção entre a massa do sobrenadante e a massa total da amostra, multiplicado por 100. A viscosidade foi realizada em viscosímetro digital, com spindle 27 e rotação de 2 rpm .

Todas as análises foram realizadas em duplicata e os resultados expressos pelo valor médio.

## 2.4. ANÁLISE SENSORIAL

As cinco formulações de sobremesas foram submetidas à análise sensorial com 52 provadores não treinados de ambos os sexos, com idades variando de 18 a 70 anos.

A análise sensorial foi realizada utilizando Teste de Aceitação com escala hedônica de 9 pontos que variou desde “desgostei muitíssimo” até “gostei muitíssimo”, para os atributos aparência, sabor, textura e aceitação global. A intenção de compra foi avaliada com uso da escala de cinco pontos, que variou desde “certamente não compraria” até “certamente compraria”. As amostras foram colocadas em copos de plástico transparente descartáveis, codificadas com números aleatórios de três dígitos e servidas aleatoriamente. Para limpeza do palato entre a avaliação das amostras foi fornecida água mineral.

Para a determinação do Índice de Aceitabilidade (IA) das formulações foi adotada a expressão  $IA (\%) = A \times 100/B$ , em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, conforme Peuckert et al. (2010).

O tratamento dos dados foi realizado por Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas das cinco formulações podem ser observados no Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados das análises físico-químicas e reológicas das formulações

Formulação	Cinzas (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Umidade (%)	pH	Sinerese (%)	Viscosidade (cP)
<b>A</b>	0,87	2,00	0,40	74,22	6,06	0,00	56000
<b>B</b>	0,89	2,57	1,00	73,77	6,08	0,00	45500
<b>C</b>	0,87	2,59	1,20	74,82	6,05	21,72	29870
<b>D</b>	0,91	2,89	1,20	72,39	6,03	19,98	25370
<b>E</b>	1,08	3,06	5,00	68,69	6,75	0,00	64750

As formulações elaboradas apresentaram teores de proteína menores em relação à amostra comercial, pois esta não utiliza soro de ricota *in natura*, mas leite fluido e leite em pó. A diferença pode ser justificada pelos teores de proteína do soro de ricota e do leite.

A quantidade de gordura presente nas formulações elaboradas foi maior com o aumento da proporção de creme de leite e leite condensado. Já a amostra comercial possui um maior percentual devido ao uso de leite fluido, leite em pó e creme de leite.

O teor de umidade apresentou pequena variação entre as formulações elaboradas, e a amostra comercial, por não empregar soro *in natura* na formulação teve a menor quantidade de água presente.

A utilização de soro de ricota resultou em formulações com valores de pH mais baixos do que da amostra comercial, pois essa possui em sua composição além do leite, regulador de acidez.

Foi observada sinerese apenas nas Formulações C e D, que continham creme de leite na sua composição.

O valor de viscosidade mais alto foi da amostra comercial. As Formulações C e D, que continham creme de leite, obtiveram os menores resultados, supondo-se que este influenciou no parâmetro.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise sensorial das cinco formulações.

As quatro formulações elaboradas com soro de ricota não diferiram estatisticamente entre si para os atributos sabor, textura e aceitação global. Já para o atributo aparência, as amostras apresentaram diferença significativa.

Tabela 2. Valores médios dos atributos sensoriais das formulações

Atributo/Formulação	A	B	C	D	E
Aparência	7,33±1,43 <sup>b</sup>	7,02±1,60 <sup>bc</sup>	6,25±1,80 <sup>d</sup>	6,61±1,56 <sup>cd</sup>	8,23±1,04 <sup>a</sup>
Sabor	6,23±1,65 <sup>b</sup>	6,05±1,86 <sup>b</sup>	5,84±1,86 <sup>b</sup>	6,03±1,80 <sup>b</sup>	8,07±0,96 <sup>a</sup>
Textura	6,42±1,82 <sup>b</sup>	6,59±1,87 <sup>b</sup>	6,07±1,86 <sup>b</sup>	6,34±1,89 <sup>b</sup>	8,07±1,08 <sup>a</sup>
Aceitação Global	6,40±1,61 <sup>b</sup>	6,30±1,78 <sup>b</sup>	5,92±1,86 <sup>b</sup>	6,15±1,81 <sup>b</sup>	8,13±0,99 <sup>a</sup>

\*a; b; c; d - Médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente a 95% de confiança, conforme Teste de Tukey.

No atributo aparência houve diferenças entre as Formulações A e C, A e D, A e E, B e C, B e E. Essas diferenças podem ser atribuídas ao pouco conhecimento que os provadores tinham sobre o conceito de aparência. Muitos atribuíram esse aspecto somente para a cor, sem analisar outros pontos, como brilho e consistência. As Formulações A e B, que não diferiam muito em sua formulação, com consistências parecidas, não apresentaram diferenças significativas entre si. Já as formulações C e D que continham creme de leite na sua formulação, apresentaram menor viscosidade, sendo consideradas pelos provadores como as de aparência menos apreciadas.

Para o atributo sabor, não se observou diferença estatística entre as Formulações A, B, C e D, provavelmente pelo fato de as amostras terem a mesma formulação base, diferenciando somente no teor de leite condensado e açúcar.

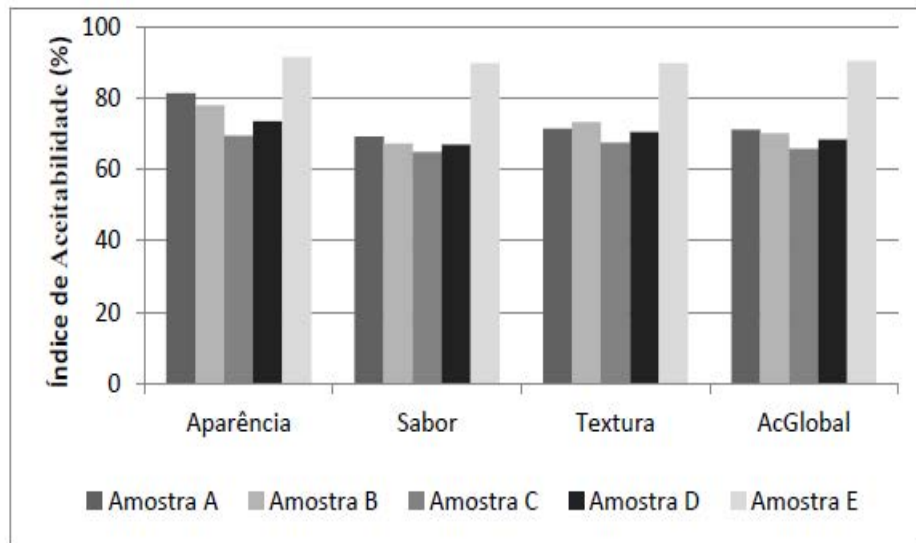
Para o atributo textura, a melhor nota foi para a amostra comercial (Formulação E), enquanto que as demais amostras não diferiram estatisticamente entre si, pois elas continham os mesmos ingredientes espessantes, o amido e a goma guar, e na mesma proporção em todas as formulações.

A aceitação global também foi um atributo no qual não houve diferença estatística entre as amostras formuladas (A, B, C e D), pois os provadores na sua maioria entenderam aceitação global como textura e cor. Neste caso, obtiveram-se texturas e cores semelhantes que não diferiram entre si em todas as formulações.

A Figura 1 apresenta os resultados de Índice de Aceitabilidade (IA) para cada atributo avaliado.



**Figura 1.** Resultados do Índice de Aceitabilidade das formulações

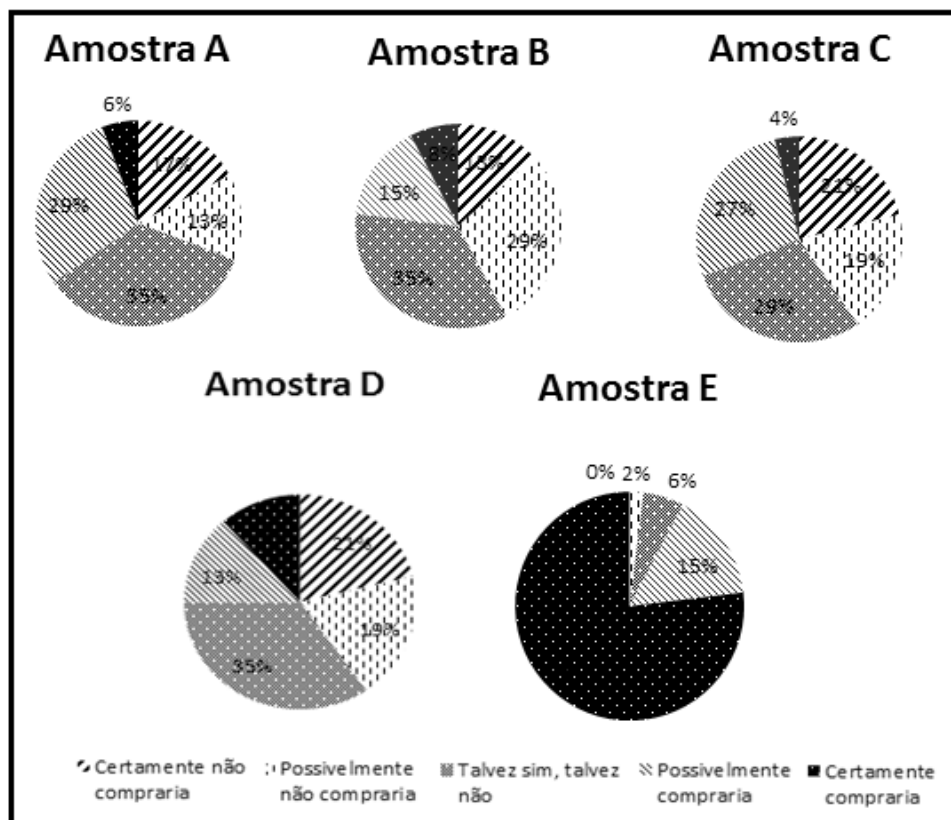


Pode-se observar que para todos os atributos, o IA foi maior para a Formulação E (comercial). Segundo Teixeira et al. (1987), para que um produto seja aceito comercialmente, deve apresentar IA superior a 70%, o que foi alcançado no atributo aparência e aceitação global para as formulações A e B e no atributo textura para as formulações A, B e D.

A Figura 2 apresenta os resultados da intenção de compra das cinco formulações.

Das quatro formulações elaboradas com soro de ricota, as formulações A e C apresentaram maior frequência da resposta “possivelmente compraria”, provavelmente devido ao fato de apresentarem maiores teores de açúcar em sua composição.

**Figura 2.** Resultados da intenção de compra das formulações



#### 4. CONCLUSÃO

A substituição do leite pelo soro de ricota na fabricação de derivados lácteos representa uma possibilidade de agregação de valor a um subproduto, uma redução de custos de fabricação, além de ser uma forma tecnicamente viável para o aproveitamento deste resíduo que apresenta excelente valor nutricional, reduzindo o problema de poluição por descarte inapropriado do mesmo.

A partir dos dados deste trabalho pode-se concluir que o soro de ricota é um subproduto tecnicamente viável para a elaboração de produtos lácteos, pois proporciona ao produto baixa quantidade de gordura.

#### 5. REFERÊNCIAS

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, Emater. Comunicação Pessoal, 2012.

FOSCHIERA, J. L. **Indústria de Laticínios**. Porto Alegre: Suliani, 2004, p. 88.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LUQUET, F. M.; ROMEIRO, V. **O leite. VOL. 2. Leites, queijos e produtos lácteos**. Apartado: Europa-America, 1985.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

PEUCKERTt, Y.P.; VIEIRA, V.B.; HECKTHEUER, L.H.R.; MARQUES, C.T.; ROSA, C.S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos & Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 147-152, 2010.

RAMOS, T. M. **Produção de xarope de lactulose a partir do soro de ricota e seu emprego em iogurte e queijo quark**. 99 p. Dissertação. Universidade Federal de Lavras, 2010.

SANSONETTI, S. et al. Bio-ethanol production by fermentation of ricotta cheese whey as an effective alternative non-vegetable source. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, p. 1687–1692, 2009.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. (1987) **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. UFSC. 1987, p. 180.

# DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROQUÍMICA DO $\alpha$ -TOCOFEROL POR VOLTAMETRIA CÍCLICA

Laís Bresciani<sup>1</sup>, Elisa Paludo<sup>2</sup>, Simone Stulp<sup>3</sup>

Núcleo de Eletrofotokuímica e Materiais Poliméricos, UNIVATES – Lajeado – RS.

laisbresciani@gmail.com, elisa.paludo@hotmail.com, stulp@univates.br

**Resumo:** O  $\alpha$ -tocoferol, componente da vitamina E, é um antioxidante capaz de diminuir ou bloquear as reações de oxidação induzidas pelos radicais livres nas membranas biológicas. Encontra-se em grande quantidade nos lipídeos, e evidências recentes sugerem que essa vitamina impede ou minimiza os danos provocados pelos radicais livres associados com doenças específicas, incluindo o câncer e o envelhecimento. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma avaliação voltamétrica para determinar o comportamento eletroquímico do  $\alpha$ -Tocoferol para posterior estudo da aplicação de iontoforese no sistema dérmico, avaliando a permeabilidade na pele.

**Abstract:** The  $\alpha$ -tocopherol is a component of vitamin E, and is an antioxidant able to reduce or block the oxidation reactions induced by free radicals in biological membranes. It is found in large amounts in lipids, and recent evidence suggests that this vitamin prevents or minimizes damage by free radicals associated with specific diseases, including cancer and aging. Therefore, the aim of this study was to perform an assessment to determine the voltammetric electrochemical behavior of  $\alpha$ -tocopherol to further study the application of the iontophoresis system and skin permeability.

## 1. INTRODUÇÃO

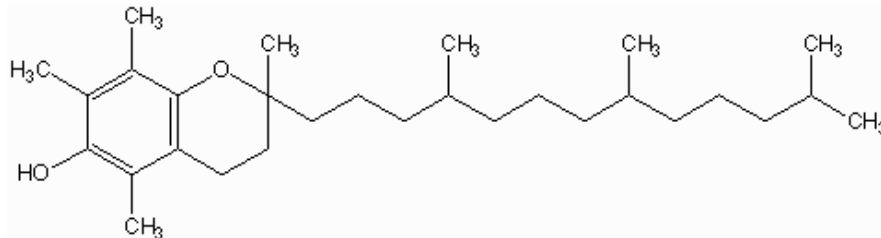
A voltametria cíclica é um método muito eficiente quando se deseja conhecer a eletroatividade de compostos. Normalmente, utiliza-se uma célula convencional composta por um sistema de três eletrodos: um de trabalho, um de referência e um auxiliar, imersos em solução mantida em condição imóvel. O eletrodo de trabalho, onde ocorre a reação de interesse, é considerado o mais importante e pode ser composto de diferentes materiais, tais como carbono, platina, prata, ouro, dentre outros. O eletrodo de referência permite o monitoramento do potencial eletroquímico do eletrodo de trabalho e a corrente necessária para sustentar a reação tem relação com o eletrodo auxiliar. O método consiste em aplicar ao eletrodo de trabalho um potencial que varia continuamente, ocorrendo reações de oxidação e/ou de redução de espécies eletroativas na solução. Os parâmetros experimentais são controlados por um potenciostato. [1]

A pele é o maior órgão do nosso corpo, e encontra-se exposta às fontes geradoras de radicais livres, como a radiação ultravioleta, radiação ionizante e poluentes do ar. O dano causado por esses radicais livres tem como consequência o envelhecimento e o câncer de pele. Diante disso, a aplicação de antioxidantes torna-se muito importante na prevenção do dano oxidativo à pele [2].

A iontoforese, termo grego que significa transferência iônica, é um recurso terapêutico que consiste na utilização de corrente elétrica para introduzir íons nos tecidos do corpo. É uma técnica não invasiva, baseada na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade, facilitando a liberação de fármacos da pele [3].

Dentre as substâncias que vem sendo utilizadas com a técnica da iontoforese destaca-se o  $\alpha$ -tocoferol (Figura 1), um antioxidante capaz de captar o oxigênio livre decorrente do metabolismo celular, impedindo sua ligação com radicais livres.

**Figura 1:** Estrutura química do  $\alpha$ -Tocoferol.



Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de voltametria cíclica, o comportamento eletroquímico do  $\alpha$ -tocoferol para posterior estudo da aplicação da iontoforese no sistema e também para determinar a permeabilidade do  $\alpha$ -tocoferol na pele.

## 2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização das análises foi utilizado  $\alpha$ -tocoferol da marca DELAWARE 1% com gel de hidroxietilcelulose manipulado em farmácia de manipulação (Baseggio). Este gel é utilizado para produzir formulações com diferentes viscosidades e sua capacidade de dissolução não é afetada pela presença de íons no sistema. [4]

Nos experimentos voltamétricos com as amostras de  $\alpha$ -tocoferol com gel de hidroxietilcelulose, utilizou-se uma célula eletroquímica de três eletrodos (Figura 2), sendo o eletrodo de trabalho um eletrodo de platina ( $12,5 \text{ cm}^2$ ), como eletrodo de referência um fio de prata e um fio de platina como eletrodo auxiliar. O intervalo de potencial foi de  $-0,3 \text{ V}$  a  $1,2 \text{ V}$  e a velocidade de varredura de  $10 \text{ mV/s}$ . Todos os experimentos foram realizados em triplicata. As análises voltamétricas foram realizadas em um potenciostato Autolab/PGSTAT 128N da Autolab/Eco Chemie.

**Figura 2:** Célula Eletroquímica utilizada.

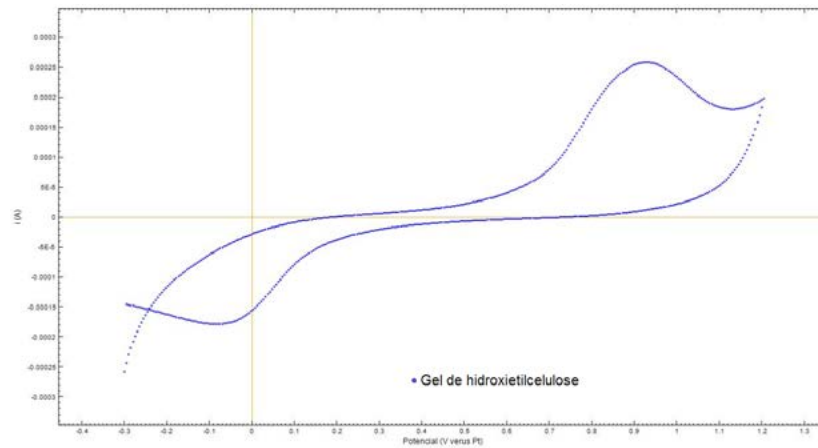


Para melhorar o sinal do eletrodo de platina, entre uma varredura e outra, foram feitas varreduras com  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,1\text{M}$  e para melhorar o sinal do eletrodo de prata deixou-se submerso em  $\text{HNO}_3$   $0,1\text{M}$  alguns minutos.

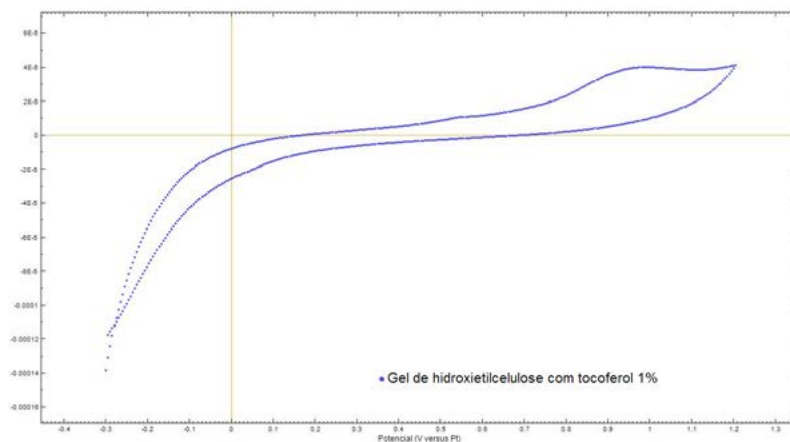
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas voltametrias sobre platina em sistemas contendo apenas gel de hidroxietilcelulose e voltametrias sobre platina com gel de hidroxietilcelulose com adição de  $\alpha$ -tocoferol 1% (Figura 3 e 4). Na Figura 5, tem-se a sobreposição voltamétrica dos sistemas gel e gel+ $\alpha$ -tocoferol.

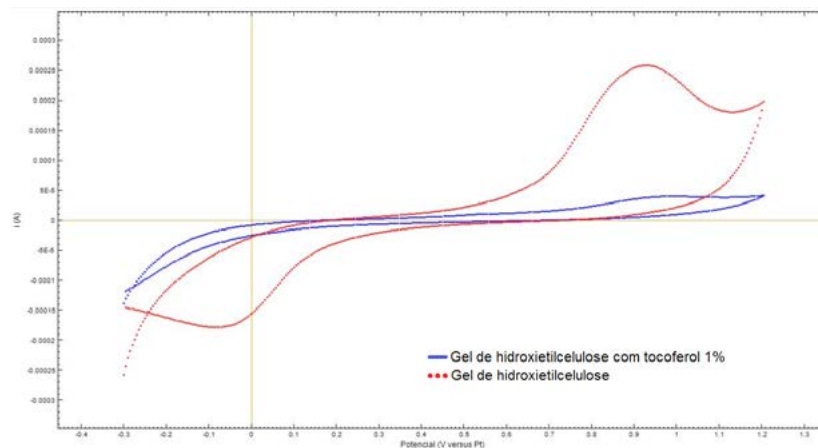
**Figura 3:** Voltametria Cíclica da platina em sistema contendo Gel Hidroxietilcelulose,  $v = 10$  mV/s.



**Figura 4:** Voltametria Cíclica da platina em sistema contendo Gel Hidroxietilcelulose e  $\alpha$ -tocoferol,  $v = 10$  mV/s.



**Figura 5:** Sobreposição voltamétrica de experimentos sobre platina, do sistema somente com gel de hidroxietilcelulose, e este acrescido de  $\alpha$ -tocoferol 1%,  $v = 10$  mV/s.



Com base na avaliação das Figuras 3, 4 e 5, verifica-se que o gel de hidroxietilcelulose, possui um comportamento eletroquimicamente ativo, em potenciais em torno de 0,75 V, e que quando a este sistema é adicionado alfa  $\alpha$ -tocoferol, este pico é reduzido, podendo ser devido a efeitos adsortivos, e o mesmo é deslocado para 0,8 V, em função da presença do  $\alpha$ -tocoferol no sistema. [5] Desta forma, verifica-se ser possível avaliar a presença eletroativa do tocoferol em meio gel, sendo que em etapa posterior do estudo, a mesma avaliação será realizada em sistemas com e sem a aplicação de iontoforese.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o  $\alpha$ -tocoferol possui um comportamento eletroquímico ativo, com pico de oxidação em 0,80V, em meio contendo gel de Hidroxietilcelulose. Com isso, o próximo estudo será aplicar a iontoforese no sistema para analisar o comportamento do gel hidroxietilcelulose sem e com  $\alpha$ -tocoferol submetido à corrente elétrica.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Univates.

#### 6. REFERÊNCIAS

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Pioneira São Paulo. 2006.

ROPKE, C. D.; **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** v. 39, n. 2, abr./jun., 2003.

GRATIERI T., GELFUSO M. G., LOPES V. F. R., **Química Nova**, v. 31, 2008.

GUO, J. H.; SKINNER, G. W.; HARCUM, W. W.; BARNUM, P. E.; **Pharm. Sci. Technol. Today**, 1, 254, 1998.

T. Galeano Diaz, I. Durán Merás, A. Guiberteau Cabanillas, M.F. Alexandre Franco. **Analytica Chimica Acta**, 2004.

## DIMENSIONAMENTO DE SUSPENSÃO DE UM VEÍCULO MINI BAJA

Isaías Bottega Zagonel, Guilherme Leite Lago, Antônio Amaro Cruz Rosa, Ronaldo Cesar Tremarin<sup>1</sup>

**Resumo.** Este artigo descreve um estudo sobre a suspensão dianteira de um veículo Mini Baja, ou seja, um veículo tipo fora de estrada para competições da Baja SAE. A suspensão deve cumprir com uma série de objetivos definidos pela Equipe Baja Univates, de modo que o seu desempenho na competição Baja SAE Brasil seja satisfatório. O artigo descreve também, o método utilizado pela equipe para obter a melhor localização de acordo com o centro de rolagem, para a fixação dos braços da suspensão dianteira.

### 1. INTRODUÇÃO

O Baja SAE é uma competição mundialmente conhecida, surgiu na Universidade da Carolina do Sul, nos Estados Unidos em 1976 e teve sua primeira atividade no Brasil no ano de 1991 e a primeira competição nacional em 1995, na cidade de São Paulo. A partir do ano de 1997, a SAE Brasil passou a realizar eventos em vários estados do país, através de suas Seções Regionais, sendo que as equipes melhores colocadas nas etapas regionais garantem uma participação na Competição Nacional (SAE Brasil, 2012).

O Baja SAE é disputado entre instituições de ensino superior, sendo um desafio para os estudantes de engenharia, onde os mesmos podem aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, capacitando-os para o mercado de trabalho.

A competição Baja SAE promove a avaliação comparativa dos projetos, que são pontuados em provas estáticas e dinâmicas. Na avaliação estática, são julgados os projetos em três partes: Inspeção Técnica e de Segurança, Verificação do Motor e Avaliação do Projeto.

Já na avaliação dinâmica, as equipes submetem seus projetos a diversos testes de desempenho, como: Aceleração, Velocidade Máxima, Tração, "*Suspension and Traction*" (Suspensão e Tração), além do Enduro de Resistência. O Enduro de Resistência é a prova que envolve o maior número de pontos e é decisiva para a colocação geral da equipe. A equipe deve completar o maior número de voltas durante um período de quatro horas, num terreno irregular e com muitos obstáculos.

O projeto Baja, da Equipe da Univates, consiste na elaboração de um veículo fora de estrada, tipo mini baja, para a Competição Baja SAE Brasil. O protótipo é desenvolvido por alunos do curso de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia de Controle e Automação e envolve o desenvolvimento do projeto desde sua concepção, passando por um projeto detalhado até a sua construção.

Este artigo tem como objetivo um estudo da suspensão para o Mini Baja e com base neste estudo teórico, definir qual a melhor suspensão a ser usada no Baja.

Através das análises das variáveis construtivas e de funções matemáticas pode-se calcular qual melhor lugar no chassi para a fixação dos braços da suspensão, com ênfase na obtenção do menor centro de rolagem possível, garantindo um melhor contato do pneu do Baja com o solo e maior estabilidade.

<sup>1</sup> Centro Universitário UNIVATES - izagonel@yahoo.com.br; gui\_llago@hotmail.com; antonioacrosa@gmail.com; ronaldokt@univates.br

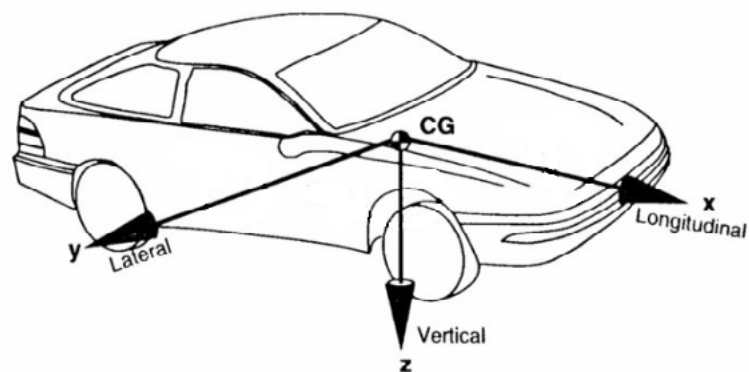
## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para um bom entendimento dos conceitos do artigo, serão abordados assuntos essenciais ao desenvolvimento do projeto da suspensão. Assim sendo, é fundamental o conhecimento dos sistemas de coordenadas (x,y,z) afim de poder descrever as diversas direções de interesse no veículo.

### 2.1 SISTEMAS DE COORDENADAS

O sistema de coordenadas utilizado é definido pela SAE *International*, entidade associada aos veículos automotores, que padronizou o sistema, tornando-se um facilitador da comunicação e uniformidade entre as fontes de informação. O mesmo é demonstrado na Figura 1:

**Figura 01.** Sistema de Coordenadas

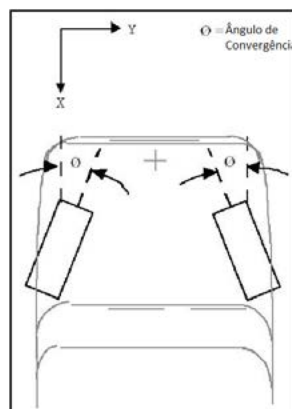


### 2.2 CONVERGÊNCIA, CÁSTER E CÂMBER

Na suspensão de um veículo, existem três parâmetros principais que influenciam no comportamento da suspensão e direção do veículo: convergência, ângulo de cáster e ângulo de câmber.

Conforme Bosch (2005), a convergência (do inglês *toe angle*) é o ângulo entre o eixo longitudinal do veículo e o plano médio dos pneus. A convergência afeta a estabilidade direcional e o desempenho do veículo em curva. Quando as rodas estão apontadas para dentro conforme a Figura 2 diz-se que as mesmas estão convergentes e quando estão apontadas para fora, as rodas apresentam divergência. Enquanto a convergência aumenta a estabilidade direcional, a divergência melhora o comportamento do veículo em curva.

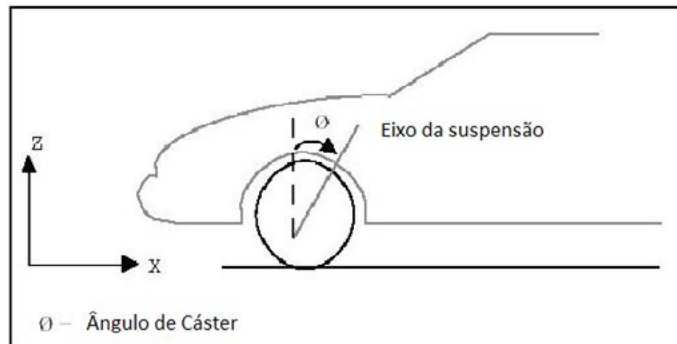
**Figura 2.** Ângulo de convergência





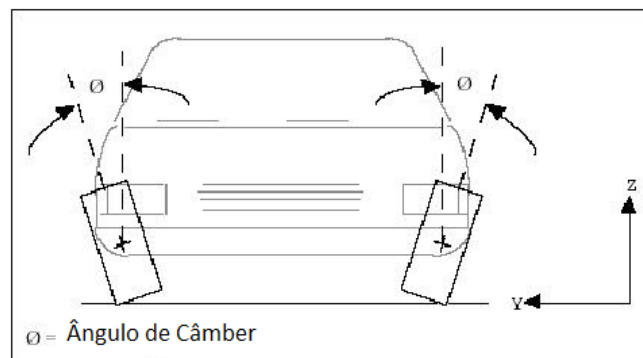
O ângulo de cáster é visualizado na vista lateral, e é formado entre o eixo de esterçamento (coluna da suspensão e bandejas) e o eixo vertical do veículo. É positivo quando o eixo está inclinado para a traseira do veículo. Conforme Micheletti (2011), o cáster positivo apresenta tendência a alinhar os pneus dianteiros, seja na saída de uma curva ou quando o veículo se movimenta em linha reta. O mesmo é melhor visualizado na Figura 3:

**Figura 3.** Ângulo de Cáster



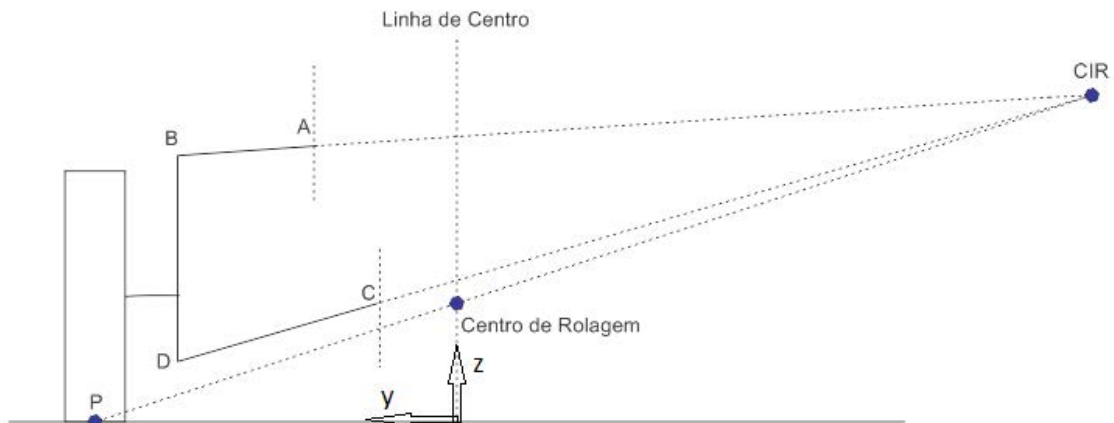
O ângulo de câmbor, ou cambagem, é a inclinação do eixo da roda comparada a linha vertical, perpendicular ao solo. O mesmo é diretamente relacionado à força lateral que o pneu consegue gerar, sendo fundamental seu ajuste para o máximo de contato do pneu com o solo em qualquer situação. A cambagem é considerada positiva quando a parte de cima do pneu inclina-se para fora do veículo, conforme Figura 4.

**Figura 4.** Ângulo de Câmbor



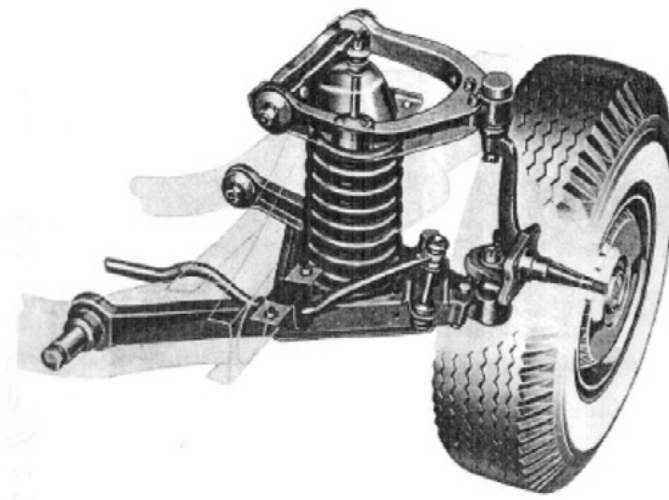
### 2.3 CENTRO DE ROLAGEM

De acordo com Monteiro (2012), caracteriza-se centro de rolagem ou *Roll Center* (RC) o ponto, na vista frontal, na qual a massa suspensa do veículo inclina quando o veículo realiza uma curva, ou seja, o ponto onde são aplicadas as forças laterais do pneu na curva. É a o ponto de encontro entre a linha de centro (linha que divide o veículo ao meio) com a linha que liga o ponto de contato do pneu (P) e o centro instantâneo de rotação da roda (CIR). Conforme Figura 05.

**Figura 5.** Centro de Rolagem

## 2.4 DUPLO A

A suspensão do tipo duplo "A" (do inglês *Double-wishbone*) é muito utilizado na dianteira de camionetes, veículos fora de estrada e de veículos mais antigos como Chevette, Corcel, Opala. Consiste basicamente de um braço superior e outro inferior que fazem a ligação entre o chassi e a roda. De acordo com a Figura 06:

**Figura 06.** Suspensão Duplo A

Conforme Costa (2006), entre as vantagens do sistema, destaca-se a robustez, o curso útil longo, a pouca variação da bitola e da cambagem. Além da possibilidade de ajustes dos parâmetros da suspensão: convergência, cáster e câmbier.

## 3 DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa do projeto é definido o modelo de suspensão a ser utilizado na dianteira do baja e o esboço do dimensionamento dos braços de suspensão.

### 3.1 ESCOLHA DA SUSPENSÃO DIANTEIRA E GEOMETRIA

Em uma competição da Baja SAE, a escolha da suspensão, seu dimensionamento e calibração são essenciais para um bom desempenho do projeto.

Para a escolha da suspensão ideal para o projeto, a Equipe da Univates definiu algumas metas que precisam ser atendidas para obter o desempenho desejado. A suspensão deve cumprir:

- pequena variação da cambagem e largura (bitola) durante seu curso útil. Estes parâmetros oscilam durante o uso da suspensão e devem ser o menor possível;
- permitir ajustes de cambagem, cáster e convergência necessários;
- boa transferência de cargas em curvas para que não se perca tração durante a curva;
- confortável para o motorista;
- robusta e resistente;
- curso da suspensão deveria cumprir as exigências do projeto e ser alongado o bastante quanto a necessidade de um veículo fora de estrada, a fim de transpor os obstáculos do percurso da prova.

Através da análise das referências bibliográficas e dos veículos das outras instituições participantes, decidiu-se que a suspensão do tipo duplo A na dianteira cumpriria os parâmetros de desempenho estabelecidos.

### 3.2 DADOS DE ENTRADA

Os dados de entrada definirão as dimensões que servirão de base para o desenvolvimento do projeto e são listados a seguir, na Tabela 1:

**Tabela 1.** Dados de Entrada

Símbolo	Descrição
$B_t$	Bitola
$L_p$	Largura pneu
A	Ponto em que o braço superior faz ligação com o chassi
B	Ponto em que o braço superior faz ligação com a ponta de eixo
C	Ponto em que o braço inferior faz ligação com o chassi
D	Ponto em que o braço inferior faz ligação com a ponta de eixo

### 3.3 CENTRO DE ROLAGEM

Conforme Costa (2006), quanto mais alto o centro de rolagem, maior é ação da força lateral que auxilia na elevação da roda dianteira, o que ajuda no tombamento do veículo. Desta forma, para definir a melhor localização dos pontos de fixação (A,B,C,D) dos braços dianteiros, demonstrados na Figura 05, visando a estabelecer um menor centro de rolagem possível, utilizou-se a Equação 1:

De acordo com Costa (2006), a função que define a altura (Z) do centro de rolagem (RC) pode ser calculada da seguinte maneira:

$$ZRC = ZCIR - YCIR \cdot YP - YCIR \quad (\text{equação principal}) \quad (1)$$

Onde:

$$ZCIR = YC - YA + ZA \delta a - ZC \delta b - 1 \delta a - 1 \delta b \quad (\text{altura do CIR}) \quad (2)$$

$$YCIR = ZC - ZA + \delta a YA - \delta b YC \delta a - \delta b \quad (\text{largura da linha de centro ao CIR}) \quad (3)$$

$$YB-YAZB-ZA\delta a= \quad (\text{variável utilizada nas Equações 2 e 3}) \quad (4)$$

$$YD-YCZD-ZC\delta b= \quad (\text{variável utilizada nas Equações 2 e 3}) \quad (5)$$

$$YD-YC+Lp2=Bt2YP=YB+YD \quad (\text{largura da linha de centro ao ponto P}) \quad (6)$$

$$ZP=ZB+ZD2-Dp2=0 \quad (\text{altura do ponto P}) \quad (7)$$

Para agilizar o desenvolvimento das equações, foi desenvolvido uma planilha no Excel onde os dados de entrada foram inseridos e gerava o dado de saída que era o centro de rolagem. Assim, foram inseridos vários dados de entrada diferentes, buscando-se o menor (RC). Quando chegamos a um dado de saída que ia ao encontro dos objetivos da equipe, utilizaram-se os dados de entrada como pontos de fixação dos braços da suspensão dianteira (A,B,C,D). O mesmo se aplica ao outro lado do veículo (A',B',C',D').

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolver este artigo, buscou-se um assunto que tivesse ligação direta com o desempenho do veículo da Equipe Univates na competição Baja SAE. A suspensão mostrou-se complexa e dependente da configuração correta de uma série de parâmetros e funções matemáticas

Ao realizar a revisão bibliográfica, foi identificada a importância de cada parâmetro de regulagem da suspensão dianteira: a convergência, o câster e o câmber. Estes, por sua vez, foram decisivos na escolha da suspensão dianteira do tipo duplo A, que permite o ajuste necessário de acordo com os objetivos da equipe.

O desenvolvimento da equação foi determinante para a escolha dos pontos (A,B,C,D,A',B',C',D') da suspensão dianteira. Partindo do esboço inicial e com ajuda da planilha desenvolvida, obteve-se uma diminuição do RC em 15mm. Assim, cumpriu a objetivo da equipe de ter um baixo RC, visando a melhor estabilidade e desempenho.

#### 5. REFERÊNCIAS

BOSCH, Robert. **Manual de Tecnologia Automotiva**, Tradução Helga Madjderey, Gunter W.Prokesch, Euryale de J. Zerbini, Suely Pfeferman – São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

COSTA, Vinicius A. da S. **Dimensionamento e Calibração de Suspensão Tipo Duplo A Para Veículo Mini Baja**, São Paulo: USP, 2006, 64 p.

MICHELETTI, Marcelo. **Análise Comparativa da Dirigibilidade de um Veículo na sua Versão com Suspensão Elevada em Ambiente Multicorpos**. Campinas, SP, 2011.

MONTEIRO, Renan D. **Estudo Básico de Uma suspensão do Tipo Duplo A com Ênfase para um Veículo Mini Baja**. São Paulo: USP, 2012, 30 p.

SAE BRASIL. (2012) Disponível em: <[http://www.saebrasil.org.br/eventos/programas\\_estudantis/baja2012/baja.aspx](http://www.saebrasil.org.br/eventos/programas_estudantis/baja2012/baja.aspx)>. Acesso em: 17 jun. 2012.

SOARES, André L.V. **Análise de Conforto e Elastocinemática das Suspensões de Duplo Estágio de Um Veículo de Competição Off Road em Ambientes Multicorpos**. São Carlos: EESCU, 2005.

## HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE PROTEÍNA ANIMAL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mariano Rodrigues (UNIVATES), Lucélia Hoehne (UNIVATES)

**Resumo:** As indústrias de alimentos estão constantemente em busca de produtos nutritivos a partir de matérias primas já existentes, bem como em busca de novas fontes, para atender indivíduos em geral e também aqueles com necessidades especiais. Nesta visão, surgem os hidrolisados proteicos, que podem proporcionar uma alimentação com maior aproveitamento das proteínas. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica da hidrólise enzimática de proteína animal, com o objetivo de auxiliar futuras pesquisas, pois o interesse por esses produtos vem aumentando constantemente. Constatou-se, no fim desta revisão, que existem estudos de hidrolisados enzimáticos proteicos de aves e pescados, sendo que a enzima Alcalase mostra-se eficiente para atingir os objetivos propostos. Novas fontes de proteínas devem se buscadas, para proporcionar produtos nutritivos à população.

**Palavras-chave:** hidrolisados. Enzima. Proteína.

### 1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia de Alimentos tem como principais objetivos oferecer a todos produtos nutritivos, saudáveis e diversificados, obtidos a partir do aproveitamento de recursos nutritivos já conhecidos e procurando buscar novas fontes de alimentos, bem como preparar alimentos para indivíduos com necessidades especiais (ORDOÑEZ, 2005). Estes produtos, provenientes de origem natural ou sintética, devem ser convertidos em alimentos a partir de matérias-primas simples ou complexas, muitas delas em circunstâncias novas. As indústrias alimentícias, através de pesquisadores da área, estão permanentemente criando produtos convenientes, com a presença de nutrientes, tanto para o consumo humano como para outros animais; como por exemplo, a criação de produtos com qualidades especiais a partir da ação de enzimas. Uma melhor qualidade nutricional depende da matéria prima utilizada, elevando seu valor como alimento; matérias-primas com maior rendimento de nutrientes são de interesse industrial, com o intuito de atender as exigências mínimas do organismo no que diz respeito a seu valor nutricional (EVANGELISTA, 2008). Nesta visão, os hidrolisados proteicos vêm sendo utilizados, desde 1940, sob forma terapêutica ou nutricional para pacientes com restrições proteicas ou de nascidos prematuros e também pessoas com alergia a determinadas proteínas. Uma alimentação com hidrolisados proteicos pode proporcionar uma melhor utilização das proteínas, sendo que a disponibilidade de aminoácidos é variável, sendo aplicada hidrólise química ou enzimática, influenciando diretamente nos valores nutricionais dos hidrolisados. O interesse por hidrolisados proteicos vem aumentando pelo fato que porções contendo pequenos peptídeos, especialmente di e tripeptídeos, provenientes da hidrólise parcial das proteínas, são absorvidas da forma mais rápida do que na forma de aminoácidos livres (CARREIRA, 2003). A qualidade da proteína alimentar esta baseada na sua composição de aminoácidos, principalmente essenciais que são: fenilalanina, isoleucina, leucina, metionina, treonina, triptofano, histidina e valina (MARZZOCO; TORRES, 1999). Sendo assim o objetivo deste

trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica de hidrolisados proteicos de origem animal obtidos por via enzimática, com o intuito de auxiliar futuras pesquisas no ramo de alimentos.

## 2. HIDRÓLISE PROTEICA

Hidrolisados são proteínas, que por ação química ou enzimática, são separadas em peptídeos de vários tamanhos, podendo ser utilizado em uma ampla variedade de produtos alimentícios, como substitutos de leite, realçadores de sabor, suplementos proteicos, estabilizadores de bebidas (MARTINS *et al*, 2009).

A hidrólise química ocorre em condições mais agressivas, com baixos rendimentos, de difícil controle, baixos custos e tempo relativamente curto. A hidrólise enzimática, por sua vez, ocorre em condições amenas, as enzimas utilizadas são biodegradáveis, porém os custos ainda são relativamente elevados, apresentam longo tempo de hidrólise, mas em contrapartida originam produtos com altos rendimentos (RODRIGUES, 2009). Além disso, é importante salientar que o uso de enzimas ao invés de solventes diminui os riscos a saúde, visto que o pH fortemente alcalino deve, possivelmente, modificar as propriedades nutricionais das proteínas, bem como as suas propriedades funcionais, pode elevar as chances da racemização dos aminoácidos, promover a destruição dos mesmos e formar subprodutos (SGARBIERI, 1996). É importante relatar que a hidrólise enzimática leva a uma maior exposição de grupos carregados. Além disso, a reação diminui o tamanho molecular e aumenta a hidrofiliabilidade das proteínas, a partir de um aumento na capacidade de formar ligações de hidrogênio com a água, aumentando assim a solubilidade (SATHIVEL *et al*, 2005).

Segundo Pigott (1982) métodos químicos e biológicos são utilizados para realizar a hidrólise, sendo que na prática industrial há predominância na utilização do método químico. O mesmo salienta que quando se deseja produtos com alta funcionalidade e valor nutritivo o método biológico com a ação de enzimas deve ser usado; a extração da proteína a partir do tecido animal pode ser realizada com a utilização de água e solventes orgânicos, por cozimentos, aplicação de altas pressões, secagem e extração a quente de óleo. Segundo Fonkwe (2005) a hidrólise enzimática, além dos fatores anteriormente citados, permite o controle do processo ocasionando a obtenção de produtos com melhores propriedades, além do que esse método é mais simples e eficiente. Adler-Nissen(1986) relata que fatores como reagentes químicos, tipo da enzima e substrato, pH, temperatura, tempo de incubação e concentração da enzima são fatores determinantes para a produção de hidrolisados por via enzimática.

Gaudix *et al*. (2000) enfatiza que a vantagem da hidrólise enzimática sobre a química se deve a fatores como: melhor controle sobre o processo (evitando formação de subprodutos tóxicos), condições moderadas de pH(4-8) e temperatura(40 a 60° C), valor nutricional é mantido, sem a degradação de aminoácidos. No entanto, tal método é bastante lento, necessitando condições de assepsia, para evitar contaminação durante o processo. Várias proteases comerciais, cita o pesquisador, podem ser utilizadas para a hidrólise, sendo que a Alcalase opera numa faixa de pH entre 4 e 11,5 e a uma temperatura entre 50 e 60 °C, atuando sobre a proteína e rompendo a ligação entre os grupos amino e carboxila, que podem estar parcialmente ionizados, dependendo do pH do meio, sendo portando uma ótima alternativa para tal processo.

Para se obter hidrolisados dos aminoácidos alguns fatores devem ser cuidadosamente avaliados no desenvolvimento dos métodos. Fatores esses como pH, temperatura, tipo da enzima, tempo de hidrólise, tipo do substrato, concentração do substrato, relação enzima/substrato e a inativação da enzima no fim do processo são fatores importantes e determinantes na obtenção de hidrolisados com qualidade nutricional (SVENNING *et al*, 1993, CANDIDO, 1998).

Pesquisas relatam que a qualidade da proteína utilizada, o método de hidrólise e o tamanho da cadeia do produto obtido, refletem no valor nutricional do hidrolisado obtido. Os hidrolisados de melhor qualidade devem conter baixo teor de aminoácidos livres e de peptídeos com massa molecular superior a 800 Da, e também elevados teores de di e tripeptídeos (SOARES *et al*, 2004).

Peptídeos antioxidantes de linguado de cauda amarela, foram produzidos por hidrólise enzimática, utilizando pepsina e enzimas intestinais de cavalo, sendo que os aminoácidos foram identificados por HPLC com coluna de octadecilsilano (JUN *et al*, 2004). Também Centenaro (2009) propôs obter hidrolisados de músculo de frango e de corvina, utilizando a enzima Flavourzyme (1 % em relação ao substrato); como resultado o hidrolisado apresentou grau de hidrólise de 46,9 % e o do pescado 59,8 %, concluindo assim que essa protease pode ser utilizada para a hidrólise de produtos cárneos.

Martins *et al* (2009) realizou uma pesquisa para a obtenção de hidrolisados proteicos de pescados, a partir de corvina, utilizando o método químico e enzimático. A extração por via enzimática foi realizada em reator de vidro encamisado, utilizando as enzimas Alcalase e Flavourzyme. Neste estudo constatou-se que a Alcalase promoveu um grau de hidrólise maior, sendo que as condições utilizadas foram: 0,5% de concentração enzima/substrato, 60 °C, pH 8,0 por 60 min.

Kurosawa *et al* (2009) avaliou a influência do pH, temperatura, tempo e relação enzima: substrato na hidrólise enzimática na carne de frango utilizando a enzima Alcalase. O pesquisador cita que diversos relatos foram publicados com a relação à hidrólise enzimática em catla, vísceras de carneiro, moluscos e outros. No seu experimento obteve os hidrolisados propostos, verificando que a temperatura é a variável com maior efeito no grau de hidrólise das suas amostras.

Nas duas últimas décadas houve grande interesse de hidrolisados proteicos pela indústria farmacêutica e alimentícia, para o desenvolvimento de dietas contendo ingredientes funcionais capazes de controlar funções fisiológicas específicas. Há, também, peptídeos capazes de controlar a enzima responsável pela regulação da pressão arterial. Tais peptídeos foram obtidos, por pesquisadores, da soja, da pele de bacalhau utilizando a enzima Alcalase (NEVES *et al*, 2006).

Schmidt (2008) relata em seu trabalho a obtenção de hidrolisados de frango, a partir do peito e da coxa, utilizando as enzimas Alcalase e Flavourzyme. Com a Alcalase, o pesquisador relata ter obtido hidrolisados com maior grau de hidrólise entre 18,6 a 57,4 %. Além disso, os hidrolisados dessa enzima apresentaram maiores valores de digestibilidade, quando comparados ao obtido pelo uso da Flavourzyme. O mesmo relata que a concentração da enzima, concentração do substrato e tempo de hidrólise são importantes variáveis a serem consideradas no processo.

Diversos são os relatos de trabalhos a partir da hidrólise enzimática de proteína de tubarão, salmão, soro de leite, proteína de soja, arenque, capelin, sardinha e soro de leite. Enfatiza-se que a origem da proteína a ser utilizada como matéria-prima e seu respectivo grau de hidrólise devem ser controlados de acordo com as propriedades funcionais que se desejam. Os hidrolisados enzimáticos de corvina foram obtidos, com diferentes graus de hidrólise a partir da enzima comercial Alcalase, confirmando que esta enzima pode ser considerada uma das melhores, para a obtenção de hidrolisados proteicos, conforme outras pesquisas relataram (CENTENARO, 2009).

Dong *et al* (2007) obteve hidrolisados enzimáticos de carpa prateada. Em seu estudo foram utilizadas as enzimas Alcalase e Flavourzyme. O grau de hidrólise foi influenciado pelos fatores como pH e tempo. Além disso, os hidrolisados em questão foram estudados quanto a sua atividade antioxidante, bem como as suas propriedades bioquímicas. Souisse *et al* (2007) obteve hidrolisados de peixe, com cerca de 73 a 75 % de proteínas, com diferentes graus de hidrólise, a

partir da cabeça e víscera da sardinha (*Sardinella aurita*), utilizando a enzima Alcalase; além disso, o hidrolisado apresentou boa atividade antioxidante.

No trabalho de Schmidt e Mellado (2009), os mesmos relatam que a indústria de alimentos vem utilizando a modificação enzimática das proteínas, via enzimática, com o intuito de romper ligações peptídicas; modificando assim as suas propriedades físico-químicas e funcionais sem, no entanto, alterar valor nutritivo. Neste relato, afirmam que as enzimas mais utilizadas para tal fim são as hidrolases, seguida das proteases e lipases; completando que tem sido comprovado por vários pesquisadores, que a Alcalase é a melhor enzima a ser utilizada para tal finalidade. No estudo experimental, destes autores, obtiveram hidrolisados enzimáticos de peito e coxa de frango, com a enzima Alcalase e Flavourzyme, com diferentes graus de hidrólise conforme tempo de reação, relação enzima/substrato. Sendo assim, os mesmos concluíram que a Alcalase promoveu produtos com maior grau de hidrólise, sendo que os mesmos podem ser utilizados como ingredientes alimentícios, observando-se as propriedades funcionais desejadas.

Condições para a hidrólise de proteínas em cabeças de frango foram estudadas por SURÓWKA e FIK (1992). Neste trabalho foi utilizada a enzima Neutrase de *Bacillus subtilis*, obtendo um produto final com 78,1% de proteína total, sendo as condições ideais a 55 ° C e pH 7. O hidrolisado obtido apresentou boa solubilidade, de boa qualidade microbiológica e não tinha sabor amargo.

Bhaskar *et al* (2008) realizou um trabalho para a obtenção de hidrolisados a partir de vísceras de catla (carpa de água doce), estudando o efeito do tempo, temperatura, pH, enzima/substrato. Obteve um grau de hidrólise superior a 50 % utilizando-se a enzima Alcalase, nas condições de 135 min, 50° C, pH 8,5 e 1,5% enzima/substrato. O pesquisador concluiu que o produto obtido tem potencial para ser usado como ingrediente em dietas balanceadas.

A produção de hidrolisado proteico a partir de carne mecanicamente separada de carcaças de frango foi alvo do estudo de Rossi (2007). Em seu estudo foram utilizadas as enzimas Alcalase e Flavourzyme, variando-se a temperatura, pH e concentração de enzima. Para a enzima Alcalase as condições ideais foram de 50 °C, pH 7,5 e 2,5% de enzima; para a Flavourzyme, as condições ideais foram 50 ° C, pH 6,0 e 3,5 % enzima. A Alcalase obteve uma maior recuperação proteica de 89 %, sendo utilizada para a produção do hidrolisado proteico.

## CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados, constata-se que a hidrólise enzimática tem um futuro promissor na indústria de alimentos. No geral, as proteínas de origem animal, são mais suscetíveis à ação da enzima Alcalase, produzindo produtos que podem ser adicionado a uma ampla gama de produtos alimentícios. Sendo assim, sugere-se um maior aprofundamento prático na obtenção destes hidrolisados, bem como a descobertas de novas fontes para a obtenção do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ADLER, Nissen J. **Enzymic Hydrolysis of Food Proteins**, Elsevier Applied Science Publishers:Copenhagen, 1986.

BHASKAR, N., Benila, T., RADHA, C., & LALITHA, R. G. (2008). **Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of catla (*Catla catla*) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease**. *Bioresource Technology*, 99, 335–343.



CARREIRA, Raquel Linhares *et al.* **Otimização da hidrólise da caseína para elevar o teor de pequenos peptídeos:** emprego da pepsina. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 27, n. 3, jun. 2003 Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542003000300018&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000300018&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 29 abr. 2012.

CENTENARO, Graciela Salete *et al.* Efeito da concentração de enzima e de substrato no grau de hidrólise e nas propriedades funcionais de hidrolisados proteicos de corvina (*Micropogonias furnieri*). **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, 2009. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422009000700021&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422009000700021&lng=pt&nrm=iso)>. Acessos em 29 maio 2012.

DONG, Shiyuan *et al.* Antioxidant and biochemical properties of protein hydrolysates prepared from Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). **Food Chemistry**, Volume 107, April 2008, Pages 1485–1493. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607010084>. Acesso em 02 jun. 2012.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: editora Atheneu, 2008. 652 p.

FONKWE, L. G.; SINGH, R. K.; **Process Biochem**. 2005.

GUADIX, A.; GUADIX, E. M.; PÁEZ-DUEÑAS, M. P.; GONZÁLEZ-TELLO, P. Y CAMACHO, F. **Technological processes and methods of control in the hydrolysis of proteins**. Universidad de Granada. 18071. España, 2000.

JUN, S. H., PAK, P. J. , JUNG, W. K., KIM, S. K. **Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein** . European food Research technology, 2004. (<http://www.springerlink.com/content/uch2uw11ufghkum2/> Acesso 12.mai. 2012

KUROZAWA, Louise Emy; PARK, Kil Jin; HUBINGER, Miriam Dupas. Influência das condições de processo na cinética de hidrólise enzimática de carne de frango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 3, Sept. 2009. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010120612009000300017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612009000300017&lng=en&nrm=iso)>.Access em 03 June 2012.

MARTINS, Vilásia Guimarães; COSTA, Jorge Alberto Vieira; PRENTICE-HERNANDEZ, Carlos. **Hidrolisado protéico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina** (*Micropogonias furnieri*). **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, 2009. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422009000100012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000100012&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 30 maio 2012.

MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. **Bioquímica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,C 1999

NEVES, Renata Alexandra Moreira ; CAMPOS, Tais,; MARQUEZ, Ursula Maria Lanfer. **Modulação da Pressão arterial por hidrolisados proteicos**. Brazilian Jornal os Food Technology, III JIPCA, Janeiro, 2006.

ORDOÑEZ, Juan **A. tecnologia de Alimentos**. Trad. Fátima Murad. - Porto Alegre: Artmed, 2005, vol 1.

PIGOTT, G.M.; **Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products**, AVI Publishing Company: Westport, 1982.

RODRIGUES, Maria Filomena de Andrade. **Produção de etanol via hidrólise enzimática de bagaço**. Escola Politécnica de São Paulo – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009. Disponível em [http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/seminbioenergia/filomenarodrigues\\_2608.pdf](http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/seminbioenergia/filomenarodrigues_2608.pdf). Acesso em 15 maio 2012.

SATHIVEL, *S et al.* **Jornal Food Science**, 2005.

SCHMIDT, Cristiano Gautério. **Hidrólise Enzimática das Proteínas de Carne de Frango**. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, 2008, 130 pag

SCHMIDT, Cristiano Gautério; SALAS-MELLADO, Myriam. Influência da ação das enzimas alcalase e flavourzyme no grau de hidrólise das proteínas de carne de frango. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 5, 2009. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422009000500012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422009000500012&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 23 Jun. 2012.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos; propriedades, degradações, modificações**. 1. Ed. São Paulo: Varela, 1996, 517 p.

SOARES, Rosângelis Del Lama *et al.* **Perfil peptídico de hidrolisados enzimáticos de leite em pó desnatado**. Rev. Bras. Cienc. Farm., São Paulo, v. 40, n. 3, set. 2004. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-93322004000300011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322004000300011&lng=pt&nrm=iso)>. Acessos em 01 maio 2012.

SURÓWKA, K.; FIK, M. Studies on the recovery of proteinaceous substances from chicken heads. I. An application of Neutrase to the production of protein hydrolysate. **Journal of Food Science and Technology**. v. 27, p. 9-20, 1992.

## MÉTODOS ESTATÍSTICOS NO PERFIL DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

.....  
Acássio Valente. Feliciani<sup>1</sup> – PPGEP-UFSM;

Adriano Mendonça Souza<sup>2</sup>- PPGEP-UFSM;

Francisca Mendonça Souza<sup>3</sup>- ICTE/IUL;

William Jacobs<sup>4</sup> - PPGEP/UFSM  
.....

**Resumo:** O objetivo deste estudo é de certificar a importância da utilização de métodos estatísticos ao auxílio à tomada de decisões no processo produtivo, sendo que a necessidade do conhecimento de técnicas estatísticas por parte do engenheiro de produção incorpora-se com mais participação na busca por qualidade e resultados plausíveis. Foram relacionados estudos estatísticos na área do processo, com observância dos movimentos globais das organizações produtivas. Conclui-se que o presente estudo, foi de grande importância, pois assegura a necessidade da utilização de métodos estatísticos no auxílio à tomada de decisões no processo produtivo.

### 1. INTRODUÇÃO

A imposição de novos desafios e necessidades impostas pelo mercado consumidor acarretou uma mudança organizacional na maioria das empresas, sendo necessária a inclusão de novas técnicas e métodos com o fim de auxiliar na produção de produtos ou serviços com eficiência e efeitos imediatos. Desta forma o objetivo deste estudo é de certificar a importância da utilização de métodos quantitativos e qualitativos ao auxílio à tomada de decisões no processo produtivo, sendo que a necessidade do conhecimento de técnicas estatísticas por parte do engenheiro de produção incorpora-se com mais participação na busca por qualidade e resultados plausíveis.

### 2. METODOLOGIA

O estudo relaciona pesquisas com abordagens estatísticas, associadas à engenharia de produção.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Várias são as pesquisas relacionadas à utilização de métodos estatísticos dentre as quais: Souza (2010), na previsão de equipamentos para agroindústria; Ruthes *et al.* (2006), método seis sigma na melhoria da qualidade através da redução da variabilidade; Continuous Casting Process stability Evaluated By Means Of Residuals Control Charts In The Presence Of Cross-Correlation And Autocorrelation, conforme Casarin, Souza e Spim (2012).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o presente estudo, foi de grande importância, pois assegura a necessidade da utilização de métodos estatísticos no auxílio à tomada de decisões no processo produtivo.

#### 5. REFERÊNCIAS

CASARIN, A, V; SOUZA, M, A; SPIM, A, J. Continuons Casting Process stability Evaluated By Means Of Residuals Control Charts In The Presence Of Cross-Correlation And Autocorrelation. International Journal of Academic Research.

RUTHES, S; CERETTA, S, P; SOUZA, B,I. Seis Sigma: Melhoria da qualidade através da redução da variabilidade. **Revista Gestão Industrial**, v. 02, n. 02: p. 181-199, 2006.

SOUZA, M, F; ALMEIDA, G, S; FELICIANI, V, A; SOUZA, M, A. Previsão de equipamentos para a agroindústria. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**.

## PROTÓTIPOS ARQUITETÔNICOS EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: ANÁLISE DAS SOLUÇÕES EMPREGADAS VISANDO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE FORMA PASSIVA

Thaís Lohmann<sup>1</sup>, Odorico Konrad<sup>2</sup>, Marcio Goerck<sup>3</sup>,  
Ronaldo Husemann<sup>4</sup>, Lisandra Fachinello Krebs<sup>5</sup>

**Resumo:** Graças ao aumento do poder aquisitivo da população e do acesso facilitado a empréstimos o indivíduo tem maiores oportunidades de conquistar a casa própria, fazendo com que o número de obras civis aumente. Apesar desse aumento a simples análise visual de novas edificações indica que poucas levam em conta os critérios de sustentabilidade visando explorar a Eficiência Energética. Considerando este cenário, o presente projeto tem o objetivo de buscar soluções conceituais e tecnológicas que possam ser empregadas em edificações e habitações de interesse social visando o aumento da eficiência energética e conforto. Além disso, o projeto prevê verificar soluções adicionais, que possam ser adquiridas com equipamentos eficientes, automatizações e geração de energia limpa; como forma de fornecer subsídios parciais à Pesquisa Acadêmica “Edificação Bioclimática: Um olhar para a Sustentabilidade no Vale do Taquari”. O método baseou-se em revisão bibliográfica priorizando publicações de protótipos existentes em Universidades Federais. Em um segundo momento, estudou-se as demandas para a adequação das soluções utilizadas nos projetos arquitetônicos ligados à norma NBR 15220:003, que trata do zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Tem-se como resultados parciais o levantamento das soluções utilizadas em diversos protótipos, como por exemplo, uso de ventilação cruzada, iluminação natural, sistemas de captação de energia solar, entre outras. Estas técnicas devem ser empregadas levando em conta o clima local, radiação e orientação solar, sombreamento de elementos externos e sentido dos ventos, como forma de criar ambientes internos com temperaturas agradáveis, controlando a incidência de raios solares dentro do mesmo e aproveitando da melhor forma a iluminação natural durante o dia. Notou-se também nos protótipos analisados, que o caráter estético do exterior da construção é bastante explorado durante o projeto, comprovando que é possível sim, conciliar beleza, economia e preservação do meio ambiente. A sociedade em geral, necessita cada vez mais, acesso a recursos e informações sobre soluções que visem economia de energia elétrica. Neste sentido, este estudo tem o intuito de contribuir com a criação de um banco de dados a ser disponibilizado à Pesquisa Acadêmica “Edificação Bioclimática: Um olhar para a Sustentabilidade no Vale do Taquari”.

1 Acad., Bolsista IC, UNIVATES, Brasil. tlohmann@universo.univates.br  
2 PhD., Pesquisador, UNIVATES, Brasil. okonrad@univates.br  
3 Me., Pesquisador, UNIVATES, Brasil. marcio@vigasengenharia.br  
4 Dr., Pesquisador, UNIVATES, Brasil. husemann@univates.br  
5 Me., Pesquisador, UNIVATES, Brasil. liskrebs@gmail.com

# SISTEMA DE INVENTÁRIO BASEADO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Lucas da Silva<sup>1</sup>, Maurício Severo da Silva<sup>1</sup>, Nataniel Rabaioli<sup>1</sup>

**Abstract:** This work was created as a way to get part of the course passing grade II Multidisciplinary Work courses in Information Systems and Computer Engineering University Center UNIVATES. To do this, choose of the asset management area, more specifically, the area of data collection to assist in the process of physical inventory of public entities. Is contained in this document the description of two software programs, one based on mobile devices and other web, the documentation for them, screens and all documentation related to implementation of applications. The aim is that the synchronization and communication between the two systems there is a significant gain of time in collecting and PIT.

**Resumo:** Escolhemos a área de gestão patrimonial, mais especificamente, a área de coleta de dados para auxiliar no processo de inventário físico de entidades públicas. Está contido neste documento a descrição de dois softwares, um baseado em dispositivos móveis e outro na web, a documentação referente a eles, telas e toda documentação relacionada à implementação dos aplicativos. O objetivo é que com a sincronização e comunicação entre os dois sistemas haja um ganho significativo de tempo na coleta e elaboração do inventário físico.

## 1. INTRODUÇÃO

É muito comum em empresas e instituições de médio e grande porte, existir inúmeros bens como máquinas, equipamentos, móveis entre outros (SANTOS, 1997). Estes bens constituem o patrimônio da uma organização e são os itens necessários para a realização dos seus objetivos (SILVA, 2002).

Boratti (2007) afirma que as atividades para a administração patrimonial precisam ser criteriosas. Segundo ele, se uma organização destinou recursos para a aquisição de seus bens e caso esses recursos não forem bem administrados, é possível que ocorram prejuízos.

Santos (2010) afirma que em um processo logístico adaptado a gestão patrimonial, os fluxos de informação dos bens devem permanecer perfeitamente ajustados, munidos de um excelente suporte de informática e leitura óptica de código de barras para que todos os processos necessários possam ser automatizados.

Atualmente, existem no mercado várias soluções de softwares para automatizar o processo de gestão patrimonial. Apesar disso, somente algumas possuem um hardware que auxilie no processo de inventário físico, mais específico na coleta dos dados.

Um exemplo de solução que disponibiliza hardware para coleta é o AfixCode, que possui duas alternativas de hardware, uma baseada em dispositivos móveis e outra em RFID<sup>2</sup>. A solução para

<sup>1</sup> Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Centro Universitário UNIVATES (UNIVATES) Rua Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário – 95.900-000 – Lajeado – RS – Brazil {lucasbrs, mss, nrabaioli}@universo.univates.br

<sup>2</sup> RFID – Acrônimo de Identificação por Rádio Frequência. É uma tecnologia que utiliza comunicação por rádio frequência para captura de dados. Sua forma mais comum de utilização é para armazenar números de série que identifiquem um objeto ou pessoa.

dispositivos móveis utiliza somente dispositivos do tipo PDA<sup>3</sup> da marca HP e necessita de um hardware acoplado para leitura de código de barras. Já a solução com RFID utiliza uma antena móvel para a coleta.

Softwares como IntelliTrack, Scan2Track, GigaTrak, SAP Business One e LevinAssets, adotaram soluções mais genéricas. Desenvolveram aplicativos para Windows mobile<sup>4</sup>, que é compatível com a grande maioria dos leitores de radio frequência e códigos de barras.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um aplicativo capaz de automatizar o processo de coleta e a elaboração do relatório patrimonial gerado ao final do inventário. O sistema é dividido em duas aplicações, uma para plataforma web, e outra para dispositivos móveis baseados no sistema operacional Android.

Este trabalho está dividido em quatro seções. A seção 2 apresenta a revisão literária dos assuntos envolvidos. A apresentação e a descrição da ferramenta são feitas na seção 3 e, na última seção, são apresentadas as considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção introduz os conceitos relacionados à contabilidade, a gestão patrimonial e a ligação entre ambas. Foi organizado em vários tópicos para abordar os assuntos de forma segmentada e prover um melhor entendimento sobre os conceitos que envolvem a gestão patrimonial.

### 2.1 RECURSOS PATRIMONIAIS

O presente trabalho foca na administração de recursos patrimoniais, também denominada como administração patrimonial, a qual é definida por Santos (2010) como sendo uma sequência de atividades entre procedimentos físicos e contábeis, as quais Martins e Alt (2006) colocam que assim como o realizado na administração de recursos materiais, tais atividades iniciam no momento da identificação do fornecedor de um determinado bem, passando pela sua compra e recebimento, para posteriormente trabalhar a sua conservação, manutenção, e quando necessário, a sua alienação.

Para Coelho e Lins (2010) define-se patrimônio o conjunto de bens, direitos e obrigações de uma empresa. O Patrimônio é também o objeto de pesquisa da contabilidade, que é uma ciência aplicada responsável por reunir informações que viabilizam o seu estudo, registro, controle e por fim a sua mensuração. Por sua vez, Ribeiro (2010) afirma que do ponto de vista contábil, pode-se entender o bem como sendo todos os objetos que uma determinada empresa possui para o seu uso, troca ou consumo. Já (SANTOS 2002) coloca que a denominação de patrimônio é atribuída geralmente para organizações públicas e entidades sem fins lucrativos. No caso de empresas, indústrias ou prestadoras de serviço, atribui-se o nome de capital.

Segundo Coelho e Lins (2010) é muito comum vincular o conceito de riqueza ao patrimônio, pois este possui valor econômico, que por sua vez lhe é concedido devido a sua tamanha utilidade e limitação da quantidade a ser obtida por uma determinada pessoa ou empresa. Esta limitação de quantidade reforça o vínculo econômico, pois é possível que essas diversas pessoas ou empresas estejam dispostas a consumir recursos para a aquisição de um novo bem ou patrimônio.

<sup>3</sup> PDA – Acrônimo de Assistente Digital Pessoal. É considerado um computador de bolso ou de mão.

<sup>4</sup> Windows Mobile – Sistema operacional para dispositivos embarcados.

Desta forma, considera-se o patrimônio tanto pelo seu aspecto qualitativo, remetendo à ideia do conjunto de bens, direitos e obrigações, quanto pelo seu aspecto quantitativo, que se refere aos valores monetários que o representam. Por sua vez, bens e direitos são classificados como ativo, e obrigações como passivo, seguidos do patrimônio líquido, que é a diferença entre o ativo e o passivo e ambos compõem o balanço patrimonial, conforme é possível ser visualizado na Figura 1.

**Figura 1.** Composição do balanço patrimonial

Ativo	Passivo
BENS + DIREITOS	OBRIGAÇÕES  PATRIMÔNIO LÍQUIDO

Segundo Coelho e Lins (2010) para entender as razões de tal classificação em ativo e passivo é necessário compreender que a estrutura de um patrimônio surge a partir de lançamentos contábeis, e cada lançamento possui relação um com o outro. Estes lançamentos são na verdade registros, que são divididos em duas partes, onde se faz necessário identificar os caminhos percorridos e que levaram a determinada operação, ou seja, é preciso identificar as origens dos recursos e as aplicações realizadas a partir destes. Coelho e Lins (2010) também afirmam que o balanço patrimonial expõe a composição de ativo, passivo e patrimônio líquido das empresas em um determinado período, geralmente de um ano, e conforme normas brasileiras, a data de fechamento e publicação seria em 31 de dezembro.

Segundo Ribeiro (2010), no grupo do ativo circulante enquadra-se as contas que representam valores como dinheiro em caixa e banco, os bens passíveis de venda ou consumo próprio, e os direitos cujos vencimentos ocorram durante o exercício seguinte ao do balanço patrimonial em que as contas estiverem classificadas.

Compondo o grupo do ativo circulante, está o subgrupo dos bens do ativo imobilizado, o qual é formado pelas contas que representam os recursos aplicados na aquisição de bens de uso de uma empresa, ou conhecidos também como bens móveis.

Para Ribeiro (2010), podem-se classificar os bens de uma empresa de diversas maneiras de acordo com o interesse de quem os classificam, mas que basicamente são classificados como bens materiais e imateriais.

Os bens materiais são aqueles que possuem corpo, matéria, e podem ser divididos em móveis, que podem ser movimentados, ou seja, trocados de lugar, como mesas, computadores, máquinas, mercadorias e utensílios, e imóveis como terrenos e prédios.

A gestão destes bens, segundo Martins e Alt (2006), na maioria das empresas, é realizada por um setor responsável, cuja função é registrar, codificar e controlar os bens imobilizados e passíveis de depreciação. Essa depreciação, por sua vez, é definida como sendo a perda do valor de um bem em decorrência do seu uso, deterioração ou simplesmente por obsolescência tecnológica.

Martins e Alt (2006) afirmam que a maioria das empresas e escritórios contábeis fazem uso de softwares para controlar os bens do ativo imobilizado. Esses softwares possuem como objetivo principal o fornecimento das informações de cada bem. Este controle, segundo pode ser feito por meio de um cadastro individual em softwares, onde são registradas entre outras coisas, o valor residual, a depreciação do período, a depreciação acumulada, a data de compra do bem e o seu fornecedor, o número da nota fiscal de compra, a descrição do bem e as suas respectivas movimentações. Cada bem móvel recebe ainda um código, a ser fixado em sua estrutura em



forma de chapas, onde cada chapa possui o número do respectivo bem, podendo ainda possuir um código de barras, facilitando assim a leitura e o controle do patrimônio imobilizado.

## 2.2 ADMINISTRAÇÃO PATRIMONIAL

Assim como o já mencionado no início deste capítulo, conforme Martins e Alt (2006) e também mencionado em Santos (2010), os procedimentos administrativos empregados na aquisição, recebimento, manutenção, distribuição e controle dos bens patrimoniais de uma empresa, possuem atividades semelhantes às atividades executadas na administração de material, sendo diferenciadas apenas por alguns métodos de controle e transferências. Segundo Santos (2010), esse fato ocorre, pois muitos tipos de bens também são tratados como materiais, e cujo gerenciamento desde a sua solicitação até a sua distribuição, é idêntico em todas as etapas do processo executado na administração de materiais.

Santos (2010) coloca que dentro das organizações, cada área formaliza os seus pedidos através de documentos ou sistemas informatizados (requisição de material, requisição de compras e demais denominações) para a área de materiais.

Depois de realizada a compra, a entrega de um bem do gênero material móvel deverá ocorrer no setor de recebimento, que por sua vez deverá adotar procedimentos idênticos aos adotados para os demais materiais. Conforme o afirmado por Santos (2010), tais procedimentos podem ser visualizados abaixo:

- Comparar as especificações que estão descritas na ordem de serviço/compra com as informações contidas na nota fiscal do produto/bem adquirido.
- Verificar se as características do bem condizem com a sua especificação e, se necessário, seu estado de funcionamento. Se o funcionário não souber ou tiver dúvidas de como realizar este procedimento, poderá convocar um funcionário especializado para receber o bem/material.
- Verificar se o prazo de entrega estipulado foi cumprido. Algumas instituições descrevem padrões de atuação para o caso de atrasos de fornecimento de materiais.
- Encaminhar todos os documentos necessários para o setor de patrimônio (ou responsável), que por sua vez deve incluí-lo na listagem de bens.
- Já concluídas todas as etapas que correspondem ao recebimento de bens e materiais seguem-se então para as próximas etapas a serem atingidas pela administração patrimonial.

### 2.2.1 EMPLAQUETAMENTO

A próxima etapa do bem é o seu emplaquetamento, que consiste no lançamento do registro no cadastro de bens através do documento hábil, juntamente com a sua identificação física através da fixação de uma plaqueta com o respectivo número de registro. O documento hábil, segundo Santos (2010), pode ser representado por uma nota fiscal de compra do bem, um termo de doação, um guia de produção própria, ou até mesmo por um contrato de comodato, que se caracteriza pelo empréstimo gratuito de alguma coisa que deve ser restituída em um determinado tempo.

Já de posse da plaqueta de identificação, o bem pode ser então liberado e distribuído para o setor solicitante e poderá ser entregue pelo setor de recebimento ou até pela área de patrimônio, caso o mesmo estiver de posse deste bem.

### **2.2.2 DISTRIBUIÇÃO**

Segundo Santos (2010), a atividade de distribuição consiste no encaminhamento do bem, já devidamente emplaquetado, para o setor solicitante, onde ficará até o momento do seu recolhimento. Essa distribuição pode ser realizada de forma automática assim que o mesmo estiver liberado pela área de recebimento ou pela área de patrimônio quando for o caso. Santos (2010) afirma que a entrega de bens pela área de patrimônio torna-se mais frequente quando há redistribuição de bens já usados.

Juntamente com a distribuição, pode ser acrescentada a etapa que corresponde as responsabilidades com relação ao bem por parte de seus usuários, que conforme Santos (2010) se refere a emissão de documentos conhecidos como termos de responsabilidade ou de transferência de responsabilidade, e que podem ser emitidos através de formulários próprios da organização proprietária do bem ou por sistemas informatizados.

### **2.2.3 RECOLHIMENTO**

Conforme Santos (2010) esta etapa do ciclo de vida do bem é a atividade que cabe a área de patrimônio receber ou recolher os bens já disponibilizados pelos usuários que não os necessitam mais, mediante verificação do estado destes bens caso os mesmos não venham acompanhados de um laudo referente aos seus estados. Santos (2010) afirma também, que é muito comum em instituições a existência de bens abandonados em corredores ou em dependências das mesmas sob a alegação de que não servem mais para o uso a qual eram destinados.

Concluída a etapa de verificação de um bem, o mesmo receberá uma destinação, podendo ser redistribuído, encaminhado para conserto ou até mesmo ser encaminhado para um depósito da área de patrimônio, onde poderá sofrer um processo de alienação. Santos (2010) coloca que em algumas instituições, o processo de análise dos bens é realizado pelo setor de recebimento, que posteriormente comunica á área de patrimônio.

### **2.2.4 INVENTÁRIO**

Inventário é explicado por Santos (2010) como sendo um conjunto de procedimentos que tem como finalidade o levantamento físico de bens de uma instituição, que é realizado através de comparações dos saldos físicos com os registros existentes no cadastro patrimonial da instituição ou organização. O inventário é realizado periodicamente, podendo ser anual, semestral, mensal ou esporadicamente em função da necessidade das informações coletadas.

### **2.2.5 BAIXA**

Sendo praticamente a última etapa do processo de administração patrimonial, conforme Santos (2010), a baixa de bens ocorre após a conclusão do processo de desfazimento do bem, que poderá contemplar várias modalidades, como uma doação, a venda direta, leilão entre outros. Cada baixa deverá estar devidamente documentada e anexada ao processo de alienação do respectivo bem.

## 2.3 DISPOSITIVOS MÓVEIS

Nos últimos anos, houve uma explosão na produção de novas tecnologias. Aparelhos celulares que antigamente eram usados quase que exclusivamente para comunicação, hoje se tornou um utilitário que agrega inúmeras funcionalidades (OLIVEIRA, MEDINA 2007). Além dos celulares, outros dispositivos de pequeno porte foram desenvolvidos para fornecer algum benefício ao seu utilizador. Essa explosão de produção fez com que a arquitetura de hardware e software de aparelhos celulares sofresse alterações significativas. Estas alterações podem ser notadas em seus Sistemas Operacionais e na forma como utilizamos estes aparelhos. Como exemplo de dispositivos móveis utilizados hoje em dia temos: PDA's (Personal Digital Assistants), Netbooks, smartphones e tablets.

### 2.3.1 SISTEMAS OPERACIONAIS

Por definição, Sistema Operacional móvel (móvil) é um conjunto de programas com a função de gerenciar os recursos de hardware e software para dispositivos móveis, além de fornecer uma interface ao usuário final (SILBERSCHATZ et al., 2004). É possível descrever estes sistemas operacionais como uma plataforma moderna e flexível para o desenvolvimento de aplicações para os dispositivos móveis (COSTA et al., 2012).

Costa (2012) faz uma análise comparativa entre os principais sistemas operacionais disponíveis no mercado para dispositivos móveis, Android, iOS e Windows Phone. Em sua análise ele não se preocupa em dizer qual é o melhor sistema operacional, e sim, evidenciar as diferentes funcionalidades e características de cada um.

Em seu trabalho, Costa (2012) afirma que o sistema Android é o mais popular por possuir alguns atributos que o diferencia dos demais sistemas, são eles: Open Source/Gratuito, Disponível para Múltiplos Fabricantes, Permite Apps não oficiais.

Através dos dados levantados por Costa, é possível perceber o quão equiparado estão os sistemas operacionais para dispositivos móveis em termos de funcionalidades. Todos de uma forma ou de outra se sobressaem em algum momento, o que torna difícil a decisão de qual sistema adotar para a implementação de novos aplicativos. Apesar disso, a IDC(2012) afirma que até 2016 o número de dispositivos móveis com sistema operacional android irá superar o número de computadores desktop com sistema Windows. Com base nesta previsão, é possível afirmar que o futuro do sistema operacional android é promissor, sendo assim uma boa escolha para novos projetos.

### 2.3.2 ANDROID

Conforme Lee (2011), Android é um sistema operacional baseado em uma versão modificada do Linux, e desenvolvido inicialmente por uma empresa de mesmo nome. Em 2005 o sistema foi comprado pela Google, que assumiu o seu desenvolvimento. O sistema consiste em 12 milhões de linhas de código, incluindo 3 milhões em XML, 2.8 milhões de linhas de C, 2.1 milhões de linhas de código Java e 1.75 milhões de linhas de código em C++. Neste ambiente é utilizada a linguagem Java para desenvolver as aplicações e todos os recursos necessários (COSTA et al., 2012).

Para Costa (2012), *"A grande vantagem é que a plataforma também é livre e de código aberto. A licença do Android é flexível e permite que cada fabricante possa realizar alterações no código-fonte para customizar seus produtos, sem necessidade de compartilhar essas alterações com ninguém. O Android também é "free", e os fabricantes podem usar e abusar dele sem precisar pagar por isso."*

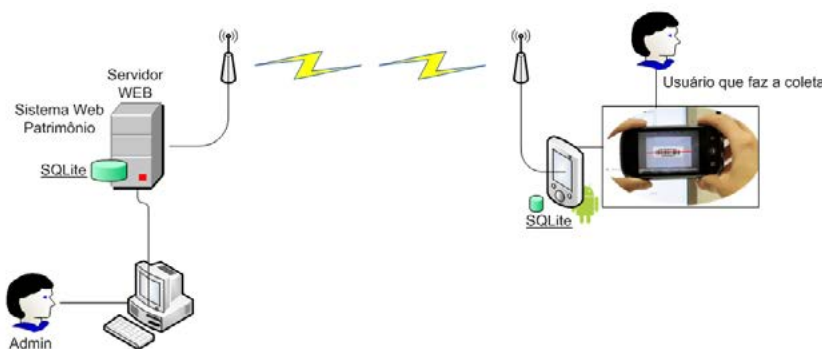
Já para Lee (2011) a principal vantagem do Android é a sua abordagem unificada de desenvolvimento de aplicativos, que permite aos desenvolvedores se preocuparem apenas em criar aplicativos para a plataforma, e estes, devem ser capazes de serem executados em diversos tipos de dispositivos baseados na plataforma Android. Lee (2011), assim como Costa (2012), também coloca que o Android é de código aberto, e está disponível gratuitamente para que os fabricantes de dispositivos possam personalizá-lo.

Segundo Lecheta (2010) existem atualmente uma quantidade bastante expressiva de dispositivos móveis modernos portando o sistema operacional Android, o que o torna bastante acessível para o uso da solução proposta.

### 3. FERRAMENTA DESENVOLVIDA

Como já mencionado na seção 1, o sistema desenvolvido é dividido em duas aplicações, uma para plataforma web, e outra para dispositivos móveis baseados no sistema operacional Android. A Figura mostra uma visão geral do sistema. Cabe salientar que os softwares apresentados neste trabalho são apenas protótipos funcionais desenvolvidos com o objetivo de demonstrar os conhecimentos adquiridos ao longo da vida acadêmica dos autores.

**Figura 2.** Visão geral do sistema proposto



O servidor responsável por hospedar a aplicação web é baseado em um equipamento com sistema operacional Ubuntu 12.04 com as seguintes aplicações devidamente instaladas e configuradas: Apache2, PHP5 e SQLite. Para escolha destas aplicações considerou-se o fato de todas serem distribuídas gratuitamente, com base na política de software livre.

A principal função da aplicação web é fazer a comunicação entre um ERP, com o dispositivo móvel utilizado pelo responsável pelo inventário físico, que deverá se comunicar com a aplicação a partir de uma conexão de Internet. Em outras palavras, esta aplicação auxilia no processo de importação e a exportação dos dados do Sistema de Gestão Empresarial (Enterprise Resource Planning - ERP) e o cadastro e controle de usuários.

Além da comunicação entre os serviços já descritos, a aplicação web também é responsável pelo envio de e-mails aos responsáveis pelos setores da empresa contratante do serviço. Neste e-mail contém um hiperlink que redireciona o usuário para uma página web e que possibilita ao mesmo aprovar ou não alterações de patrimônios efetuadas pelo responsável pelo inventário físico de bens.

O gerenciamento das atividades executadas no servidor pela aplicação web foi desenvolvida utilizando PHP, que é uma linguagem de programação interpretada muito utilizada no desenvolvimento para plataformas web (PHP, 2012).

Para interação com o banco de dados, é utilizado o SQLite, que é uma biblioteca responsável por implementar um sistema de banco de dados flexível, e permite a sua utilização em dispositivos móveis (PHP, 2012).

A aplicação desenvolvida para o dispositivo móvel tem como principal função realizar a leitura do código de barras existentes nas placas de identificação dos bens de uma empresa, a atualização de informações referentes às localizações destes bens e a geração de relatórios referentes aos inventários físicos realizados na empresa usuária da solução. A leitura de código de barras deverá ser efetuada através de uma câmera fotográfica existente no dispositivo móvel, e para as atualizações de informações utilizará conexões de Internet através de redes 3G ou Wi-Fi.

Para atender os propósitos mencionados, foi utilizado o padrão básico de desenvolvimento para a plataforma Android, que é uma aplicação utilizando a linguagem de programação Java e banco de dados SQLite. Todo e qualquer equipamento portando o sistema operacional Android, câmera fotográfica, e acesso à Internet pode utilizar o sistema.

Na Figura 3 é exibida a tela inicial do sistema, a qual é responsável por solicitar a autenticação do usuário responsável pelo inventário físico a ser realizado. Após realizada a autenticação, será exibida uma tela contendo as funções básicas, conforme pode ser visualizado na figura.

**Figura 3.** Tela de autenticação



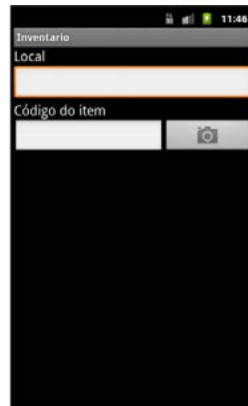
Na Figura 4 é possível visualizar as três funções básicas do sistema para Android, contemplando as funções de coleta de código de barras, atualização dos dados do sistema e a opção de encerrar o sistema como forma de liberar espaço na memória do dispositivo móvel utilizado para a realização do inventário.

**Figura 4.** Tela do menu de opções



Contemplando a função principal do protótipo desenvolvido, está a tela de coleta, a qual será utilizada para coletar os códigos de barras existentes nas plaquetas que identificam o código do patrimônio de um determinado bem. A tela de coleta pode ser visualizada na Figura 5.

**Figura 5.** Tela de coleta de código de barras



Para que o responsável do inventário possa iniciar a coleta de informações, inicialmente se faz necessário inserir no campo local, o nome do local ou setor onde o inventário será realizado. O campo local é utilizado para que o sistema possa identificar rapidamente se os bens inventariados pertencem ou não ao local da coleta e auxiliar o usuário do sistema na tomada de decisões a respeito dos códigos de barras coletados.

Como forma de facilitar o preenchimento do campo local, um recurso de autocomplete<sup>5</sup> é utilizado para exibir os nomes de locais as quais contém as iniciais digitadas pelo usuário. Essa interação com o usuário pode ser visualizado na Figura 6.

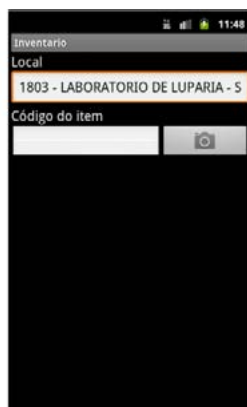
Ao encontrar o local desejado, basta ao usuário pressionar a opção correspondente.

**Figura 6.** Campo local com autocomplete

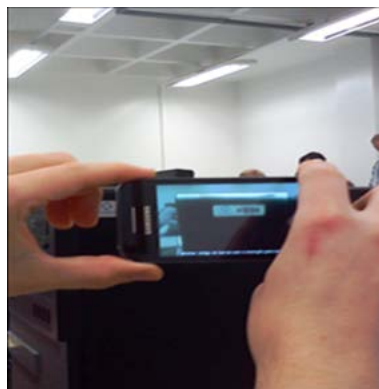


Na Figura é possível visualizar o campo local já preenchido corretamente após a seleção da opção pelo usuário.

<sup>5</sup> Autocomplete - Quando você digita um endereço no campo, o sistema lista automaticamente as possíveis opções.

**Figura 7.** Campo local preenchido corretamente

Uma vez selecionado o local de realização do inventário, o usuário pode fazer a leitura do código de patrimônio de duas maneiras, uma a partir da inserção do código digitado no campo correspondente ao código do item, e a opção mais ágil através da leitura do código de barras, que pode ser acionado a partir do botão que possui o ícone de uma câmera fotográfica. Ao acionar a opção de coleta de código de barras, é então acionada a câmera do dispositivo móvel conforme pode ser visualizado na Figura , a qual demonstra a utilização real de um dispositivo com o sistema instalado.

**Figura 8.** Leitura de código de barras de uma plaqueta

Entre as funcionalidades básicas inseridas no protótipo, também se encontra o sistema de atualização de dados, que permite ao usuário do sistema, atualizar tanto os dados armazenados no dispositivo, como locais e itens, através de uma conexão realizada diretamente com o servidor web, quanto atualizar as informações do próprio servidor a partir das informações coletadas e passíveis de serem alteradas pelo dispositivo móvel.

Na Figura é possível visualizar as opções de atualização para atualizar as informações armazenadas no dispositivo móvel e também para atualizar as informações existentes no servidor web.

**Figura 9.** Tela de opções de atualização

Em sequência, na Figura 17 e Figura 18, (favor verificar e identificar as anteriores) pode-se visualizar a opção de atualização do dispositivo sendo selecionada e após um determinado período, que pode variar de acordo com a velocidade de conexão com a Internet existente no local, pode se verificar o resultado da atualização já concluída.

**Figura 10.** Opção de atualização do dispositivo selecionada

Conforme o citado anteriormente, na Figura é exibido os resultados da atualização das informações armazenadas no dispositivo móvel, as quais são solicitadas ao servidor web.

**Figura 11.** Atualização do dispositivo concluída

Além do protótipo do dispositivo móvel, também foi implementado um protótipo do sistema web. Na Figura é possível visualizar a página inicial do sistema, que conta com as funções cadastro de usuários, importação e exportação de dados e relatórios.



**Figura 12.** Tela inicial do sistema

A Figura apresenta a tela de gerenciamento de usuários. É possível incluir, alterar e excluir usuários, além de visualizar a lista de todos os usuários cadastrados no sistema.

**Figura 13.** Tela de gerenciamento de usuários

A próxima imagem, a Figura , ilustra a tela de importação de dados, que pode ser proveniente de um ERP ou qualquer sistema de gerenciamento, desde que respeite os padrões exigidos pelo sistema. Para este protótipo, os padrões não foram definidos, mas em trabalhos futuros será implementado e documentado.

**Figura 14.** Tela de importação de dados

Após realizar a coleta de itens no dispositivo móvel, o administrador do sistema poderá visualizar um relatório com todos os itens coletados bem como as alterações feitas no sistema. A Figura ilustra essa tela.

**Figura 15.** Tela relatório com os itens coletados

E para finalizar a apresentação do protótipo web, é possível visualizar na Figura a tela que exporta o arquivo com as modificações para serem importadas pelo gerenciador padrão de ativos da empresa. Por padrão é possível exportar nos formato txt e json.

**Figura 16.** Tela de exportação de dados

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos ensaios feitos, pode-se concluir que o dispositivo móvel efetuou a leitura correta dos códigos de barras dos itens inventariados e não ocorreu nenhum erro na comunicação e na transmissão de dados entre o dispositivo e o servidor web. Da mesma forma os dados foram recebidos e inseridos corretamente pelo sistema web. A formatação do arquivo de dados para JSON e a importação no ERP também se apresentou possível.

Os ótimos resultados obtidos comprovam que o desenvolvimento e a comercialização desta solução são tecnicamente viáveis. Outro fator positivo é que durante o período de elaboração deste documento, não foi encontrada nenhuma ferramenta similar para dispositivos móveis, o que representa um diferencial diante das outras soluções.

#### REFERÊNCIAS:

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de Análise e projeto de Sistemas com UML:** Um guia prático para modelagem de sistemas através da linguagem de Modelagem Unificada. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BORATTI, José Luiz. **A gestão patrimonial no centro federal de Educação tecnológica de Santa Catarina.** Florianópolis: CEFET, 2007.

CPCON. **Conceitos Básicos de Controle Patrimonial Público.** <<http://www.cpcon.eng.br/gestao-patrimonial/controle-patrimonial/conceitos-basicos-de-controle-patrimonial-publico/>> acessado em 26/04/2012.

COELHO, Cláudio Ulysses Ferreira; LINS, Luiz dos Santos. **Teoria da contabilidade:** abordagem contextual, histórica e gerencial. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, Norben Paulus de Oliveira et al. **Avaliação comparativa de sistemas operacionais para dispositivos móveis:** foco em suas funcionalidades. São Paulo: 9th CONTECSI, 2012.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, SHAMKANT B. **Sistemas de Banco de Dados.** São Paulo, Addison Wesley, 2005.

CFC, **Manual de contabilidade do sistema CFC/CRCs/ Conselho Federal de Contabilidade.** Brasília: CFC, 2009.

IDC, "Nearly 1 Billion Smart Connected Devices Shipped in 2011 with Shipments Expected to Double by 2016", <<http://www.businesswire.com/news/home/20120328005370/en/1-Billion-Smart-Connected-Devices-Shipped-2011>> acessado em 03/07/2012.

LECHETA, Ricardo R. **Google android:** aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. São Paulo: Novatec, 2010.

LEE, Wei-Meng. **Introdução ao Desenvolvimento de Aplicativos para o Android.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de materiais e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2006.

MEDEIROS, Ernani Sales de. **Desenvolvendo software com UML 2.0:** definitivo. São Paulo, Pearson Makron Books, 2004.

RIBEIRO, Osni Moura. **Contabilidade básica fácil.** São Paulo: Saraiva, 2010.

SANTOS, Gerson dos; **Gestão Patrimonial.** Florianópolis: Secco, 2010.

SANTOS, Gerson dos; **Manual de administração patrimonial.** Florianópolis: 2002.

SILBERSCHATZ, A; Galvin, P. B.; Gagne, G. **Sistemas Operacionais com Java.** 6ª Edição. Trad. Daniel Vieira. Sup. Téc. Sergio G. Souza. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora Campus, 2004.

SILVA, Daniel Salgueiro da; GODOY, José Antonio de; CUNHA, José Xavier. **Manual de procedimentos contábeis para micro e pequenas empresas.** Brasília: CFC: SEBRAE, 2002.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software.** São Paulo, Pearson, 2007.

# SISTEMA PARA MEDIR O CONJUGADO DE UM MOTOR DE INDUÇÃO UTILIZANDO CÉLULAS DE CARGA

.....  
Willian Devitte, Rodrigo Wolff Porto

wdevitte@universo.univates.br; wolffporto@universo.univates.br  
.....

**Resumo.** *Este artigo descreve o andamento do trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Controle e Automação que tem como objetivo apresentar um sistema capaz de mensurar o conjugado desenvolvido em um motor de indução trifásico, através de transdutores sensores de força do tipo célula de carga. A leitura da variação da medição nas células de carga será convertida em conjugado disponível no eixo através de modelagem matemática prévia e com os resultados da montagem prática do trabalho, utilizando um condicionador de sinal para fazer as leituras obtidas das células de carga.*

## 1. INTRODUÇÃO

O acionamento de máquinas elétricas em processos produtivos tem se tornado um assunto de grande importância econômica, uma vez que dentro de uma indústria cerca de 70 a 80 % da energia elétrica consumida é transformada em energia mecânica por meio de motores elétricos. Sendo assim, se for admitida uma eficiência média de 80% na conversão de energia elétrica em mecânica, então cerca de 15% da energia elétrica total consumida transforma-se em perdas nos motores (FRANCHI, 2007). Portanto, a fabricação de motores elétricos é um segmento importante da atividade econômica, pois no Brasil a produção anual de motores elétricos já supera 1,1 milhão de unidades (ELETROBRÁS, 2012).

Dentre todos os tipos de motores elétricos existentes no mercado, o motor de indução tipo gaiola se destaca pela sua ampla utilização nas indústrias. Conforme Puma (2010), o motor mais utilizado nas indústrias é o motor de indução trifásico (MIT), devido a sua ampla variedade de aplicações industriais, por sua simplicidade na construção, confiabilidade, robustez e baixo custo. Ao comparar o motor de indução trifásico (MIT) com os motores que utilizam escovas<sup>1</sup>, tem-se que os motores de indução podem ser usados em ambientes perigosos por não apresentarem problemas associados à faiscamentos nas escovas do motor (FRANCHI, 2007).

Devido à importância do motor elétrico nas indústrias, em especial o MIT, as instituições de ensino, que formam técnicos e engenheiros para atuar na área elétrica, buscam aperfeiçoar os métodos de ensino e aprendizagem através de atividades práticas em laboratórios. Neste contexto, a utilização de bancadas didáticas tem se mostrado eficaz na melhoria da qualidade de ensino. Estas bancadas normalmente possuem custos inferiores aos de um laboratório e sua utilização se dá a diversos experimentos sem a necessidade de grandes alterações estruturais (CHELLA, 2002).

Paralelo à utilização de motores nas indústrias, a utilização de sensores em processos automatizados está cada vez mais frequente e com tecnologias mais complexas. O objetivo

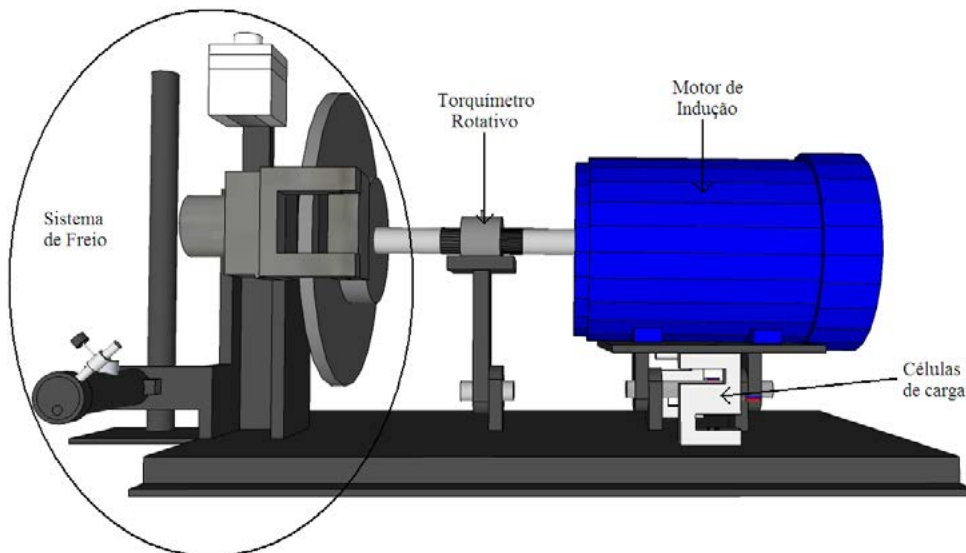
---

1 Escovas – Em motores com rotor bobinado, as escovas são as partes condutoras de energia que alimentam as bobinas do rotor. São usadas em motores de corrente contínua ou alternada e também são chamadas popularmente de “carvão” para motor.

de se utilizar sensores em processos produtivos é monitorar e auxiliar no controle de variáveis físicas destes processos, tais como temperatura, umidade, força (pressão e compressão), entre outras. Nos cursos de engenharia também se estudam maneiras de simular e medir tais variáveis de processos. De forma a complementar os estudos teóricos nas diferentes áreas envolvidas da engenharia, utilizam-se abordagens de simuladores ou sistemas montados em bancadas. Estas bancadas normalmente são utilizadas em ambientes de laboratório, buscando agregar e preparar melhor os estudantes, permitindo uma melhor compreensão da parte prática relacionada com a teórica (BRITTO, 1994; STRIEDER, SCHUCH e FRIAS, 2010).

O conjugado é uma variável de grande importância em processos que utilizam forças em dispositivos girantes. Esta variável é analisada principalmente nos equipamentos capazes de converter energia elétrica em energia mecânica (BRITO, 1994). Neste contexto, este artigo tem como objetivo geral apresentar o desenvolvimento parcial de uma bancada didática para estudo de um motor elétrico de indução do tipo gaiola (figura 1).

Figura 1 – Sistema da bancada proposta



Através desta bancada será possível estudar a relação entre o conjugado e a velocidade de rotação em um sistema composto por um MIT, transdutores sensores do tipo células de carga e um freio mecânico acoplado ao eixo do motor. Também será possível obter os parâmetros de circuito equivalente do MIT em estudo através dos ensaios a vazio e em rotor bloqueado. Além do objetivo geral, os objetivos específicos contemplam a construção da estrutura mecânica para fixar o motor, o sistema de medição do conjugado com sensores de força e a adaptação de um freio automotivo para gerar um conjugado resistente no eixo do motor.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

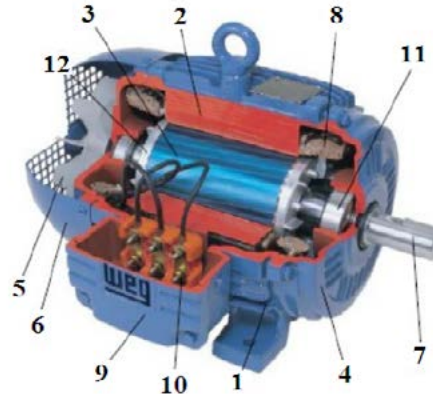
O motor de indução trifásico é composto basicamente em duas partes, conhecidas como estator e rotor. O estator está disposto na parte fixa do motor e seu enrolamento é alimentado pela rede elétrica. Normalmente, nos MIT, o rotor não é alimentado externamente e as correntes que circulam nele, são induzidas pelo estator (WEG, 2005; FRANCHI, 2007).

Na figura 2 é apresentado um motor de indução e a descrição das principais partes pertencentes a sua construção.

## 2.1. MIT

As principais partes de um motor de indução trifásico (MIT) podem ser visualizadas na figura 2, onde cada parte indicada nessa figura é explicada separadamente para o conhecimento e entendimento do mesmo.

Figura 2 – Motor de indução trifásico



### 2.1.1. ESTATOR

- Carcaça (1) - é a estrutura suporte do conjunto; de construção robusta em ferro fundido, aço ou alumínio injetado, resistente à corrosão e comaletas;
- Núcleo de chapas (2) - as chapas são de aço magnético, tratadas termicamente para reduzir ao mínimo as perdas no ferro;
- Enrolamento trifásico (8) - três conjuntos iguais de bobinas, uma para cada fase, formando um sistema trifásico ligado à rede trifásica de alimentação;

### 2.1.2. ROTOR

- Núcleo de chapas (3) - as chapas possuem as mesmas características das chapas do estator;
- Eixo (7) - transmite a potência mecânica desenvolvida pelo motor. É tratado termicamente para evitar problemas como empenamento e fadiga;
- Barras e anéis de curto circuito (12) - são de alumínio feito sobre pressão numa única peça.

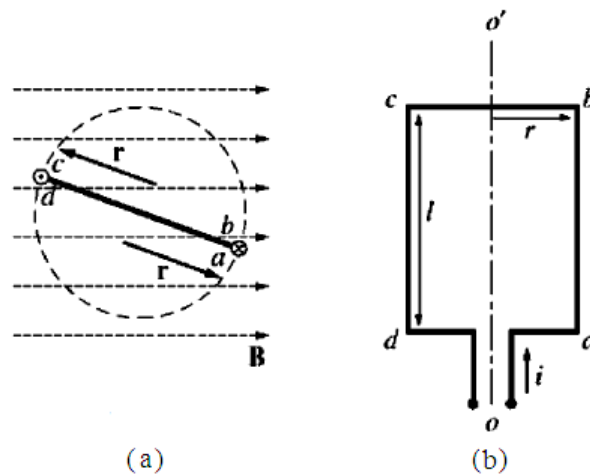
### 2.1.3. OUTRAS PARTES

- Tampa (4);
- Ventilador (5);
- Tampa defletora (6);
- Caixa de ligação (9);
- Terminais (10);
- Rolamentos (11);

## 2.3. CONJUGADO

Para descrever a origem do conjugado em um motor elétrico, o modelo de uma espira de corrente pode ser aplicado, conforme representação na figura 3. Na figura 3(a) é representada a vista frontal da espira de corrente na presença de uma densidade de campo magnético  $B$  uniforme. A figura 3 (b) mostra a vista superior da espira, onde a linha tracejada  $o$  indica o eixo central onde ocorre o movimento de rotação,  $i$  indica o sentido em que a corrente flui na espira,  $r$  é o raio e  $l$  é o comprimento da espira.

Figura 3 - Fluxo magnético no campo girante (CHAPMAN, 2003)



Cada segmento de espira representado pelas letras  $ab, bc, cd$  e  $da$  na figura 3(b), na presença de uma densidade de campo magnético  $B$  e corrente elétrica  $i$ , sofre uma força  $F$  de acordo com a equação:

$$F = il \times B \quad (1)$$

Onde  $F$  é a força desenvolvida,  $i$  é a corrente elétrica,  $l$  é o comprimento do fio e  $B$  a densidade de fluxo magnético.

O conjugado pode ser obtido através do produto vetorial entre a força  $F$  e a distância  $r$ . Esta distância  $r$  normalmente é a distância entre o eixo de rotação e o ponto onde a força é desenvolvida, ou seja, nos segmentos  $ab$  e  $cd$ . A equação 2 mostra como pode ser calculado o conjugado desenvolvido a partir das forças desenvolvidas.

$$C = F \cdot r \cdot \sin\theta \quad (2)$$

Onde,  $C$  é o conjugado,  $F$  é a força,  $r$  é o raio e  $\theta$  é o ângulo entre a força e o vetor raio.

## 2.4. CARACTERÍSTICA CONJUGADO VERSUS VELOCIDADE

O comportamento do motor de indução é uma das características de grande relevância ao se comprar um motor, para isso se compara a curva de conjugado versus velocidade. Diversos elementos influenciam a curva de conjugado pela velocidade. Entre eles estão a resistência para o rotor girar (carga) e a tensão aplicada no motor (FITZGERALD et al., 2003).

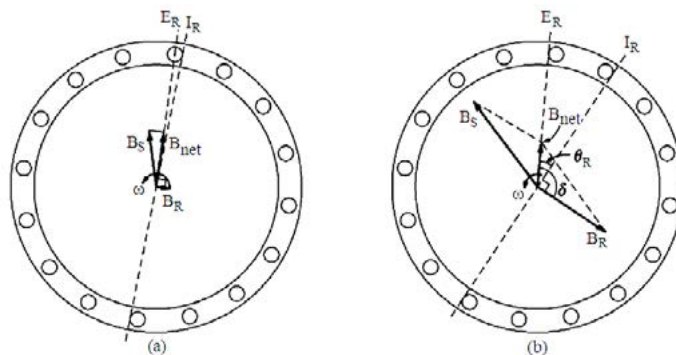
Quando o motor de indução recebe uma carga através do disco de freio no instante em que o sistema de freio é acionado, responde de acordo com as características de construção (conjugado, frequência, velocidade, etc.) e a carga inserida. Ao inserir carga em um motor através de um freio, conforme a carga aumenta, a velocidade nominal  $n_N$  diminui ao mesmo tempo em que aumenta o seu escorregamento  $S$ . Diminuindo a velocidade nominal, o motor tende a exigir mais movimento

rotativo dos campos magnéticos, com isso intensificando os campos magnéticos do rotor ( $B_R$ ) e os campos magnéticos do estator ( $B_S$ ) aumenta a tensão do rotor ( $E_R$ ) e sucessivamente a corrente do rotor ( $I_R$ ). Aumentando a carga, aumenta cada vez mais o ângulo entre a tensão e a corrente no rotor. Com o escorregamento aumentando, aumenta também a frequência elétrica do rotor ( $fe = S.fe$ )(CHAPMAN, 2003).

Com o aumento da carga no motor, aumenta os campos magnéticos e também o conjugado induzido ( $C_{ind}$ ) do motor tende a aumentar proporcional ao ângulo  $\delta$ , conforme a figura 4. Na figura 4(a) é mostrado o motor de indução com pequena variação entre a tensão e a corrente no rotor, essa pequena defasagem de corrente ocorre devido a intensidade de carga inserida no eixo (rotor). Assim na figura 4(b) pode se ver que a diferença entre  $E_R$  e  $I_R$  é maior, por isso pode-se dizer que na figura 4(b) há carga mais elevada do que na figura 4(a), demonstrando como o rotor se comporta a variação de carga (CHAPMAN, 2003).

A relação entre a potência de entrada do motor de indução e a potência mecânica ( $P_{out}$ ) disponível para gerar o conjugado há uma pequena parcela considerada como perdas. Essas perdas são originadas dos enrolamentos das bobinas dos núcleos do estator e do rotor, resistências do fio, perdas por efeito Joule entre outras. Então para se obter o conjugado induzido no motor através da potência de saída ( $P_{out}$ ), de forma simples, primeiramente se obtém a potência elétrica de entrada e subtrai-se das perdas encontradas, no resultado tem-se a potência mecânica na saída e relacionando com a velocidade angular ( $\omega$ ), obtém-se o conjugado induzido ( $C_{ind}$ ) conforme a equação 3 (CHAPMAN, 2003).

**Figura 4 -** Comportamento do rotor com carga (CHAPMAN, 2003)



Outra forma para descrever o conjugado induzido no rotor utilizando a figura 4 é a equação 4, analisando a resultante dos campos magnéticos que induz a tensão gerada no rotor.

Onde:

- $C_{ind}$  – Conjugado induzido (N.m);
- $K$  – Constante característica da construção do motor;
- $B_S$  – Indução magnética criada pelo estator (Wb/m<sup>2</sup>);
- $B_R$  – Indução magnética criada pelo rotor (Wb/m<sup>2</sup>);
- $B_{net}$  – Resultante dos campos magnéticos  $B_R$  e  $B_S$ ;
- $\delta$  – Ângulo entre  $B_R$  e a tensão no rotor  $E_R$ .

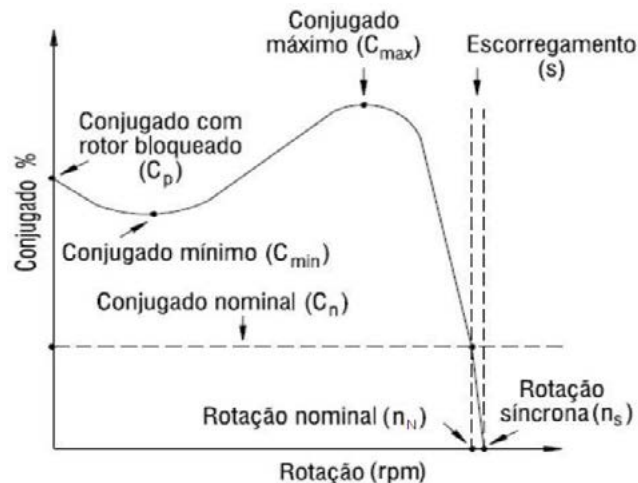
Para resumir e entender como o conjugado do motor se comporta, é mostrado no gráfico da figura 5 a curva de comportamento normal do conjugado em motores de indução através da porcentagem de carga no conjugado em relação à velocidade do motor. Esse gráfico mostra como o motor se comporta a variações de porcentagem de conjugado (variações de carga), traçando a trajetória do conjugado quando a velocidade do motor é reduzida. No gráfico apresentado na



figura 5, estão os principais pontos em que o conjugado atravessa. Inicialmente o conjugado é apresentado através de uma linha tracejado representando o motor com conjugado na nominal ( $C_n$ ), ou seja, trabalhando a 100% de sua capacidade. Em seguida tem-se o escorregamento ( $S$ ) sendo bem destacado, realçando a diferença entre a rotação síncrona ( $n_s$ ) e a rotação nominal do motor ( $n_N$ ).

Conforme a rotação diminui, o motor aumenta o conjugado até atingir seu ponto máximo ( $C_{max}$ ) normalmente atingindo 2 a 3 vezes o conjugado nominal. Após esse ponto, se a rotação permanece caindo, o conjugado entra em uma região de instabilidade até atingir o ponto mínimo ( $C_{min}$ ) definido como o menor conjugado desenvolvido até a rotação nominal. Este ponto mínimo é o conjugado necessário para que o motor supere a inércia e comece a girar. Outro ponto é ao partir o motor com carga, o acionamento inicia o conjugado acima do mínimo, pois além da inércia do motor é preciso que o motor supere a inércia da carga. Enfim quanto mais próximo da velocidade nominal, melhor é o comportamento do conjugado do motor (CHAPMAN, 2003; WEG, 2005; FITZGERALD et al., 2003).

**Figura 5** - Curva do conjugado versus velocidade (WEG, 2005)



## 2.5 CÉLULAS DE CARGA

Conforme Balbinot e Brusamarello (2007), as células de carga (figura 6) são baseadas em extensômetros de resistência elétrica e são os transdutores sensores mais utilizados para medição de força e outras grandezas correlacionadas. Algumas das características mais relevantes destes extensômetros na utilização em células de carga são: boa linearidade, fácil instalação, baixo custo e, além disto, podem ser usados imersos em água (BEGA et al. 2006).

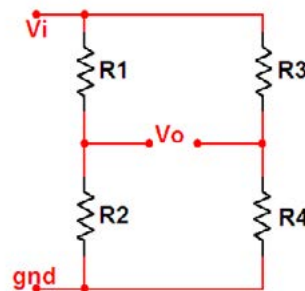
**Figura 6** – Célula de carga utilizada



A célula de carga da figura 6 pode mensurar valores tanto para esforço de tração como esforço de compressão possibilitando o sistema fazer medições nos sentidos de rotação horário e anti-horário do eixo do motor.

Nas células de carga utiliza-se com grande frequência a topologia Ponte de Wheatstone conforme a ligação do circuito da figura 7, muito usado para medidas de resistência. Este circuito foi proposto inicialmente por Samuel Hunter Christie em 1833 e popularizado por Sir Charles Wheatstone em 1858. Este tipo de circuito utiliza quatro resistências e o objetivo é medir a variação dessas resistências através da diferença de potencial na saída  $V_o$  da figura 6 em função da entrada  $V_i$ . (ARENY e WEBSTER 2001; FRADEN 2004).

**Figura 7** - Ponte de Wheatstone



A grande utilização da célula de carga em aplicações industriais deve-se a grande capacidade de medição indiretamente das várias grandezas físicas como força, conjugado, vibração, distorção, pressão entre outros fenômenos responsáveis por algum tipo de deformações mecânicas (BALBINOT e BRUSAMARELLO 2007).

## 2.6. TORQUÍMETRO ROTATIVO

No projeto também foi previsto o acoplamento de um torquímetro rotativo (figura 8) entre o motor e o freio, no qual será responsável por mensurar o conjugado, aferindo o sistema através da comparação entre a medida da base proposta com as células de carga para a medição com a medida do próprio instrumento já calibrado e ainda comparar com a modelagem matemática.

**Figura 8** – Modelo de transdutor de conjugado (Sensor) (MK 2012).

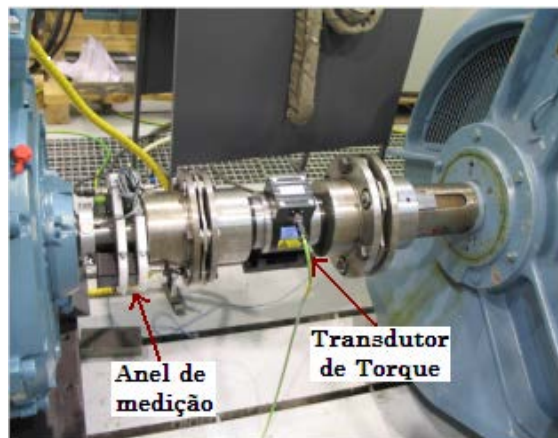


Este torquímetro faz-se necessário pelo fato de se obter para a aferição o conjugado real do motor, direto no eixo, ou seja, além da obtenção de estimativas obtidas através do cálculo do sistema montado, terá de obter a força que o motor faz em seu eixo quando há presença de carga resistente.

## 2.7. TRABALHOS RELACIONADOS

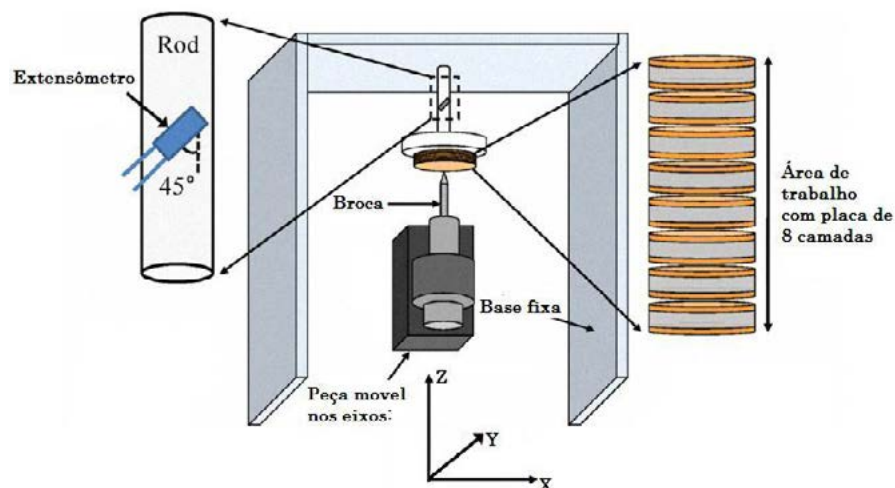
Atualmente Niskanen e Ahola (2011), desenvolveram um medidor de conjugado sem fio, utilizando microcontrolador e o sinal sem fio é via rádio. Este medidor é constituído de um anel tipo braçadeira, feito com material trabalhado em polietileno acoplável a eixos de motores rotativos, onde junto a ele fica contido todo o sistema de medição e transmissão. Também neste anel há uma bateria que alimenta o sistema. No anel, a medição do conjugado é similar a de um transdutor de torque, tanto que para aferição do conjugado, Niskanen e Ahola (2011) utilizarão um transdutor de torque para comparação do sinal gerado pelo sistema que eles haviam desenvolvido. O anel utiliza extensômetros, que varia conforme a força resistente de torção no eixo, transmitida para o anel de medição (figura 8).

**Figura 9** - Medidor de conjugado sem fio (NISKANEN e AHOLA, 2011)



Com os avanços em tecnologias para a medição de conjugado, é possível de se utilizar extensômetros para mensurar qualquer aplicação com motores, como no projeto de Lee K. et.al (2009), onde foi desenvolvido um sistema para medição de micro conjugado no eixo de uma furadeira de placa de circuito impresso (Printed Circuit Board) (PCB). No projeto foi utilizado uma broca de diâmetro em torno de 200 micro metro ( $\mu\text{m}$ ). Para obter a variação do esforço da broca, foi colocado o extensômetro em uma haste de sustentação do material a ser perfurado, acima da furadeira, assim quando o material começar a ser perfurado, a força será transmitida para a haste, variando a resistência do extensômetro conforme a figura 10.

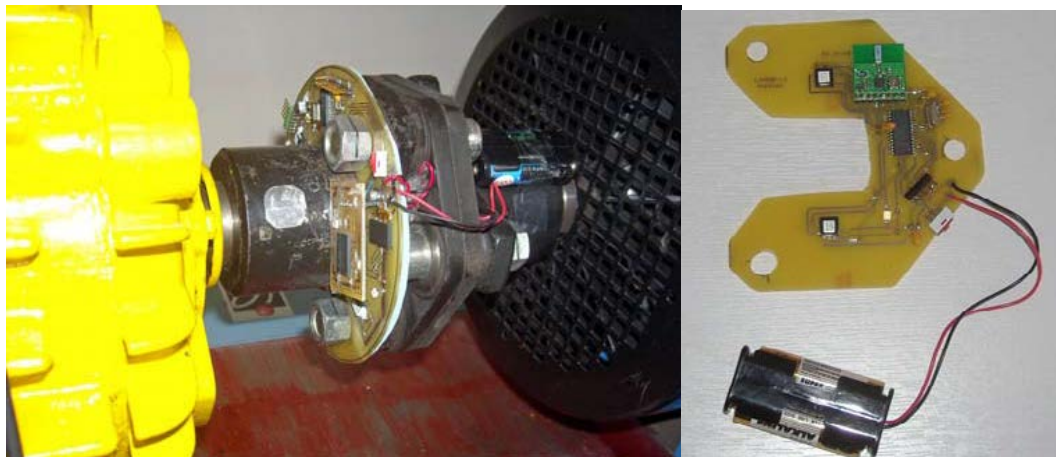
**Figura 10** – Sistema de medição de micro conjugado (LEE K. et.al, 2009)



Outro trabalho encontrado foi o desenvolvimento de um novo tipo sensor que possibilita a medir o conjugado, baseado na tecnologia com acelerômetros MEMS medindo a velocidade e o campo gravitacional com a variação em apenas dois eixos do acelerômetro. Também o condicionamento do sinal de transmissão é em tempo real a partir do sistema integrado de processamento digital de sinais, Digital Signal Processor (DSP) fixo.

Para transmitir o sinal medido, utilizou o sistema de rádio frequência (RF) bluetooth, de altas frequências (2,5MHz), para ser possível de medir também a velocidade do motor. Estes dados são transmitidos para uma outra placa de processamento de sinal digital, usado para programar o controle de vetores normais de indução do motor. Este sistema é bem acessível e pode ser instalado em qualquer tipo de motor elétrico (figura 11).

**Figura 11** - Protótipo do sistema de medição montado (BAGHLI, PAUPTX e MEZANI, 2010)



### 3. METODOLOGIA PROPOSTA

Para o presente artigo tem-se como foco principal demonstrar o desenvolvimento parcial de um sistema capaz de mensurar o conjugado, através de simulações de cargas encontradas em processos industriais, juntamente com componentes utilizados na indústria. Para o projeto, foi feita a construção de um sistema mecânico, onde nesse sistema puderam ser acoplados todos os componentes necessários à geração de cargas (pinça, pastilhas, cilindro hidráulico) no eixo do motor, também como os transdutores (células de carga) que possibilitaram mensurar a força que o motor exerce na estrutura mecânica onde está fixado. Além disso, foi projetado um circuito de condicionamento dos sinais para os transdutores, permitindo a amplificação e filtragem dos mesmos. Este filtro tem como objetivo minimizar os ruídos provenientes de vibrações geradas pelo motor de indução e pelo sistema de frenagem. Por fim foi colocado entre o sistema de medição e o sistema de frenagem um torquímetro rotativo para aferição e comparação com os resultados experimentais obtidos e os resultados da modelagem matemática.

O princípio de funcionamento do projeto parte do acionamento do motor de indução, onde através da junção entre os eixos do motor, um torquímetro e do disco de freio, tende a girar todos os eixos no mesmo sentido e instante de tempo. Por seguinte, quando o freio é acionado, ocorrendo à frenagem do eixo do motor, com isso ocorre a movimentação da base onde o motor está fixo, forçando as células de carga e mensurando a intensidade de conjugado do motor.

## 2.4. ESTRUTURA DO PROJETO

A construção da estrutura partiu da necessidade de obter uma bancada de testes em motores dentro de instituições de ensino. O projeto foi desenvolvido em partes, no qual primeiramente projetou-se a estrutura mecânica onde foi fixado o motor, as células de carga, o freio para gerar as cargas resistivas no eixo do motor e o torquímetro rotativo para aferição do sinal proveniente das células de carga. Uma representação do sistema pode ser visualizada no diagrama da figura 12.

**Figura 12** – Diagrama da estrutura do projeto



A estrutura consiste em um sistema capaz de mensurar o conjugado de um motor elétrico inserido em uma base que se movimenta presa por um eixo central. Nas extremidades da base foram inseridas duas células de carga, que geram um sinal proporcional ao esforço que o motor transmite para a base, obtendo a leitura da força resistente da célula de carga para o circuito de condicionamento de sinal que converte em conjugado disponível no eixo.

## 4. O SISTEMA DESENVOLVIDO

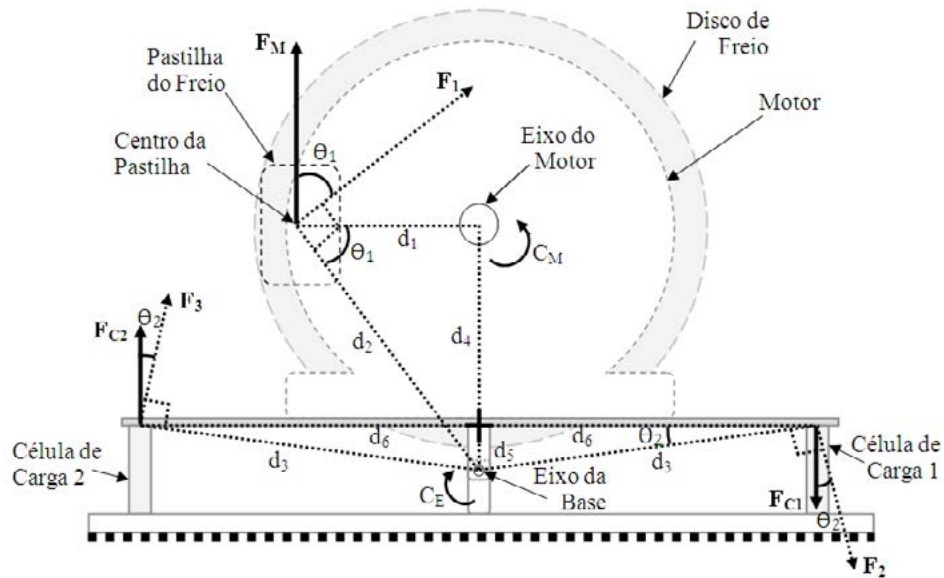
O sistema pode ser separado em três partes: parte de construção mecânica, partes de modelagem dos resultados teóricos e parte de condicionamento dos sinais para comparação com os valores obtidos na modelagem.

A construção mecânica consistiu em fixar as células de carga, o motor, o torquímetro e o freio em uma estrutura só. Essa estrutura foi feita com dimensões retiradas do manual do motor, também com as características da célula de carga dimensionada. A capacidade de medição da célula foi baseada no cálculo do conjugado da equação 5, relacionando a distância e a força.

Através dessa equação 5 e com os valores tabelados do fabricante do motor juntamente com a distância que foi colocada referente ao eixo do motor, pode-se dimensionar a célula de carga a ser utilizada, através da força máxima que o motor ira exercer na célula de carga.

Para a análise do comportamento da estrutura mecânica esta representado na figura 13 o diagrama das principais forças envolvidas na estrutura.

**Figura 13** - Diagrama de forças



A seguir é apresentada a equação 6 que descreve o esquema das forças apresentado na figura 13, obtendo o conjugado disponível no eixo. Os valores utilizados para os cálculos foram retirados do projeto da estrutura real apresentada na figura 14.

No final o conjugado pode ser obtido através da equação 6 com a variação dos valores mensurados nas células de carga. Na equação 6 o conjugado do motor ( $C_M$ ) é a relação dos valores da soma das forças medidas nas células de carga ( $F_{C(1+2)}$ ) com as distâncias ( $d_1, d_2, d_3$ ) e os cosenos dos ângulos apresentados na figura 13.

**Figura 14** – Sistema inicial montado sem o torquímetro



Para que a força fosse obtida, foi desenvolvido um condicionador e filtro, esse circuito foi dimensionado para que o sinal da célula de carga pudesse ser utilizado em qualquer dispositivo que tenha entrada analógica de 0 a 10 V. O sinal 0 representa zero de conjugado e zero de peso na célula de carga, já o sinal 10V representa 980N e o conjugado máximo que o sistema pode mensurar.

#### 4.1. AQUISIÇÃO DO SINAL

O condicionado e filtro foram construídos com amplificadores de instrumentação INA125 e amplificadores operacionais OP07. O circuito ficou dividido em quatro partes:

Para o circuito receber o sinal da célula de carga foi utilizado primeiramente o INA 125 com um ganho pré-ajustável de 10V/V. Esse amplificador escolhido por já estar preparado para receber sinais provenientes de circuito em ponte como de uma célula de carga. Esse amplificador é de fácil utilização, confiável e de baixo custo.

Em seguida há o circuito de filtragem, onde foi projetado um filtro passa baixo de quarta ordem com ganho 1V/V, com uma frequência de aproximadamente 1Hz. Esse filtro tem por objetivo eliminar todos os ruídos acima dessa frequência, provenientes principalmente do freio.

O conjunto de amplificador mais o filtro são as etapas iniciais para cada uma das células de carga e também para o torquímetro. Então, para se mensurar as duas células de carga foi necessário outro circuito capaz de amplificar a diferença entre as duas células de carga. Com esse circuito já é possível de obter na saída um sinal de 0 a 10V, mas para um motor que gira em sentido horário e anti-horário para finalizar foi projetado um retificador de precisão com o objetivo de sempre estar trabalhando com sinais positivos. No torquímetro rotativo será necessário para o segundo parte (o filtro), refazer para que além de filtrar o filtro eleve o sinal com amplificação de 100V/V.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram apresentadas as principais partes do projeto já executadas e alguns dos resultados obtidos até o momento a respeito da parte mecânica e modelagem. No artigo foi citado o torquímetro rotativo, um transdutor que será utilizado para aferição do sistema. Esse torquímetro não está nas imagens reais do projeto, pois o mesmo não foi entregue pelo fornecedor até o momento.

Como o trabalho em que o artigo se refere ainda não está concluído, os resultados quantitativos estão ainda em andamento, portanto para esse artigo fica anexado a ideia de como o trabalho decorreu desde seu início até sua conclusão demonstrando que é possível sua construção tanto quanto sua utilização como bancada de testes para estudos em engenharia.

O presente trabalho tem como finalidade dimensionar, através de sensores do tipo células de carga, o conjugado presente no eixo do motor transferido para sua base. Com os resultados parciais obtidos até agora e com o andamento do trabalho, acredita-se que dentro de um período quarenta e cinco dias, ou seja, será concluído dentro de um semestre do curso de engenharia de Controle e Automação todo sistema da bancada e estará pronto para utilização.

## REFERÊNCIAS

ARENY P. Ramon; WEBSTER G. John. **Sensors And Signal Conditioning**. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: 2 ed. Ed. John Wiley & Sons, Inc. 2001. p. 73 - 205. ISBN 0-471-33232-1

BALBINOT, A; BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentação de Medidas**. 2º ed. Arte & Idéia. Rio de Janeiro RJ. 2007. ISBN 978-85-216-1563-7.

BAGHLI L., PAUTEX J. F. E MEZANI F. Wireless Instantaneous Torque Measurement. Application to Induction Motors. Artigo apresentado na XIX International Conference on Electrical Machines - ICEM 2010, Rome. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=5608217&contentType=Conference+Publications>> Acesso em Jun. 2012.

BEGA et al. **Instrumentação Industrial**. 2. ed. Interciência, Rio de Janeiro RJ. 2006 . ISBN 85-7193-137-2.

BRITO M. RENATO. **Sistema Eletro-eletrônico para Medição Direta de Torque em Dispositivos Girantes Utilizando Extensômetros de Resistência Elétrica**. Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais (PPGEMM). Ministério da Educação e do desporto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre - RS, 1994.

CHAPMAN J. Stephen. **Electric Machinery Fundamentals**. 4 Ed. McGraw Hill Higher Education Companies, Inc. Americas, New York, NY. 2003. ISBN 0-07-115155-9

CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – UNICAMP. Campinas, 2002.

FRADEN Jacob. **Handbook of Modern Sensors**. Physics , Designs, and Applications. 3ed, Springer – Verlag New York, Inc., 2004. p. 59 – 66, 323 - 327. ISBN 0-387-00750-4.

FRANCHI, M. Claiton. **Acionamentos Elétricos**. Motores Elétricos Diagrama de Comando, Chaves de Partida, Inversores de Freqüência e Soft-Starters. São Paulo: Ed. Polis, 2007. ISBN 978-85-365-0149-9.

FITZGERALD et. al. **Eletric Machinery**. 6 ed. McGraw Hill Higher Education Companies, Inc. Americas, New York, NY. 2004 . ISBN 0-07-366009-4, ISBN 0-07-112193-5.

GARDINALLI J.Geraldo. **Comparação do desempenho de frenagem Simulada x experimental de um veículo de Passeio com freios hidráulicos e abs**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Automotiva. 2005. Disponível em: [http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/gardinalli\\_geraldo.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/gardinalli_geraldo.pdf). Acesso em: Jul. 2012.

LEE K. et.al. Development Of Micro Torque Measurement Device Using Strain Gauge”. Artigo apresentado do **International Symposium on Assembly and Manufacturing (IEEE)**. November 2009. Suwon, Korea. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5376923&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F5367681%2F5376901%2F05376923.pdf%3Farnumber%3D5376923>. Acesso em: Jun. 2012

NISKANEN V. e AHOLA J. “Implementing Clamp On Wireless Torque Measurement System For Rotating Shaft Applications (UI)”. Lappeenranta university of technology. Lappeenranta, Finland 2011. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=828759&contentType=Conference+Publications>. Acesso em: Jun. 2012.

PUMA L. A. José. **Controle Direto de Torque do Motor de Indução Trifásico Usando Controlador Fuzzy Tipo PI Autoajustável**. Tese de Mestrado em Engenharia Elétrica, Departamento de Sistemas e Controle de Energia. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas – SP. 2010.



STRIEDER A.; SCHUCH M. C.; FRIAS, A. R. **Utilização de Simuladores de Processos como Ferramenta para o Ensino de Engenharia**. 2010. Disponível em: <<http://revistavirtual.unisal.br:81/seer/ojs-2.2.3/index.php/123/article/view/64/>>. Acesso em: Mai. 2012.

WEG. **Bancadas Didáticas**. Disponível em: <<http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/WEG-bancada-didatica-bdmw-50023199-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: Abr. 2012.

WEG. **Motores Elétricos**. Catalogo de Linhas de Produtos 2005. Disponível em: <<http://www.coe.ufrj.br/~richard/Acionamentos/Catalogo%20de%20Motores.pdf>>. Acesso em Abr. 2012.

WEG. **Motores de Indução**. Apostila Básica de Motores de Indução. 2011. Disponível em: <<http://shockinsano.blogspot.com.br/2011/06/motor-de-inducao.html>> Acesso em: Jun. 2012.

## UTILIZAÇÃO DO SORO DE RICOTA NA PRODUÇÃO DE BIOETANOL

Angélica Vincenzi, Mônica Jachetti Maciel, Daniel Neutzling Lehn, Eniz Conceição Oliveira, Cláucia Fernanda Volken de Souza

Centro Universitário UNIVATES – Lajeado – RS – Brasil

**Abstract.** *This work aimed to the use of whey as ricotta medium for production of bioethanol by fermentation of lactose, conducted by the yeast *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537, 16045 and 12424) and *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176). The concentration of lactose in the beginning of fermentation was approximately 47 g/L. For yeast *K. marxianus*, the lactose concentration decreased rapidly to become constant, *K. lactis* which showed a slow decline. The study indicates that ethanol can be obtained from the conversion of lactose present in ricotta whey, mainly employing the yeast species *K. marxianus*.*

**Resumo.** *Este trabalho teve como objetivo o aproveitamento do soro de ricota como meio de cultivo para produção de bioetanol, através da fermentação alcoólica da lactose, realizada pelas leveduras *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537, 16045 e 12424) e *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176). A concentração de lactose no início da fermentação foi de aproximadamente 47 g/L. Para as leveduras *K. marxianus*, a concentração de lactose diminuiu rapidamente e se tornou constante, diferentemente da *K. lactis* que apresentou uma lenta diminuição. O estudo indica que é possível obter bioetanol a partir da conversão da lactose presente no soro de ricota, principalmente empregando as leveduras da espécie *K. marxianus*.*

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de leite e o estado do Rio Grande do Sul ocupa o segundo lugar, com uma produção de 3.633.834 mil litros ao ano (EMBRAPA, 2012). No Vale do Taquari este setor é altamente difundido, representando uma importante atividade socioeconômica por meio das inúmeras indústrias de laticínios implantadas na região, contribuindo para uma repercussão positiva da cadeia leiteira gaúcha.

Cerca de 40% da produção de leite da região é destinada à fabricação de queijo [EMATER, 2011], resultando em grande quantidade de soro de queijo, posteriormente utilizado na fabricação de ricota [PONSANO et al., 1992; SISO, 1996; RICHARDS, 2002]. Neste processo é gerado o soro de ricota, obtido após a coagulação, pelo emprego de calor e ácido, e posterior separação das proteínas do soro de queijo [PORTO et al., 2005]. Atualmente este soro não é aproveitado pelos laticínios.

Em função da alta concentração de substâncias orgânicas, principalmente de lactose (carga orgânica solúvel, representando aproximadamente 70% dos sólidos totais), o soro de ricota apresenta um elevado valor de demanda química de oxigênio (DQO), em torno de 80.000 mg/L [SANSONETTI et al., 2010]. Entre os subprodutos da indústria de laticínios, o soro de ricota é o de maior importância, tanto pelo volume gerado como pela carga poluidora, de forma que se lançado em corpos hídricos sem tratamento prévio pode causar um grave problema ambiental. Assim, este soro deve ser encaminhado às plantas de tratamento de efluentes dos laticínios antes do lançamento em corpos hídricos [SANSONETTI et al., 2009]. Portanto, a geração deste soro

de ricota representa um aumento no custo de produção para as indústrias da região do Vale do Taquari, devido ao tratamento necessário para redução de sua carga orgânica.

Atualmente, quase todo o bioetanol é obtido pela fermentação de massas vegetais, principalmente cana de açúcar e cereais, causando problemas relacionados à disponibilidade do solo e a sua exploração excessiva, contribuindo assim para o aumento dos preços dos gêneros alimentícios. Por isso é necessário identificar fontes alternativas renováveis e não vegetais para produção de biocombustíveis [SANSONETTI et al., 2009].

A alta concentração de lactose no soro de ricota sugere a possibilidade de converter esse açúcar em um produto de valor agregado [SARACENO et al., 2010]. Através da levedura *Kluyveromyces marxianus*, a lactose do soro de ricota pode ser convertida em bioetanol, que se adequadamente separado do soro, resulta na redução da DQO deste subproduto. Desta forma, o soro de ricota representa uma fonte alternativa não vegetal para a produção de bioetanol, conforme os estudos de Sansonetti et al. (2009), (2010), Saraceno et al. (2010) e Sansonetti et al. (2011).

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a viabilidade de aproveitamento do soro de ricota como meio de cultivo para produção de bioetanol, através da fermentação alcoólica da lactose pelas leveduras *Kluyveromyces marxianus* e *Kluyveromyces lactis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado nos Laboratórios de Química e Central Analítica do Centro Universitário UNIVATES.

As cepas utilizadas no experimento foram *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537, 16045 e 12424) e *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176) adquiridas na Fundação André Tosello (Campinas, São Paulo).

O meio de fermentação utilizado foi o soro de ricota de queijo tipo lanche adquirido de uma indústria de laticínios localizada no Vale do Taquari/RS. Para cada levedura testou-se o soro de ricota estéril e o soro de ricota não estéril. O pH do meio de fermentação foi ajustado em uma faixa de pH entre 4,5 e 5,0.

Para a preparação do pré-inóculo as leveduras foram incubadas, *over night*, em Caldo Sabouraud Maltose (Himedia, India) em banho-maria de agitação contínua (Marconi, MA093) a 30 °C. A padronização do número de células do inóculo foi realizada através da densidade ótica (DO) no comprimento de onda de 600 nm em espectrofotômetro (Tecnal, SP 2000 UV) até  $DO_{600} = 1,0$ . Os frascos erlenmeyer de 250 mL com 50 mL do meio de fermentação foram inoculados com 10% (v/v) do inóculo com  $DO_{600} = 1,0$ . Os frascos foram mantidos em incubadora com agitação orbital (*shaker*) (Marconi, MA830) de 150 rpm a 34 °C por 52 horas. Periodicamente foram coletadas amostras do cultivo fermentado para determinação do pH, da biomassa e dos teores de etanol e lactose.

Para a determinação de biomassa, amostras de 10 mL do meio de fermentação foram transferidas para tubos Falcon, previamente pesados, e centrifugadas (Excelsa, 206 BL) por 15 minutos a 3500 rpm. Separou-se o sobrenadante, o qual foi submetido à leitura de pH em aparelho pHmetro (Digimed, DM 20) e posteriormente armazenado em temperatura de congelamento para realização dos demais testes (etanol e lactose). O precipitado foi lavado com 10 mL de água destilada gelada, em seguida homogeneizado em agitador de tubos tipo vortex (Phoenix Lufenco, AP 56) e novamente centrifugado. Este procedimento foi repetido por três vezes. Os tubos com biomassa foram submetidos à secagem em estufa (De Leo, A3SED) a 60 °C por 48 horas e após

foram novamente pesados. A quantidade de biomassa corresponde à diferença de massa entre o tubo com biomassa seca e o tubo vazio.

A determinação de lactose foi realizada por espectrofotometria seguindo o método de determinação de açúcares redutores (Miller, 1959). Para o preparo do reagente de cor foram pesados em balança analítica 0,25 g de ácido dinitrosalicílico e 75 g de tartarato de sódio e potássio, e a seguir foram adicionados 50 mL de NaOH 2 M e água até o volume de 250 mL, ajustado em balão volumétrico. Para facilitar a solubilidade do ácido o reagente foi preparado sob chapa aquecedora com agitação. Para a curva padrão (de zero a 5 g/L de lactose) foi preparada uma solução-mãe de lactose 5 g/L. A amostra de soro centrifugado foi diluída dez vezes. A seguir, a uma alíquota de 100 µL da amostra de soro ou da curva padrão adicionou-se 1000 µL do reagente de cor. A mistura foi aquecida em banho-maria (MARCONI, MA 156) fervente por 10 minutos. Após atingir temperatura ambiente a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro (Tecnal, SP 2000 UV) a 570 nm.

A concentração de etanol foi determinada utilizando a cromatografia gasosa, pelo método de microextração em fase sólida (MEFS) em cromatógrafo a gás (Agilent Technologies 6890N) equipado com detector de ionização de chama. A extração da amostra ocorreu mergulhando-se a fibra no "headspace". Após a extração, a fibra foi retirada da amostra e inserida no injetor do cromatógrafo gasoso, na qual os analitos foram termicamente desorvidos sob fluxo do gás de arraste e carregados para a coluna cromatográfica (DB-WAX 30 m x 0,450 mm x 0,85 µm), onde o detector determina a concentração dos componentes, transferindo os sinais para um computador, onde são exibidos em forma de pico. A área do pico é proporcional a concentração de etanol presente na amostra (VALENTE e AUGUSTO, 2000).

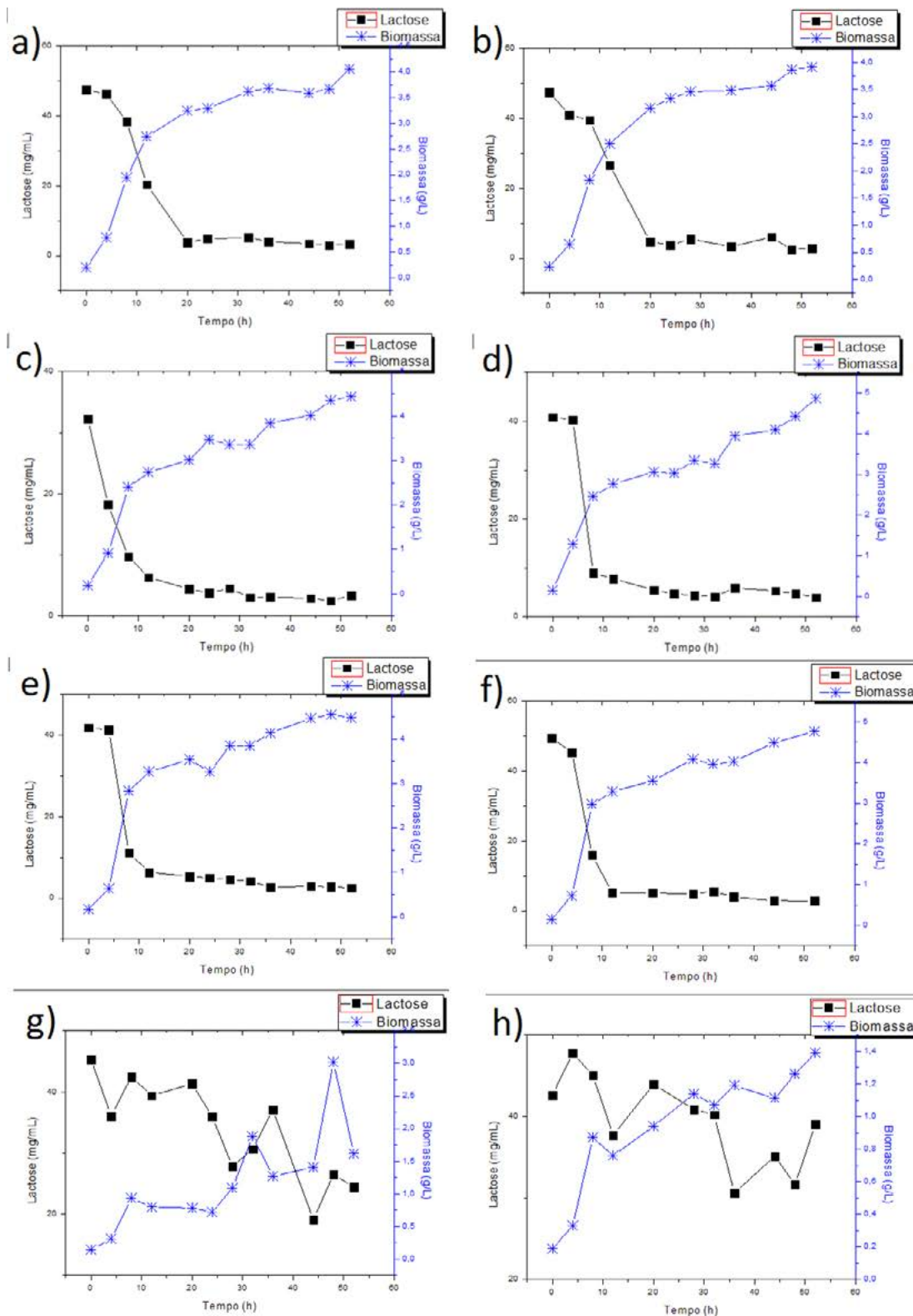
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados de produção de biomassa e redução da lactose das leveduras em estudo, em função do tempo de fermentação.

Os resultados obtidos mostram que a levedura *K. marxianus* 46537 apresentou a maior concentração final de biomassa para o soro estéril, com uma produção de 4,87 g/L com 52 horas de fermentação.

A concentração inicial de lactose no soro de ricota foi de aproximadamente 47 g/L. Para as leveduras *K. marxianus* 16045, 46537 e 12424, nas primeiras horas de cultivo a concentração de lactose diminuiu rapidamente e se tornou constante a partir de 20 horas (*K. marxianus* 16045), e de 12 horas (*K. marxianus* 12424 e 46537), para os soros estéreis e não-estéreis. A levedura *K. lactis* 24176 apresentou um comportamento diferente, com pequena redução da concentração de lactose e elevada variação.

**Figura 1:** Resultados de produção de biomassa e redução da lactose das leveduras

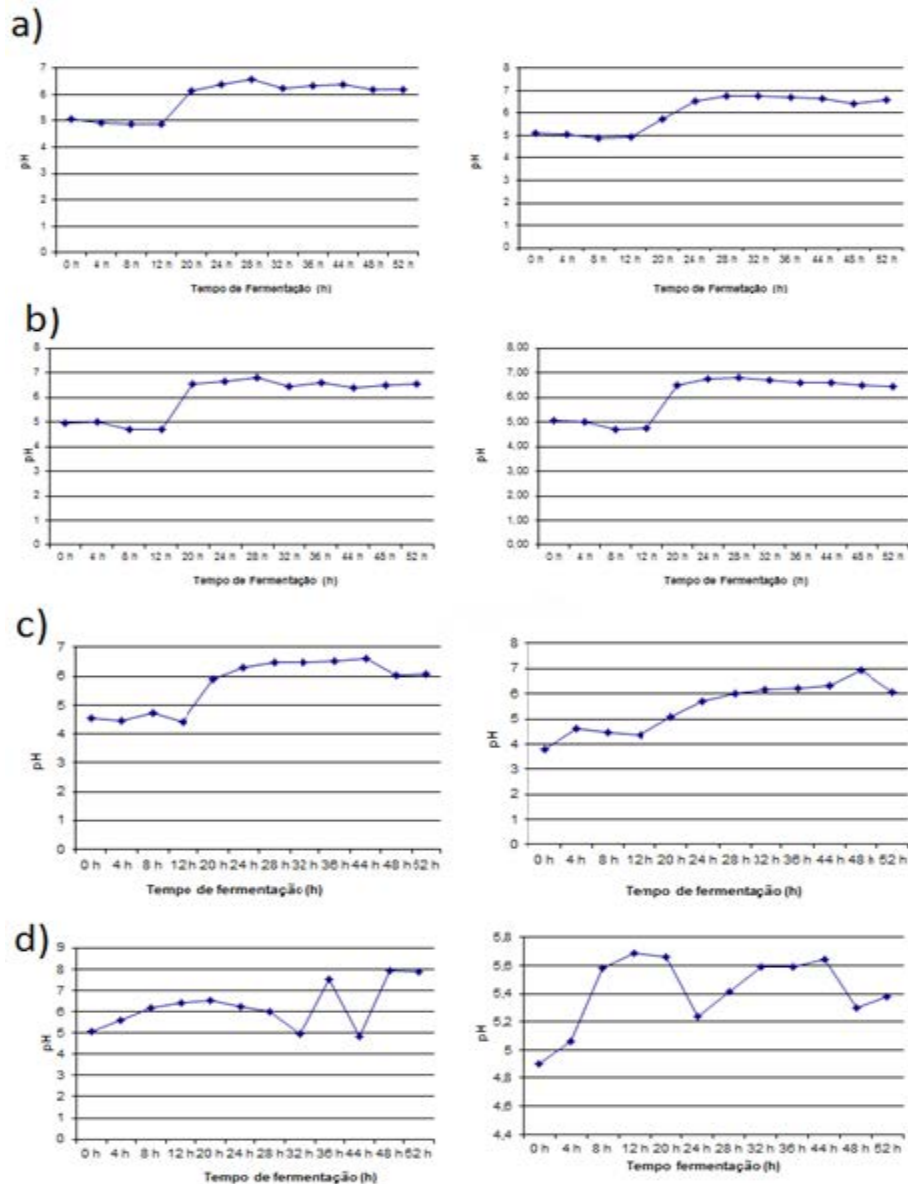


A) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 16045) em soro de ricota não estéril; B) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 16045) em soro de ricota estéril; C) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537) em soro de ricota não estéril; D) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 46537) em soro de ricota não estéril; E) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 12424) em soro de ricota não estéril; F) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 12424) em soro de ricota estéril; G) *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176) em soro de ricota não estéril; H) *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176) em soro de ricota não estéril.

A Figura 2 mostra os valores de pH para as leveduras trabalhadas no presente estudo.

As leveduras *K. marxianus* 16045, 46537, 12424 apresentaram valores constantes de pH durante o cultivo, tanto para o soro de ricota estéril quanto para o não estéril. Já para a levedura *K. lactis* 24176 o pH apresentou variação ao longo do cultivo.

**Figura 2:** Resultados dos valores de pH das leveduras



**A) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 16045) em soro de ricota não estéril e não estéril, respectivamente; B) *marxianus* (ATCC 46537) em soro de ricota não estéril e não estéril; C) *Kluyveromyces marxianus* (ATCC 12424) em soro de ricota não estéril e não estéril; D) *Kluyveromyces lactis* (ATCC 24176) em soro de ricota estéril e não estéril.**

Em comparação ao estudo de Sansonetti et al. (2009), é possível observar similaridade no crescimento da biomassa em soro de ricota para as leveduras da espécie *K. marxianus*, apresentando as fases lag, log e estacionária semelhantes. Em ambos os estudos, a fase lag permanece em torno de quatro horas após o início do cultivo. Após esse período o crescimento é expressivo (fase log), e a partir de aproximadamente 20 horas inicia a fase estacionária.

Os resultados de lactose apresentam uma concentração inicial de lactose semelhante, sendo em média 47 g/L no presente estudo e 45 g/L no trabalho de Sansonetti et al. (2009), apresentando

redução significativa nas primeiras 12 horas. Após esse período a concentração de lactose começa a estabilizar até manter-se constante.

Quanto à levedura *K. lactis*, apesar de haverem descrições sobre crescimento da biomassa e consumo de lactose em soro de queijo (COUTINHO et al., 2009) não foram encontrados dados na literatura quanto ao seu comportamento em soro de ricota, bem como não há relatos da utilização de soro de ricota estéril e não estéril. Com os resultados obtidos até o momento pode-se verificar a diferença no consumo da lactose em soro de ricota pela levedura *K. lactis*, que é lento comparado ao de *K. marxianus*, o que sugere menor desempenho na produção de etanol pela levedura *K. lactis*.

#### 4. CONCLUSÃO

A levedura *K. lactis* 24176 apresentou um menor e mais lento consumo de lactose, quando comparada às demais leveduras estudadas. Os resultados obtidos indicam que é possível obter bioetanol a partir da conversão da lactose presente no soro de ricota, principalmente empregando as leveduras da espécie *K. marxianus*.

#### 5. REFERÊNCIAS

COUTINHO, M. R. V. et al. (2009) Produção de etanol em soro de queijo por *Saccharomyces fragilis*, *Kluyveromyces lactis* e *Kluyveromyces marxianus*. **Anais do XVIII EAIC**, 30 de setembro a 2 de outubro de 2009.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER. **Comunicação Pessoal**, 2011.

EMBRAPA - Gado de Leite. **Informações técnicas**: estatísticas do leite. 2012. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0212.php>. Acesso em 5 jul. 2012.

MILLER, G. L. Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, p. 426-428, 1959.

PONSANO, E. H. G. and CASTRO-GOMEZ, R. J. H. Fermentação do soro de queijo por *Kluyveromyces fragilis* como uma alternativa para a redução de sua capacidade poluente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, p. 170-173, 1995.

PORTO, L. M.; SANTOS, R. C; MIRANDA, T. L. S. Determinação das melhores condições operacionais do processo de produção da ricota. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 23, p. 173-182, 2005.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro Lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, v. 3, p. 20-27, 2002.

SANSONETTI, S. et al. Bio-ethanol production by fermentation of ricotta cheese whey as an effective alternative non-vegetable source. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, p. 1687–1692, 2009.

SANSONETTI, S. et al. Optimization of ricotta cheese whey (RCW) fermentation by response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 9156–9162, 2010.

SANSONETTI, S. et al. A biochemically structured model for ethanol fermentation by *Kluyveromyces marxianus*: A batch fermentation and kinetic study. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 7513–7520, 2011.

SARACENO, A. et al. A hybrid neural approach to model batch fermentation of “ricotta cheese whey” to ethanol. **Computers and Chemical Engineering**, v. 34, p. 1590–1596, 2010.

SISO, M. I. G. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, v. 57, p. 1-11, 1996.

VALENTE, A. L. P.; AUGUSTO, F. (2000) Microextração por fase sólida. **Química Nova**, v. 23, n. 4.



