

REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 9 - Nº 98 - Fevereiro/ 2014
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO MONITORAMENTO DOS PRINCIPAIS POLUENTES EMITIDOS NA ATMOSFERA E DE SEUS EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO DO RIO DE JANEIRO – Cunha, José Mauro De Carvalho; Guimarães, Claudinei De Souza; Serra, Eduardo Gonçalves	03
POLÍTICAS DE ACESSO AO ENSINO SUPERIOR: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – Amparo Villa Cupolillo; Rosana Pinto Plasa Silva; Waleska Giannini Pereira Da Silva	10
DOENÇA – DISTRIBUIÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL – Gerson Bragagnoli; Maria Teresa Nascimento Silva; Luciana Cardim; Maria Emilia Bavia	13
SMART CITY – CASO DA IMPLANTAÇÃO EM BUZIOS - RJ – Natalia M.C.A.A. Vilaca; Vinicius N. Figueiredo; Lorena Baptista De Oliveira; Vitor H. Ferreira; Marcio Z. Fortes; Weules F. Correia; Orestes L.C. Pacheco	16
GERENCIAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO DE EMPRESAS SUBCONTRATADAS/TERCEIRIZADAS EM EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDO DE CASO – Gerlando Parisi Júnior; Bianca Vasconcelos; Béda Barkokebas Jr.; Pâmella Parisi	23
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UM NEOMATERIAL A BASE DE MICROEMULSÃO COMO VEÍCULO DE <i>LIPPIA SIDOIDES</i> – Natalina Galdeano Abud Chaud; Eduardo Luzia França; Elton Brito Ribeiro; Rafael Pessoa; Patrícia Kelly Dias Lanes; Adenilda Cristina Honorio França	31
SISTEMA AUTOMATIZADO COM RECURSOS DE LOCALIZAÇÃO E SUPERVISÃO DE MATERIAIS INDUSTRIAIS – Roberto Luiz Garcia Vichinsky; José Walter Parquet Bizarria; Francisco Carlos Parquet Bizarria	39
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF EDIBLE ICES - A PRODUCT OF LOW CALORIFIC VALUE, NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL – Celeide Pereira; André Andrejewski; Daiane Corti; Carla Adriana Pizarro Schmidt; Pedro Luiz Manique Barreto; Ernani S. Sant’anna	47

IMPACTOS DAS APOSENTADORIAS DOS SERVIDORES EFETIVOS NA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE PERNAMBUCO – Cláudia Maria Siqueira De Melo Hammel; Edécio Rodrigues De Lima; Gerlando Parisi Júnior	53
ABORDAGEM DE EFICIÊNCIA NAS AUDITORIAS OPERACIONAIS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA – Marcelo Da Silva Mafra; Jerónimo Taundi Guilherme; Luiz Alberton; Ernesto Fernando Rodrigues Vicente	58
A UTILIZAÇÃO DA PARTE MINERAL DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO PARA O CONCRETO – Debora Attila Costa Parisi; Gerlando Parisi Junior; Suellem Attila Parisi	65
AVALIAÇÃO DA USINABILIDADE DO FERRO FUNDIDO VERMICULAR CLASSE 350 ATRAVÉS DO PROCESSO DE FRESAMENTO FRONTAL – Elço Da Silva; Wilson Luiz Guesser	71



Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>



AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO MONITORAMENTO DOS PRINCIPAIS POLUENTES EMITIDOS NA ATMOSFERA E DE SEUS EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO DO RIO DE JANEIRO

CUNHA, JOSÉ MAURO DE CARVALHO; GUIMARÃES, CLAUDINEI DE SOUZA; SERRA, EDUARDO GONÇALVES.

PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL (PEA) DA UFRJ
josemauro@poli.ufrj.br; claudinei@eq.ufrj.br; serra@poli.ufrj.br

Resumo - A partir da identificação das principais fontes de poluição atmosférica na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e do reconhecimento das doenças respiratórias de maior incidência na região são analisados e avaliados os custos, a abrangência da cobertura e a efetividade dos sistemas de controle de qualidade do ar em uso, atualmente, com base em estações automáticas. Este trabalho analisa a viabilidade da utilização de um sistema de biomonitoramento alternativo e compara-o com o sistema existente nos seus aspectos técnicos e econômicos. O cálculo dos custos sociais criados a partir da poluição do ar é também apresentado, bem como os benefícios sociais do sistema alternativo e uma breve discussão sobre os custos para financiar a sua execução.

Palavras-chave: Poluição do Ar. Biomonitoramento. Viabilidade Econômica do Biomonitoramento da Poluição do Ar.

I. INTRODUÇÃO

O Rio de Janeiro responde por 80% da produção e das reservas nacionais de petróleo, o que vem sendo um atrativo à entrada de muitas indústrias. No Rio se concentra a maior parte do esforço de prospecção de petróleo e gás. O Estado tem grande capacidade de refino, e também dispõe das indústrias petroquímica, metalúrgica, siderúrgica, química, farmacêutica e outras mais. O município do Rio de Janeiro tem o maior nível de concentração de população entre todos os municípios da região metropolitana do Estado.

Entre as muitas fontes de poluição do ar no município do Rio de Janeiro destacam-se as fontes móveis, responsáveis por cerca de 77% do total emitido na região, vindo, em seguida, as fontes fixas, entre as quais se inclui a indústria, com 23% (INEA, 2009). Algumas das medidas de mitigação já implementadas e em implementação no Rio de Janeiro são a substituição dos processos de produção e de serviços que não priorizam o uso de recursos energéticos renováveis, a substituição de plantas de produção antigas por outras mais modernas, com o uso de tecnologias mais limpas.

Tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento tem havido um aumento progressivo no uso de recursos naturais não renováveis para a geração de energia, como no caso do carvão e do petróleo, combustíveis fósseis. O uso intensivo destes combustíveis resulta em aumento da produção de resíduos líquidos, sólidos e gasosos. Na maioria dos casos, este aumento do volume de resíduos gerados tende a sobrecarregar a capacidade de suporte do ecossistema terrestre.

A atmosfera desempenha um papel fundamental na manutenção da vida na Terra, retendo o calor, devido à presença de vapor d'água e outros gases que produzem o chamado "efeito estufa natural". O fenômeno é explicado pela reflexão da radiação infravermelha a partir da superfície que é mantida por uma camada de gases na atmosfera, e existe desde muito antes do início da era industrial. Este efeito contribui para manter as temperaturas naturais médias em cerca de 15°C, o que é a condição básica para a existência de vida. Além do vapor d'água, os principais gases que causam esse efeito são o CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, os HFCs e os PFCs (IPCC, 2009).

O aumento da concentração desses gases na atmosfera, devido, principalmente, aos processos de combustão de combustíveis fósseis e ao desmatamento, provoca uma maior retenção da radiação infravermelha, levando a um aumento da temperatura do planeta (PIRES, 2005, ROMEIRO *et al.*, 2000). As principais consequências do efeito estufa são a elevação do nível do mar, mudanças na oferta de água doce e as mudanças climáticas como um todo.

A expressão "inventário de emissões atmosféricas" é utilizada para delimitar uma área específica dentro de um determinado período de tempo, a fim de medir as emissões causadas por fontes que requerem a identificação e a determinação da quantidade e da composição de poluentes lançados na atmosfera. Assim, classificam-se as fontes de poluição em dois tipos: fontes fixas e móveis.

O uso de estimativas de emissões atmosféricas é uma das metodologias alternativas disponíveis para a compreensão dos problemas de poluição do ar, uma vez que promovem o desenvolvimento de projeções e estudos de precisão sobre os efeitos de poluentes em termos absolutos e relativos. Além disso, permite a interpretação dos resultados obtidos por redes de controle de concentração de gases.

As autoridades ambientais estaduais definiram a área de alcance para a prestação do inventário, elas também sugeriram a metodologia a ser seguida e os tipos de fontes a serem abordados, dando a maior prioridade para indústrias com grande e médio potencial poluidor e estabeleceu o ano 2001 como referência de base, para que o trabalho pudesse ser realizado, levando-se em consideração os poluentes legislados.

II. A MEDIÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Como decorrência importante, a consequência do aumento do efeito estufa implica em externalidades negativas, que resultam de danos não internalizados nas funções de produção e consumo dos usuários de recursos naturais energéticos não renováveis.¹ Desta feita, a economia perde eficiência, pois o custo privado não coincidirá com o custo social, já que a não internalização dos seus custos induz um nível de utilização acima daquele que ocorreria, caso as externalidades fossem consideradas. Na presença de externalidades, o custo social incorpora os danos ambientais. Isto é: o custo social inclui os gastos com os impactos sobre a saúde da população; as enfermidades causadas sejam essas respiratórias, cardiovasculares, cancerígenas ou outras, o atendimento médico provido pelo Estado e pelo próprio cidadão para preservação e recuperação da saúde; o absenteísmo na escola e no trabalho, e os respectivos ônus de indenização causados pela enfermidade provocada por externalidades que geram esse incremento no custo social (MOTTA, 2009).

O custo social e seus efeitos sobre a sociedade podem ser mitigados através de uma política de gerenciamento e controle que venham a utilizar elementos obtidos através do biomonitoramento. A implantação de um laboratório de biomonitoramento permite a expansão de pontos de coleta de dados sobre toda a extensão do Município em complemento aos pontos já existentes, função da dimensão e estrutura que se pretenda prover. Todavia, para corrigir essa falha, é necessário intervir para que a disposição a pagar por esses serviços ambientais possa se expressar à medida que sua escassez aumenta (ROMEIRO, 2003).

Diversos registros de doenças, principalmente as respiratórias e cardiovasculares, se manifestam em comunidades não alcançadas pela rede tradicional de monitoramento do ar, devido provavelmente ao elevado custo de uma estação automática. O que pode ser suprido por um laboratório de Biomonitoramento, com escalas de coleta de amostras proporcionais a sua capacidade de instalação e processamento.

Em relação ao monitoramento do ar, como conciliação entre a mitigação das emissões e a saúde da população, apresenta-se como alternativa o plantio de espécies arbóreas que, além de absorver os gases emitidos, fornecem registros do grau de poluição na atmosfera em seu entorno. As árvores das espécies, Oitis, Pinus, Cedro, Pau Brasil (ABHO, 2008) equilibram as adversidades climáticas, ajudam na contenção de encostas, na absorção das águas da chuva, projetam sombras durante o verão intenso que assola o Estado e, principalmente, no Município do Rio de Janeiro.

III. A QUALIDADE DO AR NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ - tem 20 municípios e ocupa uma área de 5.693 km², ou 12,9% de todo o estado, com 12 milhões de pessoas, aproximadamente, 75% do Estado, das quais 60% vivem no Município do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ-2007). A

¹ Externalidades são efeitos externos a uma transação econômica, que afeta a agentes não diretamente envolvidos. As externalidades podem ser positivas – como no caso da geração de empregos indiretos a partir da instalação de uma empresa –, e negativas, como no caso dos feitos da poluição do ar na população.

densidade populacional em torno de 2100 hab./km² e a maior renda interna do Estado, 8% da Renda Nacional, são significativas (INEA - 2009).

O Município do Rio de Janeiro é composto por 158 bairros, dos quais apenas oito são monitorados pela Prefeitura com suas próprias estações. O Estado tem a responsabilidade de coletar e analisar amostras de 25 outros bairros com suas estações manuais e automáticas, móveis e fixas. As informações obtidas de Relatórios dos Órgãos Ambientais responsáveis pelo monitoramento do ar indicam que parte significativa das emissões (77% dos poluentes totais emitidos para a atmosfera) tem origem nas fontes móveis, enquanto que parcela menos representativa (23% do total de emissões), vêm de fontes estacionárias ou fixas. Destacam-se, como principais poluentes no total de emissões, para as duas categorias de fonte de emissões, o monóxido de carbono (98% das emissões são produzidas por fontes móveis) e dióxido de enxofre (88% das emissões vêm de atividades industriais). Ambas as fontes são capazes de gerar a mesma proporção de material particulado menores que 10 micra (MP₁₀ e MP_{2,5}).

Filleul *et alii* (2001) afirmam que há uma correlação entre poluição do ar e da saúde. A conclusão foi obtida por meio de estudo de séries temporais sobre a correlação entre poluição do ar e mortalidade. Estas descobertas continuam a desempenhar um papel importante no Departamento de Saúde e em instituições que formulam políticas públicas de saúde, que exigem um grau de certeza que a ciência muitas vezes não pode oferecer. Esta interface entre formuladores de políticas públicas e pesquisadores é muito importante promover a incorporação da perspectiva de custo/benefício do ponto de vista social, assim como as estratégias de controle ambiental e de saúde pública, com o apoio das comunidades locais (MIRANDA, 2008).

A grande dificuldade enfrentada pelos Municípios para implantar uma rede de monitoramento que informe a qualidade do ar e seus efeitos na saúde da população se deve à escassez de recursos em seus orçamentos públicos. No entanto, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (PMRJ) agregou, recentemente, à sua rede, 4 novas estações automáticas de monitoramento e, com isso, dobrou seus pontos de observações, passando a contar com 8 pontos fixos e uma estação móvel.

IV. A EPIDEMIOLOGIA DA POLUIÇÃO DO AR NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

A preocupação central da epidemiologia é compreender a inter-relação entre fatores selecionados e uma determinada doença em estudo. A doença manifesta-se onde atuam vários fatores, isto é, a doença é o resultado de uma rede multicausal (PHILLIP, JUNIOR, 2004), e, através desse estudo, procura-se demonstrar a influência de cada fator. Assim, dada a presença de um fator conhecido Y, bem específico, conhecido e definido, estima-se qual foi o incremento da doença X por ele gerada. Ao aferir-se a ocorrência ou frequência da doença, pode-se avaliar os seus efeitos sobre a saúde da população quando o fator está atuando (NATAL, DELSIO, 2004). Alguns autores acrescentam ainda que a epidemiologia permite também a avaliação da eficácia de intervenções realizadas no âmbito da saúde pública.

O escopo da epidemiologia no estudo de doenças coletivas de uma comunidade leva em conta alguns fatores

que causam doenças e o cadastramento de seus efeitos sobre a saúde pública. Essa identificação de agentes que causam doenças auxilia o planejamento das políticas de controle das emissões de poluentes, juntamente com o controle de problemas de saúde, pois a falta de informação e avaliações de qualidade do ar impede a identificação de parâmetros que contribuem para a deterioração da qualidade de vida nestas comunidades².

Crianças e jovens, pela vulnerabilidade de seus organismos, ainda em formação, são mais suscetíveis a contrair infecções originárias de poluentes existentes no ar. Os idosos, em consequência do desgaste natural de seus organismos e da fragilidade de reação que estes apresentam, com baixa imunidade, para resistir a vírus e bactérias provenientes de atmosferas e ambientes poluídos, também são mais vulneráveis aos agentes poluidores.

Na presente abordagem, os indicadores de custo da doença consideraram, somente, enfermidades respiratórias como centro do problema causado pela poluição do ar. Todavia, estudos desenvolvidos pela comunidade médica, publicados no *Jornal de Pediatria*, vol. 87, nº 4, de 2011, apresentam outras enfermidades como as cardiovasculares, oftalmológicas, e dermatológicas, que também são motivadas pela poluição do ar. A população não economicamente ativa, ou seja, crianças, jovens e idosos, que se deslocam menos de suas residências e arredores, são os que mais sofrem quando há um alto grau de poluição na localidade.

Para dimensionar-se a questão, quantificando-se os óbitos e as doenças em uma determinada área, há que se considerar e avaliar os componentes temporais, as séries históricas, bem como o comportamento de uma doença específica. É preciso compreender como a doença surge em uma determinada população, o custo para mitigá-la e os custos para preservar o grande contingente de indivíduos saudáveis que não tenham sido contaminados. Nesse sentido, Phillip Júnior (2003) afirma que ao "tomando-se por base os estudos referidos, levantam-se e testam-se hipóteses sobre possíveis determinantes, levando à indicação segura de como monitorar e controlar a doença racionalmente".

Estes são alguns dos custos sociais que demandam atenção da sociedade e das autoridades governamentais na definição de políticas públicas de saúde. Cabe observar que, no Rio de Janeiro, o ritmo em que as estações de monitoramento foram instaladas foi demasiadamente lento, e que, até agora, regiões importantes não estão sendo monitoradas.

V. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS SOCIAIS

A poluição atmosférica gera custos para a sociedade que não são contabilizados nas atividades econômicas desenvolvidas no âmbito do sistema econômico, como o transporte e as indústrias, o que é considerado uma externalidade negativa. Em geral, o custo social é maior que o custo privado da empresa, resta nesse caso um passivo ambiental, gerado em razão da ausência de conhecimento

² Em termos práticos, a epidemiologia procura avaliar, mediante instrumental metodológico, a força de cada fator. Interessa investigar diante da atuação de um fator Y, bem específico, qual o incremento de uma doença X afetada pelo fator Y em sua composição.

quanto à origem dos danos ambientais gerados e seus efeitos sobre a saúde.

Os métodos de valoração dos custos sociais causados pela poluição do ar na saúde das pessoas são diversos. Pela ótica da avaliação econômica, podemos citar Motta (1998), que os classifica em duas categorias: o método de *produtividade marginal* (ou *produção sacrificada*), e os métodos de *Mercado de Bens Substitutos* (despesas defensivas, custos evitados, custos de controle).

A utilização desses métodos exige a definição de elementos de metodologia, como a sua adaptabilidade, aplicabilidade e também a realização de entrevistas, o que torna a sua aplicação de alto custo. Como cada região tem suas características próprias, torna-se difícil a aplicação dos métodos em sua estrutura original.

O Método da Produtividade Marginal é o mais adequado para a estimativa dos custos de saúde, pois este método calcula o valor da produção sacrificada pelos trabalhadores, o que pode ser associado com danos ambientais. Outra maneira de calcular esse efeito é considerar o mercado de bens e serviços substitutos com base nos recursos econômicos diretamente utilizados para mitigar os problemas causados pela degradação ambiental. São os dispêndios diretamente efetuados para remediar o impacto ambiental e também para controlá-lo. (MOTTA, 1998).

A avaliação de uma mudança no risco que pode ameaçar a vida e saúde das pessoas é dada pela soma dos valores que uma pessoa sob risco, associado à preservação de sua saúde, e o que os indivíduos estariam dispostos a pagar para evitar o risco daquele indivíduo, bem como os custos incorridos pela sociedade, que, de outra forma, não teriam ocorrido (MOTTA, 1998). A vontade ou a disposição estimada para pagar por uma mudança no risco de morte de alguma atividade pode ser dada por uma ferramenta, o valor de uma vida estatística (VSL), que requer o cálculo do valor contingente correspondente. O objetivo deste instrumento é a estimativa da disposição para pagar (WTP) para a redução da incidência da doença e do risco de morte por meio de uma pesquisa direta feita com indivíduos. O procedimento é exigir que as pessoas classifiquem suas preferências, o que permite o cálculo de valores mais realistas do WTP. A fórmula mostrada abaixo sintetiza estas definições:

$$VSL = \frac{WTP}{\Delta \text{Risco}}$$

sendo

VSL = Valor de uma Vida Estatística; e

WTP = Disposição para pagar pela redução da morte e os riscos de incidência de doenças.

O cálculo da VSL pode ser obtido com a aplicação, para uma região, dos valores conhecidos de um estudo sobre outra região, sendo esta metodologia aplicável a qualquer região. Assim, como afirma Motta (1998), a transferência de benefícios é a aplicação de "valores monetários" de um estudo de avaliação de uma alternativa para uma área geográfica diferente de onde o estudo original foi realizado³.

³ Ainda de acordo com o argumento de Motta (1998), após a VSL associada a uma atividade com risco de morte de um indivíduo ser estimada, seu resultado pode ser multiplicado por uma variação no risco de vida de uma outra atividade.

Os valores para a “DAP” (disposição a pagar por risco de morte e incidência de doenças) de países onde não há estudos podem ser obtidos a partir de estimativas fornecidas pelos países da União Europeia e dos Estados Unidos. Esses valores devem ser ajustados para o caso que está sendo estudado pela diferença de renda *per capita* real entre aquelas regiões e as regiões em análise.

O cálculo dos valores de vida também pode ser praticado pela ótica da legislação, no caso do Brasil. O Novo Código Civil Brasileiro, Lei 10406/2002, à luz do art.950, indica que:

*"se a ofensa resultar defeito pelo qual o ofendido não pode exercer o seu ofício ou profissão, ou se lhe diminua a capacidade de trabalho, a indenização, além das despesas do tratamento e lucros cessantes até o fim da convalescença, incluirá pensão correspondente à importância do trabalho para que se inabilitou, ou da depreciação que ele sofreu"*⁴.

Assim, a morte causada por doença com origem na poluição do ar pode ser associada à ausência de monitoramento do ar, negligenciado pelo poder público, como também à ausência de estudos epidemiológicos que indicassem as fontes de poluição concentradas em determinadas áreas cujo índice de doenças causadas pela poluição do ar seja elevado.

O conceito de Morbidez compreende as doenças que provocam a remoção de indivíduos de suas atividades e do trabalho, que podem se originar de muitos agentes diferentes. No presente estudo, as pesquisas estão focadas em atividades relacionadas com os custos para a saúde causados pela poluição do ar. Como Motta (1998) afirma, esses custos podem ser classificados em quatro categorias:

- 1) As despesas médicas associadas com o tratamento de doenças induzidas pela poluição;
- 2) Os dias de trabalho perdidos devido a uma doença causada pela poluição do ar;
- 3) As despesas de evitar ou prevenir a doença (gastos preventivos) e atividades associadas com a tentativa de mitigar a doença, e
- 4) a desutilidade associada a sintomas e oportunidades de lazer perdidas devido à doença.

Dada a dificuldade de estimar as porções relacionadas com os últimos dois itens, o custo da saúde associados com a poluição do ar pode ser calculada adicionando os dois fatores, de modo que:

$$A + B = C, \text{ onde:}$$

A = total de gastos hospitalares (por faixa etária e evento);

B = Valor dos salários dos dias de trabalho perdidos (calculado a partir dos salários médios na região);

C = Custo de saúde associados à poluição do ar.

Os custos da morbidez hospitalar e do número de internações, bem como o tempo médio de permanência por

internação, foram levantados a partir do site do DATASUS⁵. O número de dias de trabalho perdidos é obtido através da multiplicação do número de hospitalizações por ano até o tempo médio de permanência hospitalar, como mostrado pela fórmula abaixo:

$$D = T \times N^{\circ} I / \text{ano}, \text{ onde:}$$

D = Número de dias perdidos de trabalho

T = Tempo médio de permanência por internação;

N^o I / ano = Número de internações por ano.

O rendimento médio mensal é calculado usando a renda per capita (obtido na mortalidade) ponderada pela participação dos idosos na PEA (População Economicamente Ativa)⁶:

$$Y' / m = Y \times I / n, \text{ onde:}$$

Y' / m = Renda média mensal de cada faixa etária;

Y = renda média por faixa etária;

I = Número de elementos do grupo etário da População Economicamente Ativa (PEA);

n = número total de elementos da PEA.

O cálculo do custo da doença é feito através da adição dos custos hospitalares totais e o valor de dias de trabalho perdidos no ano:

A = Os custos hospitalares totais

B = Valor de dias de trabalho perdidos ano

CD = Custo de Doenças = A + B

O custo de doenças respiratórias causadas pela poluição do ar no Rio de Janeiro foi calculado com o uso dos indicadores apresentados nas tabelas do IBGE (Referência), tendo sido obtido o total foi de R \$ 39.844,384.44 (cerca de 20 milhões de dólares), para o período entre abril de 2010 e abril de 2011.

VI. ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO.

A implementação de uma estação de monitoramento automático presta-se a identificar e quantificar a presença de ozônio (O₃), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), materiais particulados inaláveis (MP₁₀, MP_{2,5}), material particulado total em suspensão (PTS) e parâmetros como a temperatura e umidade, velocidade e direção do vento e outros dados meteorológicos. Para a medição de todos estes dados são necessários vários analisadores, sensores, computadores e outros equipamentos eletrônicos complementares demandados por uma estação de monitoramento automático.

De acordo com o INEA (2011), o custo para a implantação de uma estação de monitoramento automática é de aproximadamente um milhão de reais (R\$ 1.000.000,00), sem considerar-se o custo para a manutenção da estação, e sem ter em conta o custo de operação com recursos

⁴ O mesmo direito estende-se ao caso em que a morte é o resultado de uma atividade profissional negligente, de acordo com o art. 951 do novo Código Civil brasileiro.

⁵ DATASUS é a base de dados do Sistema do Seguro Social Brasileiro.

⁶ População Economicamente Ativa é a porção do total da população capaz e disposta a trabalhar.

humanos alocados e serviços de manutenção, além do custo de depreciação do equipamento.

VII. PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DO BIOMONITORAMENTO

O Biomonitoramento da qualidade do ar pode ser realizado, entre outras alternativas, como o uso de raspas de cascas de árvores e folhas da planta *Tradescantia Pallida*, conhecida como *coração roxo*. O procedimento para as amostras de casca de árvores segue o rito descrito a seguir: a coleta de cascas retiradas dos troncos das árvores é feita com um instrumento pontiagudo, como uma faca, e sua deposição se faz em um saco de papel; o excesso de poeira é então removido com uma escova de dente. As amostras não são lavadas a fim de se evitar perdas de material de interesse absorvido nas cascas (FERREIRA, 2009).

Para a análise, a superfície externa das cascas (cerca de 3 mm) é removida com um ralador de titânio, com grau de pureza de 99%, para evitar contaminação. O material obtido é depurado com uma peneira com tela de 0,2 mm de aberturas, de modo que se possa obter a casca na forma de pó. A massa, formada de 0,5 g a 0,6 g de amostra e 2,5 g de ácido bórico (H_3BO_3 pa), é colocada dentro de um cilindro e prensada, por 60 segundos, numa prensa de 4 toneladas de força, para formar pastilhas de dupla camada (amostra de casca e ácido bórico) com um diâmetro de 20 mm. As pastilhas preparadas são então armazenadas num dissecador contendo sílica e, em seguida, são analisadas pelo método de espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (ED-XRF) e depois classificadas e armazenadas em ambiente adequado para preservação das informações ali contidas.

O rito para a análise das amostras (folhas) de *Tradescantia Pallida* é o que se segue: primeiramente, as amostras são lavadas com água destilada e deionizada para evitar a presença de insetos e outros detritos. Em seguida, as amostras são levadas à estufa para desidratação, à temperatura de 50 °C. Após desidratadas, as amostras são trituradas em almofariz de ágata homogeneizada e seca por mais 24 horas. Forma-se, então, uma pastilha, através da prensagem de 0,5 g ou 0,6 g do material produzido com 1g de ácido bórico por 60 segundos à pressão de 20 mpA (milipascal). A pastilha produzida tem cerca de 20 mm de diâmetro com uma dupla camada (amostra foliar e ácido bórico) sendo colocada para análise pela fluorescência de raios X (FRX)⁷ (MIRANDA, 2008).

A utilização das técnicas de biomonitoramento acima descritas possibilita a minimização do custo social, quando da utilização de medidas mitigadoras dos índices de morbidade e mortalidade. O custo da espécie *Tradescantia Pallida Purpúrea*, apresentada na Figura 1, é muito baixo, pois as mudas são desenvolvidas em canteiros plantados em uma mistura padrão de terra vegetal, húmus e outros ingredientes, cultivados em local afastado de fontes poluidoras, para, posteriormente, serem encaminhadas aos pontos de exposição para plantio das mudas no local adequado para a coleta de dados, observando-se a altura entre 1,20 m e 1,50 m do solo para melhor resultado da

análise que será feita sobre a amostra a ser futuramente coletada.



Figura 1 – Foto da *Tradescantia Pallida Purpurea*

Fonte://<http://www.ufmg.br/conhecimentoeccultural/anexos/tradesvantia.pdf>

Com a implantação dessa espécie em regiões onde ela ainda não exista, ou em regiões que sejam desprovidas de árvores adequadas para absorver emissões de poluentes no ar, a expectativa é que, dessa forma, se possa superar a dificuldade de se obter material para análise⁸.

Os gastos médicos relacionados ao tratamento de doenças provocadas pela poluição atmosférica, os dias de trabalho perdidos resultantes de enfermidades, os gastos e a propensão a gastar para evitar e prevenir ou mitigar a doença e os gastos particulares das famílias ou indivíduos podem ser reduzidos a partir da identificação das causas da poluição, sua composição e incidência, se medidas inibidoras desses agentes poluidores, então conhecidos, forem tomadas pelas autoridades governamentais.

VIII. CUSTOS DE ESTRUTURAÇÃO DO LABORATÓRIO DE BIOMONITORAMENTO

O conhecimento da composição das amostras coletadas requer um laboratório preparado para efetuar a análise dos componentes e recepcionar as amostras coletadas, equipado com instrumentos e equipamentos adequados para analisar as numerosas amostras originadas de diversos locais coletados. Os equipamentos devem poder ser utilizados tanto para cascas de árvores como para amostras de *Tradescantia Pallida Purpurea*. Deve prover a guarda do material coletado para a avaliação de sua composição e para futuras análises comparativas, se necessário. Um laboratório que atenda a essa demanda tem seu custo de implantação compreendendo material de consumo, material permanente, equipamento, veículo de transporte e instalações, orçado em aproximadamente R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais). A manutenção e a calibragem de seus equipamentos são menos complexas do no caso das estações automáticas. Há que se considerar, além destes equipamentos, que o material permanente, o material de consumo e a mão de obra são relevantes.

Como em qualquer outra atividade de monitoramento, a logística para execução das coletas e da análise demanda um veículo e uma pequena estrutura de acondicionamento das amostras, desde a coleta até a chegada ao laboratório. Essa pequena estrutura pode ser utilizada para diversos bairros distintos, a fim de complementar a rede de monitoramento do ar no Município do Rio de Janeiro.

⁷ Essa técnica permite a análise qualitativa e quantitativa da composição química dos diferentes tipos de amostras, já que tem grande importância na análise multi-elementar de amostras oriundas de sistemas biológicos

⁸ Possibilitando, dessa forma, a formação da série histórica de composição do ar em cada bairro.



Figura 2 – Equipamento de ED-XRF utilizado no laboratório de biomonitoramento da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

O valor total do orçamento para a montagem de um laboratório de biomonitoramento é mostrado na Tabela 1, mostrada a seguir:

Tabela 1 – Custos estimados para a implantação do Laboratório de Biomonitoramento

Especificações	Custos (Valores em Reais)
Equipamento EDXRF custo	132.300,00
Material permanente (laboratório)	2.880,00
Material Permanente (mobiliário)	5.480,00
Equipamentos (acessórios)	4.300,00
Viatura	25.000,00
Mudas (canteiros/dia)	190,10
Mudas (árvores/dia)	2.309,00
Sub-total	172.459,10
Reserva Técnica	27.540,90
Total	200.000,00

X. CONCLUSÕES

Comparando-se a rede automática com a de biomonitoramento, percebe-se que ocorre uma diminuição na quantidade dos dados experimentais, já que a rede automática de monitoramento fornece dados em momentos sucessivos, dependendo da calibragem, e resultados analíticos para os parâmetros monitorados, ao passo que o biomonitoramento deixa de ter a precisão de informar em cada momento os resultados obtidos, proporcionando uma perda da precisão na informação. Por outro lado há o ganho da informação acumulada periodicamente, em diversos bairros que não são atendidos pela rede de monitoramento automático e que permitirá o aprofundamento de estudos epidemiológicos para a melhoria da qualidade de vida destas comunidades. O custo anual de doenças respiratórias causadas pela poluição do ar no Rio de Janeiro, estimado em cerca de 20 milhões de dólares, mostra a grande relevância social se implementado de forma complementar o biomonitoramento, para melhoria da qualidade de vida, das populações mais afastadas do grande centro, visando realização de ações preventivas de saúde, a um custo de implantação e operação, que não alcança se quer 2% do custo do dispêndio anual com ações de recuperação da saúde.

Quanto aos custos de implantação, há uma grande diferença de valores: de acordo com as estimativas efetuadas, cada estação automática custa cerca de R\$ 1.000.000,00, ao passo que o custo do laboratório de biomonitoramento é de aproximadamente R\$ 200.000,00. Há que se considerar também a variável tempo para atender a sociedade quanto às aferições de qualidade do ar no bairro: enquanto uma estação de monitoramento automática necessita, de acordo com as práticas usuais do INEA, de três anos em um mesmo bairro, para aferir o grau de poluição existente na região em estudo, as análises de diversos outros bairros podem ser realizadas semanalmente no laboratório de biomonitoramento, possibilitando, assim, de acordo com a capacidade de análise do equipamento e de infraestrutura do laboratório construído e o registro de uma série histórica, no mesmo universo temporal, estender os resultados aos bairros não assistidos e mais longínquos.

A descrição do processo de Inventário de Emissões Atmosféricas por fontes fixas e móveis no Rio de Janeiro revelou que a rede atual de estações automáticas não atende à necessidade para se manter um estudo de medidas e controles necessários para atender a população. Ao mesmo tempo, os estudos epidemiológicos referidos atestam o elevado custo social que pode ser atribuído à baixa qualidade do ar no Município do Rio de Janeiro ou em outras regiões.

Dessa forma, verificamos que a implantação de laboratório de biomonitoramento do ar equaciona a dificuldade de obtenção de recursos com a necessidade de conhecerem-se os poluentes emitidos na atmosfera local, principalmente, naquela em que a população vive e trabalha, e viabiliza o conhecimento dos impactos na saúde com o desenvolvimento de estudos epidemiológicos de forma a estabelecer uma política de saúde pública preventiva e não somente corretiva. A implantação de um sistema de bioindicadores, juntamente com decisões políticas na área da saúde, certamente resultará em uma melhor qualidade de vida, em uma utilização mais eficiente dos recursos naturais não renováveis e no incremento da utilização de fontes renováveis. A necessidade de monitorar as doenças causadas por poluentes e seus custos são as principais razões para a proposição de uma política de saúde pública visando à mitigação de emissões e ao uso racional dos recursos na prevenção da qualidade do ar com baixo custo de monitoramento e para a adoção da epidemiologia visando identificar causas e efeitos das doenças provocadas pela poluição atmosférica sobre a sociedade carioca.

XI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALIERI FILHO, SÉRGIO. Programa de Responsabilidade civil. Editora Atlas, 7ª Edição, 2007.
- CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Editora Saraiva, 1988.
- FERREIRA, Angélica Baganha. *Avaliação do Risco humano a poluentes atmosféricos por meio do biomonitoramento passivo: um estudo de caso em São Mateus do Sul – Paraná*. Tese de doutorado – SP; Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2009.
- INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Relatório Anual. Fonte: <http://www.inea.rj.gov.br>.

JR PHILIPPI, ARLINDO; ROMÉRO, MARCELO DE ANDRADE; BRUNA, GILDA COLLET. *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2004.

JORNAL DE PEDIATRIA – vol. 87, Nº 4, 2011.

JORNAL BRASILEIRO DE PNEUMOLOGIA – vol.32, Sup.12 São Paulo, Maio, 2006.

MIRANDA, Dione da Conceição. *Prevalência da asma e sintomas respiratórios no Município de Vitória (ES): comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através do biomonitoramento*. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Ano 2008.

MOTTA, Ronaldo Serôa. ORTIZ, Ramon Arigoni; Ferreira, Sandro de Freitas. *Avaliação Econômica dos Impactos causados pela Poluição Atmosférica na Saúde Humana: Um Estudo de Caso para São Paulo*. CETESB – Programa Integrado de Transporte Urbano de São Paulo (PITU), 1998.

NOVO CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO. Editora Revista dos Tribunais, 2003.

PHILIPPI JR. *Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável*. Barueri SP: Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. NISAM/FSP/USP/Manole; 2005 (Coleção Ambiental, 1).

PIRES, Dílson Ojeda. *Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Tese de mestrado, Coppe – UFRJ; Fevereiro de 2005.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. *Economia ou Economia política da sustentabilidade?* Editora Elsevier, 2003.

XII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



POLÍTICAS DE ACESSO AO ENSINO SUPERIOR: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

AMPARO VILLA CUPOLILLO¹; ROSANA PINTO PLASA SILVA²; WALESKA GIANNINI PEREIRA DA SILVA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO; 2 – COLÉGIO TÉCNICO DA UFRRJ
waleska@ufrj.br

Resumo - Este artigo busca apresentar uma análise acerca das políticas educacionais brasileiras de acesso ao ensino superior dos últimos cinco anos a partir da realidade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Entendendo o acesso ao ensino como marca de democratização social, buscamos demonstrar que desde a origem é possível afirmarmos que o acesso à educação escolarizada teve fortes marcas elitistas, especialmente no que tange ao acesso ao ensino superior. Assim, descrevemos e analisamos as ações realizadas pela equipe que assumiu os trabalhos na Comissão de Vestibular 2007/2008, da qual fazemos parte, quando buscamos desenvolver um processo de acesso tendo como foco e objetivo a democratização. Além disso, procuramos também relatar as discussões que motivaram a adesão ao sistema ENEM/Sisu, na tentativa de avaliarmos os passos dados rumo à democratização do acesso ao ensino superior a partir da implementação destas políticas.

Palavras-chave: Políticas Educacionais. Acesso ao Ensino Superior. Democratização do Ensino Superior.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo analisar o papel das políticas de acesso aos cursos de graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro dos últimos cinco anos. Podem-se observar, ao longo dos últimos anos, diferentes estratégias de ação que vêm fortalecendo seu objetivo maior: a educação como fator do bem individual e do bem comum. Embora o Brasil tenha avançado nos últimos anos na universalização de acesso à educação, tendo reduzido significativamente o analfabetismo e o quantitativo de crianças fora da escola, ainda vivemos uma situação precária quanto ao acesso dos jovens ao ensino superior. É notório que o número de estudantes matriculados no ensino superior no Brasil ainda não é significativo, se considerarmos a população total na idade entre 18 e 25 anos.

Essa realidade torna-se mais contundente nos extratos sociais menos favorecidos da população. Conforme demonstra nossa própria história (NUNES, 1981, p.29), os jovens das camadas menos favorecidas que ingressam no ensino superior ocupam, em sua maioria, os cursos de menor concorrência (área de humanas) e que se concentram no período noturno, na tentativa de conciliar estudo e emprego. Essa é uma realidade que caracteriza um processo de estratificação social que remonta o período colonial, privilegiando um pequeno grupo, o qual tem acesso a bens socioculturais.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO E DISCUSSÃO

2.1 Breve histórico da educação brasileira: o acesso ao ensino superior

Analisando o contexto histórico e socioeducacional brasileiro, é possível afirmarmos que o acesso à educação escolarizada teve fortes marcas elitistas, especialmente no que tange ao acesso ao ensino superior. Conforme Nunes (1981, p.29), tal realidade pode ser comprovada ao verificarmos, em um primeiro momento, do século XVI ao início do século XIX, uma situação denominada pela autora como “seleção entre muito poucos”. O acesso ao ensino superior ficava restrito a grupos de jovens que estavam matriculados principalmente em educandários mantidos pelos padres jesuítas, levando-nos a concluir que o universitário brasileiro nessa época era oriundo da aristocracia.

Do início do século XIX até meados do século XX, período este que a autora entende como sendo o segundo momento, houve uma “seleção entre poucos”, uma vez que ocorreu um pequeno alargamento do acesso ao ensino superior que teve início com a vinda da Família Real para o Brasil. A necessidade, portanto, em atender à Família e à Corte Real Portuguesas desencadeou significativas transformações que se refletiram no sistema de ensino da Colônia, mais especificamente, no ensino superior. Essa modificação, no entanto, de acordo com Santos (1998) se caracterizou como impactante no que se refere ao perfil de estudantes ingressantes no ensino superior.

Após a década de 50 do século XX, período identificado como terceiro momento da marca elitista, o acesso ao ensino superior no Brasil aumentou expressivamente, a partir da década de 30, devido a medidas tomadas de incentivo à escolarização primária e secundária, da intensificação da industrialização, da urbanização e do crescimento populacional do pós-guerra. Tal período, coincidente com o governo de Getúlio Vargas, caracterizou-se pelo crescimento acentuado do parque industrial do país, iniciando um processo de substituição de uma economia caracteristicamente agropecuária por uma de caráter essencialmente industrial. Essa importante modificação econômica exigiu, por outro lado, mudanças estruturais no país, refletindo-se no sistema educacional, uma vez que se tornaram imprescindíveis, para a continuidade e permanência do processo de industrialização que iniciou novas e diferentes exigências de formação de mão de obra com qualificação.

Dessa forma, a demanda por profissionais capacitados em maior quantidade acaba por gerar também uma expressiva

ampliação do sistema de ensino superior e dos interessados em cursar uma universidade. Ainda que a elitização dos estudantes permaneça praticamente inalterada, nesse momento, a oferta de vagas no ensino superior nas universidades públicas é menor que a demanda de estudantes exigindo dessas instituições algum procedimento para selecionar aqueles que ingressariam nas universidades. Esses processos seletivos são precursores dos concursos vestibulares.

Ainda segundo Santos, a partir da década de 90, esse processo de alargamento das possibilidades de acesso ao ensino superior vai desencadeando uma crescente demanda por parte dos representantes das classes média e alta, o que faz com que os processos seletivos tenham que ser cada vez mais necessários, comprovando que o quantitativo de vagas não acompanha o crescimento dessa parcela populacional. Soma-se a isso que o incentivo e o investimento no ensino médio público, direcionado às classes menos favorecidas, possibilitam o encorajamento destas a pleitearem vagas no ensino superior, sobretudo nas faculdades particulares. Verifica-se, portanto, que historicamente vamos passando de seleções entre muito poucos para seleções entre poucos e desta para seleções entre muitos.

Porém, conforme indica Frigotto (1984, p.175) “os processos de seletividade social como se pode depreender de sua evolução histórica, são cada vez mais dissimulados e tecnicamente mais apurados de sorte que tais processos se revestem de uma pretensa meritocracia”, ou seja, são determinados socioeconomicamente. Assim, podemos conferir uma permanência da elitização do ensino superior no Brasil, ainda que a oferta de vagas e a demanda de acesso tenham se ampliado significativamente.

De acordo com Andrade (2012), “temos um crescimento moderado, durante os últimos quinze anos, daqueles que tiveram acesso ao ensino superior, atingindo 4,4 milhões de jovens (19%)”. Essa afirmação da autora pode ser verificada no gráfico a seguir.

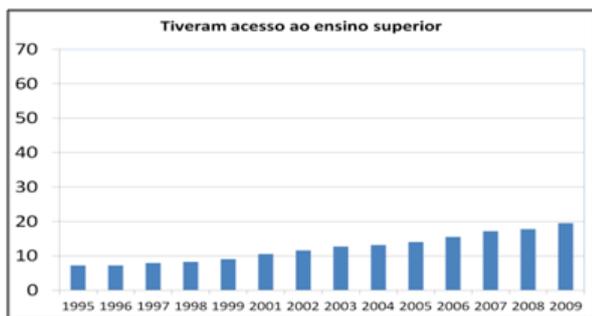


Figura 1 – Evolução do acesso ao ensino superior no Brasil

Fonte: <http://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/acesso-ao-ensino-superior-no-brasil-equidade-e-desigualdade-social>

Assim, considerando o breve histórico exposto, observamos que atualmente há um crescimento da responsabilidade das Instituições de Ensino Superior no que diz respeito a ações compromissadas com a democratização de acesso das camadas populares ao ensino superior. Em nossa compreensão, o processo democrático de acesso ao ensino superior refere-se tanto ao aumento da oferta de vagas quanto a modificações de estratégias que possibilitem o acesso dos estudantes das camadas menos favorecidas ao ensino superior. Nessas estratégias, estão incluídas as políticas afirmativas e também novas configurações para os concursos vestibulares, como o sistema ENEM/Sisu.

2.2 A experiência da UFRRJ em seus processos de acesso aos cursos de graduação

A UFRRJ teve início em outubro de 1910, quando da criação da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, mas somente em 1963 a Universidade Rural passou a denominar-se Universidade Federal Rural do Brasil, envolvendo a Escola Nacional de Agronomia, a Escola Nacional de Veterinária, as Escolas de Engenharia Florestal, Educação Técnica e Educação Familiar, além dos cursos técnicos de nível médio dos Colégios Técnicos de Economia Doméstica e Agrícola “Ildefonso Simões Lopes”.

Na história dessa instituição, a preocupação com a democratização do acesso sempre foi uma constante, ratificada principalmente por dois motivos: primeiro, por estar localizada nas imediações da Baixada Fluminense, região conhecida por abrigar grandes bolsões de miséria; segundo, por oferecer ao longo dos anos polos descentralizados de aplicação de seus concursos vestibulares, ampliando e democratizando a possibilidade de acesso aos seus cursos de graduação. Vale lembrar que essa descentralização se deu em regiões e estados longínquos, demandando grande esforço da universidade na tentativa de incluir uma parcela da população bastante desfavorecida socialmente. Sendo assim, observa-se que a discussão e a prática das estratégias de intervenção com vistas à redução dos efeitos antidemocráticos dos processos de seleção e exclusão social não se qualificam como recentes no campus da UFRRJ.

Considerando o exposto, esse trabalho visa descrever e analisar as ações realizadas pela equipe que assumiu os trabalhos na Comissão de Vestibular 2007/2008, da qual fazemos parte, quando buscamos desenvolver um processo de acesso tendo como foco e objetivo a democratização. Além disso, procuraremos também relatar as discussões que motivaram a adesão ao sistema ENEM/Sisu.

Assim, no que se refere às ações da Comissão de Vestibular em 2007, demos início as nossas ações refletindo e debatendo acerca do cotidiano escolar do Ensino Médio, especialmente das escolas das redes públicas. Para isso chamamos para o debate professores da rede de ensino estadual e federal. Desse profícuo debate, surgiu a decisão de estruturar uma prova exclusivamente elaborada por professores do ensino médio, quebrando a antiga tradição de organização de provas efetuadas por docentes do ensino superior.

Inicialmente, essa iniciativa desencadeou uma reação controversa no interior da instituição. No entanto, com o apoio de setores da administração superior da universidade e também do Colégio Técnico da UFRRJ, seguimos nossas convicções e, pela primeira vez em quase cem anos de existência, a UFRRJ preparou um vestibular com provas elaboradas por professores do ensino médio. Optamos pela metodologia de avaliação temática, dando aos professores a responsabilidade por redigirem questões contextualizadas e dentro de uma temática única, que se configurou como fio condutor, transversalizando-se por todas as disciplinas.

Paralelamente a essas ações específicas da elaboração das provas, empreendemos significativo esforço na divulgação de nossos cursos e na imagem da universidade como local de acolhimento aos estudantes provenientes das diferentes culturas. O resultado desse investimento foi um conjunto de provas que possibilitou à Universidade Rural não só democratizar o acesso dos estudantes aos seus cursos de graduação, como também reafirmar um compromisso

com a igualdade e a equidade do ensino no país, criando uma identidade ao acesso da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Tal experiência foi repetida no Vestibular 2008/2009, e os dados obtidos demonstram que tanto o número de inscritos quanto o de aprovados obteve um crescente aumento que ultrapassou as expectativas decorrentes do crescimento de vagas oriundas do projeto de expansão das universidades, REUNI, ao qual a UFRRJ aderiu integralmente. Em 2007/2008, o total de inscritos foi de 12.075, e, em 2008/2009, esse total chegou a 16.980, o que significou um aumento em torno de 40%. O índice de aprovação também seguiu o mesmo caminho, apresentando resultados que extrapolaram nossas próprias expectativas, gerando excedentes de aprovados em praticamente todos os cursos oferecidos pela universidade. Essa não era uma realidade recorrente há alguns anos.

Tal experiência nos demonstrou que os mecanismos de acesso ao ensino superior, embora venham historicamente reafirmando a elitização desse ensino, permitem alguns tipos de intervenção que tornam esses procedimentos mais acessíveis às camadas populares, exigindo por parte dos atores sociais reflexões e intervenções que, no limite, desencadeiem novas políticas públicas.

2.3 O processo de acesso a partir da política de ingresso aos cursos de graduação via ENEM/Sisu

Com a implantação, em 2010, de forma integral, da política de ingresso aos cursos de graduação via ENEM/Sisu pela UFRRJ, as chances de ingresso, através da nota do Exame Nacional do Ensino Médio, aumentaram. Esta realidade é comum a outras instituições que também aderiram ao ENEM/Sisu. Atualmente a seleção de candidatos, via Sistema de Seleção Unificada, ENEM/Sisu, é adotada por vinte e uma instituições federais de ensino, quatro estaduais e vinte e nove institutos federais.

A opção da UFRRJ por usar integralmente a nota do ENEM como forma de ingresso aos seus cursos de graduação justifica-se pelo fato de que, após várias discussões, o conjunto de professores entendeu, em seus conselhos superiores, que essa seria mais uma opção pelo aprofundamento da democratização de acesso.

O ENEM/Sisu, proposto como política pública educacional teve como principais propósitos: minimizar os custos dos estudantes com as diferentes seleções de acesso às instituições públicas de ensino superior (vestibulares), por meio da descentralização dos processos seletivos; favorecer a mobilidade dos estudantes entre os estados; uniformizar os conteúdos do ensino médio ao centralizar a elaboração do instrumento de seleção (prova); assim como permitir às universidades a definição de suas políticas afirmativas.

A adesão pela UFRRJ ao sistema ENEM/Sisu gerou significativos debates internos que encaminharam decisões relativas às políticas afirmativas mais adequadas a sua realidade. A garantia de 10% de reservas de vagas, por exemplo, para alunos oriundos das escolas públicas, praticada pela universidade desde 2009, foi oficializada pela Lei 12.711, que entrou em vigor em 2012. Outra ação afirmativa implementada pela UFRRJ é a de reservar 10% das vagas dos seus cursos de licenciatura para professores em atividade na rede pública de educação básica sem formação adequada à LDB-9394/96.

Essa nova perspectiva de democratização de acesso ao ensino superior já produziu efeitos significativos. A adesão ao sistema ENEM/Sisu aliada às políticas afirmativas aplicadas promoveu uma alteração considerável do perfil do estudante que ingressa na UFRRJ. Essa realidade vai de encontro às tendências anteriores de elitização de acesso ao ensino superior, já que os estudantes das escolas públicas, que em sua maioria são oriundos das classes populares, passam a ter a oportunidade de disputar as vagas antes ocupadas majoritariamente pelas elites brasileiras.

Ainda que a democratização, sob esse ponto de vista, passe a ser uma realidade, outros desafios e problemáticas se colocam como fundamentais às universidades, na medida em que o sistema educacional brasileiro apresenta um descompasso relativo à qualidade do ensino nas escolas das redes estaduais e municipais. Dessa forma, os alunos que ingressam nas universidades, favorecidos pelas políticas de democratização de acesso necessitam, em sua maioria, de apoios pedagógicos e financeiros para permanecerem em seus cursos.

IV. CONCLUSÃO

Entendemos, assim, que, embora a democratização de acesso ao ensino superior seja uma necessidade premente dada pela própria história da sociedade brasileira, ela não basta para que se resolva a questão. Consideramos fundamental que o acesso seja acompanhado por políticas públicas que favoreçam a permanência dos estudantes que acessaram o ensino superior via os recentes processos democráticos.

A UFRRJ como uma instituição historicamente comprometida com a sociedade brasileira vem buscando implementar políticas internas de permanência com o intuito de superar os desafios criados por esse novo contexto. No entanto, tomando por base o exposto, reafirmamos a nossa convicção acerca das indispensáveis políticas de democratização de acesso como meio de garantir inserção e permanência ao estudante nas instituições públicas de ensino superior.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C. Y. de. **Acesso ao ensino superior no Brasil: equidade e desigualdade social.** www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/acesso-ao-ensino-superior-no-brasil-equidade-e-desigualdade-social, acessado em 11/11/2013.
- BRAGA, M. M.; PEIXOTO, M. do C. L.; BOGUTCH, T. F. Tendências da demanda pelo ensino superior: estudo de caso da UFMG. In: **Cadernos de Pesquisa**, n.113, São Paulo, jul., 2001.
- FRIGOTTO, G. **A produtividade da escola improdutiva.** São Paulo: Cortes, Autores Associados, 1984.
- NUNES, C. **O que vai ser quando crescer: ou a trajetória do desemprego: vestibular como diagnóstico do sistema educacional.** Rio de Janeiro: Cesgranrio; Brasília DF, FINEP, 1981.
- SANTOS, C. M. dos. O acesso ao Ensino Superior no Brasil: A questão da elitização. In: **Ensaio. Avaliação e políticas públicas em educação.** Fundação Cesgranrio: Rio de Janeiro, v.6, n.19, Abril/junho, 1998.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



DOENÇA – DISTRIBUIÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL

GERSON BRAGAGNOLI¹; MARIA TERESA NASCIMENTO SILVA¹; LUCIANA CARDIM²; MARIA EMILIA BAVIA²

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
gersongb@terra.com.br

Resumo - A observação de que as doenças estão em um determinado local num momento e em outros não, é muito antiga. Hipócrates já observava este fenômeno, porém, somente no século XVIII é que surgiram os primeiros mapas de localização das doenças. John Snow em 1854 utilizou mapa e pontos e mostrou a fonte de disseminação da cólera. Hoje, além das ferramentas geoespaciais, utilizam-se também informações ambientais, biológicas, geográficas, geoestatísticas, constituindo um Sistema de Informação Geográfica, que permite estudar as doenças infecciosas, parasitárias, alérgicas e suas associações, quantificando, explicando e predizendo as variações geográficas das doenças.

Palavras-chave: Parasitas. Análise Espacial. Distribuição Espacial.

I. A DISTRIBUIÇÃO DE DOENÇAS E A ANÁLISE ESPACIAL, UMA BREVE REVISÃO

O conceito de que o local pode influenciar a saúde é muito antigo. No século IV AC, Hipócrates (460 a 377 AC) observou que certas doenças tendiam a ocorrer em alguns locais e não nos outros (RINALDI *et al.*, 2006).

Os primeiros mapas de doenças publicados foram divulgados em 1792 de Leonhard Ludwig Fink, em 1798 do médico militar Valentine Seaman, em 1827 do médico alemão Friedrich Schnurrer, em 1848 de Heinrich Berghaus e 1854 do médico John Snow (BARRETT, 2000; ANDRADE *et al.*, 2007).

Embora ferramentas geoespaciais tenham sido desenvolvidas em grande parte por outras razões, profissionais de saúde têm adotado essas tecnologias, explicando e predizendo os padrões espaço-temporal e fatores de risco para doenças tais como infecções virais, bacterianas e parasitárias, que dependem ou não de hospedeiros intermediários para completar seus ciclos de vida ou em vetores para sua propagação (KITRON *et al.*, 2006; BERGQUIST e RINALDI, 2010).

Suscita-se a criação de uma nova disciplina denominada epidemiologia espacial, como sendo a descrição, a quantificação, e explicação das variações geográficas na doença, especialmente em relação a variações a exposições ambientais em escala de pequena área (RUSHTON, 2003), isto porque, foram acrescentadas técnicas de geoestatística, Sistema de Informação Geográfica (SIG); outras estatísticas espaciais aos estudos de epidemiologia, que permitiram analisar a localização espacial de um evento epidemiológico (KITRON *et al.*, 2006).

As doenças infecciosas têm seus riscos aumentados devido aos fatores ambientais decorrentes das atividades humanas tais como a evolução da agricultura, domesticação de animais, urbanização descontrolada, entre outros (BROOKS e HOBERG, 2007). Os fatores ambientais foram objeto de associação com a co infecção de *Necator americanos* e *Schistosoma mansoni* (PULLAN *et al.*, 2008), à hanseníase (QUEIROZ *et al.*, 2010), esquistossomose mansônica (CARDIM *et al.*, 2011); distribuição do *Ascaris lumbricoides* (CAMPOS *et al.*, 2002).

As variáveis ambientais que podem ser monitoradas pelas imagens de satélites fundamentais nos estudos epidemiológicos são Índice de Vegetação Espectral (SVI), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Temperatura da Superfície da Terra (LST), Umidade Atmosférica (UA), Umidade do Solo (US), Deficit de Pressão de Vapor (DPV), Temperatura do Ar (TA), Elevação Digital (ED) (GOETZ, PRINCE e SMALL, 2000; PULLAN *et al.*, 2008) que associados ao geoprocessamento, à análise estatística (regressão logística, análise uni variada, teste de razão de verossimilhança) possibilitam o tratamento, cruzamento, sobreposição, análise e visualização das informações espaciais, sob a forma de mapas digitais, permitindo a tomada de decisão de forma rápida e ágil, minimizando custos e otimizando recursos (GOSONI *et al.*, 2006; RASO *et al.*, 2006; ZEILHOFER *et al.*, 2007; VEIGA e GASPARETTO, 2008; REMAIS *et al.*, 2010; RIEDEL *et al.*, 2010).

Assim, o sensoriamento remoto é extremamente útil para monitorar as regiões ou áreas onde a variabilidade temporal das condições climáticas, resultam em epidemias (GOSONI *et al.*, 2006).

A união das informações oriundas do sensoriamento remoto, da geoestatística e do georreferenciamento, constituem um SIG, que possibilita o armazenamento e processamento das informações geográficas de forma diferente, além de, na epidemiologia, ter interesse nas análises espaciais em estabelecer relações entre as taxas de doenças e exposições à fatores do meio ambiente (RUSHTON, 2003).

Os produtos originados de um SIG podem ser mapas de distribuição, de proporções, mostrar o número de casos de uma doença, população de risco, prevalência e incidência de uma infecção. Tanto na epidemiologia veterinária como na saúde pública, um SIG é o principal campo de aplicação integrando base de dados diferentes de um ambiente – incidência, positividade, prevalência, variáveis climáticas (BERGQUIST e RINALDI, 2010).

Nem sempre o interesse é estudar grandes áreas, os pesquisadores podem estar interessados em um estudo epidemiológico em uma área urbana específica que pode ser um agregado de unidades espaciais, como setores censitários, bairros e/ou distritos sanitários. A maneira como os espaços são ocupados por populações de diferentes estratos socioeconômicos pode tornar tais espaços vulneráveis e criar condições que venham favorecer a produção e reprodução de doenças (FLAUZINO *et al.*, 2009).

A distribuição espacial não aleatória de uma infecção, indica que o risco de infecção de um indivíduo pode ser mais parecido com aqueles que vivem perto dele do que aqueles que vivem mais longe (PULLAN *et al.*, 2008). Por outro lado, a Teoria da Higiene proposta por David Strachan estabelece que a troca de infecções entre irmãos de famílias numerosas poderia ser responsável pela menor incidência de alergias (YAZDANBAKHSH e MATRICARDI, 2004), da mesma forma que populações rurais sendo mais expostas a infecções bacterianas, virais e parasitárias, possuem menores prevalência de doenças alérgicas (MONCAYO e COOPER, 2006).

A associação de helmintíase com doenças alérgicas, entre elas a asma, apresenta resultados conflitantes (LEONARDI-BEE *et al.*, 2006; FEARY, BRITTON e LEONARDI-BEE, 2011). Na tentativa de entender essa dicotomia, pode-se proceder a identificação de conglomerados com maior intensidade de casos, utilizando a técnica de densidade de Kernel. Esta técnica permite: 1- visualizar graficamente a distribuição de uma determinada doença infecciosa e a sua densidade, 2- identificar os agrupamentos ou as chamadas “área quentes” e 3 - estabelecer a probabilidade de sua infecção (CARNEIRO, 2003; FLAUZINO *et al.*, 2009; CARDIM *et al.*, 2011). É uma ferramenta exploratória, semelhante a função densidade de probabilidade, diferindo por uma constante de proporcionalidade, o que resulta em um gráfico de contorno de intensidade, o que permite que seja identificado um gradiente de probabilidades (QUEIROZ *et al.*, 2010). Na literatura atual não foram encontrados trabalhos relacionados a análise espacial da associação das helmintíases com doenças atópicas. Um aprofundamento nesses estudos poderiam esclarecer as contradições encontradas na teoria da higiene.

II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. N. S. S. *et al.* **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. MINISTÉRIO DA SAÚDE, F. O. C. Brasília - DF: 120 p. 2007.
- BARRETT, F. A. Finke's 1792 map of human diseases: the first world disease map? **Social Science & Medicine**, v. 50, n. 7-8, p. 915-921, Apr 2000. ISSN 0277-9536. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000085389800002 >.
- BERGQUIST, R.; RINALDI, L. Health research based on geospatial tools: a timely approach in a changing environment. **Journal of Helminthology**, v. 84, n. 1, p. 1-11, Mar 2010. ISSN 0022-149X. Disponível em: <<Go to ISI>://000274715900001 >.
- BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. How will global climate change affect parasite-host assemblages? **Trends in Parasitology**, v. 23, n. 12, p. 571-574, Dec 2007. ISSN 1471-4922.
- CAMPOS, M. R. *et al.* Spatial distribution of *Ascaris lumbricoides* infection. **Revista De Saude Publica**, v. 36, n. 1, p. 69-74, Feb 2002. ISSN 0034-8910.
- CARDIM, L. L. *et al.* Identification of schistosomiasis risk areas using spatial analysis in Lauro de Freitas, Bahia State, Brazil. **CAD SAÚDE PÚBLICA**, v. 27, n. 5, p. 899 - 908, 2011.
- CARNEIRO, E. O. Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas (calazar, dengue, diarreia, DST-Doenças Sexualmente transmissíveis e tuberculose) no bairro de Campo Limpo - Feira de Santana (BA). **Sitientibus**, v. 28, p. 51 - 75, 2003.
- FEARY, J.; BRITTON, J.; LEONARDI-BEE, J. Atopy and current intestinal parasite infection: a systematic review and meta-analysis. **Allergy**, v. 66, n. 4, p. 569-578, Apr 2011. ISSN 0105-4538. Disponível em: <<Go to ISI>://000287700000015 >.
- FLAUZINO, R. F. *et al.* Spatial heterogeneity of dengue fever in local studies, City of Niteroi, Southeastern Brazil. **Revista De Saude Publica**, v. 43, n. 6, Dec 2009. ISSN 0034-8910. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000273582800015 >.
- GOETZ, S. J.; PRINCE, S. D.; SMALL, J. Advances in satellite remote sensing of environmental variables for epidemiological applications. In: (Ed.). **Advances in Parasitology**, Vol 47, v.47, 2000. p.289-307. (Advances in Parasitology). ISBN 0065-308X.
- GOSONI, L. *et al.* Bayesian modelling of geostatistical malaria risk data. **Geospatial Health**, v. 1, n. 1, p. 127-139, Nov 2006. ISSN 1827-1987. Disponível em: <<Go to ISI>://000258598900014 >.
- KITRON, U. *et al.* Upscale or downscale: applications of fine scale remotely sensed data to Chagas disease in Argentina and schistosomiasis in Kenya. **Geospatial Health**, v. 1, n. 1, p. 49-58, Nov 2006. ISSN 1827-1987. Disponível em: <<Go to ISI>://000258598900007 >.
- LEONARDI-BEE, J. *et al.* Asthma and current intestinal parasite infection - Systematic review and meta-analysis. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 174, n. 5, p. 514-523, Sep 2006. ISSN 1073-449X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000240254800008 >.
- MONCAYO, A. L.; COOPER, P. J. Geohelminth infections: Impact on allergic diseases. **International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 38, n. 7, p. 1031-1035, 2006. ISSN 1357-2725. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000237905900003 >.
- PULLAN, R. L. *et al.* Human Helminth Co-Infection: Analysis of Spatial Patterns and Risk Factors in a Brazilian Community. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 2, n. 12, Dec 2008. ISSN 1935-2735.
- QUEIROZ, J. W. *et al.* Geographic Information Systems and Applied Spatial Statistics Are Efficient Tools to Study Hansen's Disease (Leprosy) and to Determine Areas of Greater Risk of Disease. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 82, n. 2, p. 306-314, Feb 2010. ISSN 0002-9637. Disponível em: <<Go to ISI>://000274263300022 >.
- RASO, G. *et al.* Risk factors and spatial patterns of hookworm infection among schoolchildren in a rural area of western Cote d' Ivoire. **International Journal for**

Parasitology, v. 36, n. 2, p. 201-210, Feb 2006. ISSN 0020-7519. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000235786400008 >.

REMAIS, J. *et al.* Analytical methods for quantifying environmental connectivity for the control and surveillance of infectious disease spread. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 7, n. 49, p. 1181-1193, Aug 2010. ISSN 1742-5689. Disponível em: < <Go to ISI>://000279180600005 >.

RIEDEL, N. *et al.* Geographical patterns and predictors of malaria risk in Zambia: Bayesian geostatistical modelling of the 2006 Zambia national malaria indicator survey (ZMIS). **Malaria Journal**, v. 9, Feb 2010. ISSN 1475-2875. Disponível em: < <Go to ISI>://000276656800001 >.

RINALDI, L. *et al.* New insights into the application of geographical information systems and remote sensing in veterinary parasitology. **Geospatial Health**, v. 1, n. 1, p. 33-47, Nov 2006. ISSN 1827-1987. Disponível em: < <Go to ISI>://000258598900006 >.

RUSHTON, G. Public health, GIS, and spatial analytic tools. **Annual Review of Public Health**, v. 24, p. 43-56, 2003. ISSN 0163-7525. Disponível em: < <Go to ISI>://000185094600004 >.

VEIGA, N.; GASPARETTO, D. Spacial and temporal analysis model of malaria prevalence approach in Braganca and Augusto Correa - PA, between 2001 a 2006. **Scripta Nova-Revista Electronica De Geografia Y Ciencias Sociales**, v. 12, n. 270, Aug 2008. ISSN 1138-9788. Disponível em: < <Go to ISI>://000267809300100 >.

YAZDANBAKHS, M.; MATRICARDI, P. M. Parasites and the hygiene hypothesis - Regulating the immune system? **Clinical Reviews in Allergy & Immunology**, v. 26, n. 1, p. 15-23, Feb 2004. ISSN 1080-0549. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000189244800003 >.

ZEILHOFER, P. *et al.* GIS applications for mapping and spatial modeling of urban-use water quality: a case study in District of Cuiaba, Mato Grosso, Brazil. **Cadernos De Saude Publica**, v. 23, n. 4, p. 875-884, Apr 2007. ISSN 0102-311X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000253805300015 >.

III. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



SMART CITY – CASO DA IMPLANTAÇÃO EM BUZIOS - RJ

NATALIA M.C.A.A. VILACA¹, VINICIUS N. FIGUEIREDO¹, LORENNNA BAPTISTA DE OLIVEIRA¹, VITOR H. FERREIRA¹, MARCIO Z. FORTES¹, WEULES F. CORREIA², ORESTES L.C. PACHECO²

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE; 2 – AMPLA ENERGIA E SERVIÇOS S.A.
nataliachequer@id.uff.br; viniciusneves@id.uff.br; lorennna.baptista@gmail.com;
vitor@vm.uff.br; mzf@vm.uff.br; wcorreia@ampla.com; orestesc@ampla.com

Resumo – *Existem no mundo vários projetos de implantação de smart cities (Cidades Inteligentes), onde as tecnologias de ponta são aplicadas a integração inteligente de fontes de geração de energia independentes a redes das concessionárias, com o objetivo do aproveitamento de fontes renováveis de energia para o bem estar do consumidor. Este trabalho apresenta o estado atual de um destes projetos, o qual visa implantar um piloto na cidade de Armação de Búzios no estado do Rio de Janeiro. Este projeto é desenvolvido pela Ampla Energia & Serviços S/A, concessionária de energia elétrica do estado do Rio de Janeiro integrante do Grupo Enel da Itália. Iniciado no ano de 2011 e com duração de três anos, o projeto busca implementar novas tecnologias que irão promover Búzios ao posto de "1ª Cidade Inteligente da América Latina", a fim de fomentar o uso dessas tecnologias e trazer conceitos de sustentabilidade e eficiência energética mais próximos à sociedade brasileira. Este artigo aborda a estrutura de organização do projeto e sua divisão em oito blocos de estudo e pesquisas.*

Palavras-chave: Cidade Inteligente. Smart City. Smart Grid. Fontes Renováveis de Energia.

I. INTRODUÇÃO

Projetos voltados para criação de infraestrutura para desenvolvimento das chamadas *Smart Cities* estão se tornando uma realidade em diversas partes do mundo, onde se identifica uma necessidade de mudança do setor energético com vistas a integrar fontes renováveis à matriz energética. Um exemplo é o ocorrido na Índia, onde após a promulgação da Lei de Eletricidade em 2003 ocorreu uma mudança global no setor de energia indiano, e as concessionárias de distribuição de energia passaram por uma reforma que visava promover a satisfação do cliente e a racionalização da tarifa de energia elétrica. Além deste processo, na Índia também houve uma reestruturação e separação do setor de energia, visto que se identificou a necessidade de introduzir a tecnologia de redes inteligentes (SINHA *et al.*, 2011).

Conforme (Su *et al.*, 2011), o conceito de *Smart City* é definido como o uso da tecnologia da comunicação e informação para medir, analisar e integrar os dados-chaves de um sistema em um único sistema núcleo. Ao mesmo tempo, cidades inteligentes trazem respostas inteligentes para diferentes tipos de necessidades, incluindo as necessidades do dia-a-dia, preocupação ambiental, segurança pública e atividades de comércio, industrial e serviços da cidade.

A implementação de uma cidade inteligente proporciona experiências que visam um melhor gerenciamento e monitoramento de energia, gerando assim

maior confiabilidade (Tang, 2011). Além disso, ao implantar um projeto piloto de *Smart City*, estimativas mais adequadas para a realidade nacional em que o projeto está inserido sobre informações críticas, tais como custos de implantação e operação, identificação das soluções tecnológicas ainda necessárias e seus impactos e benefícios para clientes, distribuidoras e sociedade como um todo, também constituem uma importante contribuição deste conceito de projeto.

Em (Pellicer *et al.*, 2013) apresenta-se uma pesquisa com informações dos principais projetos de *Smart Cities* no mundo, como: Málaga, Paris, Amsterdam, Vienna, Toronto, Nova York, entre outras. A experiência acerca da implantação de um projeto piloto na cidade de Seattle, EUA, é apresentada em (Alawadhi e Scholl, 2013), com a experiência sobre a implantação de *Smart Cities* na China sendo discutida em (HAO *et al.*, 2012).

A comunicação sem fio e a integração entre redes é um fator chave na implantação dos projetos de *Smart Cities*. Uma pesquisa relacionada a este tema realizada em Berlim é relatada por (Juraschek *et al.*, 2012). Concomitante a esta linha de pesquisa (Balakrishna, 2012), apresenta comentários situando a importância dos *smartphones* na integração de redes e (Maeda, 2012) traz uma descrição da importância da integração de redes/sistemas. A integração de sistemas e disseminação cada vez maior de dados de cada cidadão traz também problemas relacionados com a privacidade. Uma discussão interessante sobre este tema é contextualizada em (Martinez-Balleste, 2013), com enfoque nas questões que podem surgir a partir da implantação das cidades inteligentes.

Nas cidades inteligentes os edifícios/construções inteligentes ganham destaque, onde sensores, atuadores, controladores, unidades centrais de programação, interfaces de diversos tipos, redes de comunicação e medidores inteligentes são instalados para garantir uma melhor performance energética da edificação como apresentado em (MORJAJ *et al.*, 2011).

Experiências desta natureza com foco em melhorias nos sistemas de iluminação são também conhecidas como *Smart Lighting*. Em (Castro *et al.*, 2013) é apresentada uma visão geral sobre as possibilidades de projetos nesta área e a descrição de algumas funções operativas que podem ser aplicadas aos novos projetos.

Os serviços de informações com relação ao consumo, comportamento de carga, conta de energia, tarifa em vigência e outros também fazem parte de projetos de *Smart Cities*. Fazer com que o consumidor se mantenha informado e atualizado de seu consumo/geração é parte do contexto. Karnouskos e colaboradores (Karnouskos *et al.*, 2012)

apresentam em sua pesquisa aspectos relacionados aos serviços de energia no contexto das cidades inteligentes.

Fator de destaque nas *Smart Cities*, a mobilidade urbana também é pesquisada. O uso de veículos elétricos, reduzindo o efeito poluidor da frota de carros movidos a combustíveis fósseis, é uma das possíveis soluções em análise. O impacto na rede elétrica devido à popularização do uso de veículos elétricos deve ser levado em consideração nos estudos de planejamento energético, conforme sugerido em (Borba, 2012). Perspectivas para inserção de veículos elétricos no mercado brasileiro são apresentadas em (MABUB *et al.*, 2013).

No Brasil, o tema cidade inteligente esta em pauta nos diversos setores (instituições de pesquisa, concessionárias, reguladoras, governo federal, universidades e sociedade). Mabub e colaboradores (Mabub *et al.*, 2013) apresentam uma avaliação do cenário brasileiro atual, comentando em linhas gerais alguns projetos em desenvolvimento incluindo o trabalho destacado neste artigo.

O projeto Cidade Inteligente Búzios visa à construção da primeira cidade inteligente da América Latina, localizada em Búzios, município da Região dos Lagos do Rio de Janeiro. A construção deste caso real possibilitará a obtenção de informações para o desenvolvimento de projetos para expansão do conceito de *Smart City* em outras regiões do Brasil e da América Latina. O projeto em Búzios aborda três conceitos fundamentais, a saber:

- **Sustentabilidade:** diminuição do impacto ambiental do consumo energético, investindo no uso das fontes renováveis de energia e na conscientização a respeito da eficiência de consumo, facilitando a mudanças de hábitos do consumidor;
- **Racionalidade:** Favorecer a criação de uma consciência socioambiental de forma a incentivar a participação ativa do consumidor na cadeia de valor da gestão de energia;
- **Eficiência:** redução de perdas que ocorrem nas redes de distribuição de energia, evitando ampliação da capacidade da rede.

Alinhado ao momento regulatório do Brasil, que busca identificar políticas, padrões técnicos e recursos para implementação de redes inteligentes, o projeto pretende também buscar respostas a questões técnico-econômicas visando identificar potenciais para desenvolvimento em função da aplicação das tecnologias em solo brasileiro.

A concessionária de energia Ampla, empresa constituinte do Grupo Enel/Endesa, é a responsável por gerir o referido projeto, a exemplo da bem sucedida experiência de Málaga na Espanha (IBM, 2012). O caso de Búzios é uma parceria com empresas privadas, governos municipal, estadual e federal, e universidades. Este projeto contemplará aproximadamente 10.400 clientes, abrangendo quatro alimentadores de média tensão situados na Península de Búzios. O custeio do projeto acontecerá com verbas da concessionária Ampla, verba de Pesquisa & Desenvolvimento da Aneel e recursos provenientes de patrocínio.

O presente artigo apresenta algumas características e atividades internas dos diversos blocos de trabalho do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) “Cidade Inteligente Búzios”, apresentando de forma sucinta e direta as opções tecnológicas escolhidas para implantação neste projeto piloto.

II. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROJETO

A composição de um projeto que envolve a estruturação de uma Cidade Inteligente deve ser dividida em etapas e com um planejamento estratégico. Essa organização torna-se de suma importância para que a execução do projeto possa ser realizada com aproveitamento e sucesso (Oiqi *et al.*, 2010). Desta forma, os estudos iniciais envolvidos para o desenvolvimento do projeto reúnem questões que envolvem a análise sobre os locais possíveis para sua implementação, definição dos objetivos e metas, bem como a organização fundamental para a realização efetiva do empreendimento, no qual pode ser citada a divisão do projeto em áreas que estarão interligadas.

A escolha de uma cidade responsável por sediar o projeto envolve o estudo estrutural da mesma, tanto em relação à aplicação das tecnologias, quanto suas questões físicas e geográficas favoráveis, possibilitando a realização do projeto e o alcance de metas.

A cidade de Búzios envolve alguns benefícios dados por sua infraestrutura, podendo citar a grande visibilidade turística da cidade, expandindo um reconhecimento não apenas no cenário nacional, assim como no meio internacional, além de sua pequena extensão territorial, entendido como um benefício para a utilização de veículos elétricos e como uma oportunidade de abranger a cidade como um todo e beneficiar grande parte dos consumidores. Outros aspectos importantes envolvem uma observação técnica em relação à mesma, como por exemplo, a existência de pontos já automatizados e o potencial existente para aproveitamento solar e eólico devido às condições climáticas favoráveis da cidade.

Em síntese, o projeto-caso relatado neste artigo objetiva atender 10.363 clientes, sendo 13 industriais, 1.518 comerciais e serviços públicos e 8.832 residenciais, contando também com uma previsão de instalação de 25 pontos de automação, além da utilização de 3 linhas de média tensão (15 kV), com 67 km de circuitos, 450 transformadores de média/baixa tensão e tendo como previsão de consumo de 55 GWh/ano.

A Figura 1 apresenta uma visão geral das áreas atingidas na implantação da 1ª fase do projeto. Na figura tem-se a representação em “destaque” da área central do projeto.

IV. OBJETIVOS

A elaboração do projeto Cidade Inteligente Búzios envolve a busca por alguns objetivos que se destinam a incentivar o desenvolvimento tecnológico e sustentável no Brasil e até mesmo na América Latina, visando também à melhoria de serviços relativos ao setor de distribuição de energia. Esses objetivos envolvem:



Figura 1- Visão geral das áreas atingidas pelo projeto em sua 1ª fase

- Desenvolver a primeira cidade inteligente da América Latina;
- Contribuir para a evolução da regulação brasileira sobre *Smart Grids* por meio da verificação empírica dos benefícios obtidos com esta tecnologia em solo nacional;
- Testar tecnologias para futuras aplicações na Área de Concessão da Ampla, buscando oportunidades de melhorias técnicas e econômicas com benefícios reais para o cliente e para empresa.

Para desenvolvimento deste projeto, foram definidos oito blocos de trabalho, de forma a englobar as áreas necessárias para a elaboração e expansão do mesmo. Os oito blocos foram nomeados como:

- Comunicação com clientes e Sociedade
- Medição Eletrônica Inteligente
- Telecomunicações e Sistemas
- Automação de Rede
- Veículos Elétricos
- Iluminação Pública Eficiente
- Prédios Inteligentes
- Geração Distribuída

A Figura 2 apresenta a estrutura organizacional do projeto, com a identificação dos oito blocos e suas respectivas logomarcas.

Cada bloco será comentado na sequência do artigo para um melhor entendimento dos objetivos esperados em cada um, destacando as metas referenciadas e benefícios visados para a sociedade.

Comunicação com clientes e Sociedade

Para que o projeto seja implantado com o máximo de eficiência e eficácia, é necessário o entendimento da cultura, dos hábitos e da percepção da população envolvida. Sendo assim, uma análise aprofundada sobre os impactos sociais decorrentes do projeto, bem como da imagem da empresa frente a seus clientes, onde essa observação se torna extremamente necessária. Além disso, tal entendimento deve ser integrado a um plano de comunicação e marketing que visa o esclarecimento de possíveis dúvidas, à divulgação dos benefícios resultantes das melhorias de rede e das diversas tecnologias empregadas na cidade inteligente, e à sensibilização das partes interessadas.



Figura 2 - Os oito blocos responsáveis pelo projeto Cidade Inteligente Búzios

Neste contexto, o objetivo deste bloco de trabalho é a identificação dos principais atores públicos interessados no projeto e a execução de ações que disseminem os conceitos e

atributos atrelados às inovações implementadas. Os clientes serão então mantidos informados e convidados a participar ativamente da construção de uma cidade inteligente e sustentável. Deste modo, além de inserções de publicidade e marketing, serão desenvolvidas práticas para orientar a sociedade acerca do consumo consciente de energia elétrica e recursos naturais, e incentivar o desenvolvimento de fóruns de discussão sobre a questão da sustentabilidade e meio ambiente.

Algumas atividades já desenvolvidas pelo bloco trouxeram repercussões notórias e importantes para o projeto Cidade Inteligente, podendo ser citado o a disponibilização para o público três bicicletas elétricas na praça Santos Dumont com o objetivo de demonstrar para a população local e visitantes a tecnologia de geração distribuída, no qual de acordo com as velocidades atingidas pelas bicicletas as mesmas geravam energia que acendiam o totem localizado na praça.

Outras atividades relevantes foram a inauguração do posto do ECOAMPLA que visa proporcionar à população uma maneira ecológica e sustentável de gerenciar os resíduos produzidos em suas casas e comércios, bem como a inauguração da Rede Wi-Fi na Rua das Pedras e a abertura do Centro de Monitoramento/Lagoa com o intuito de aglomerar em um só lugar, espaços para pesquisa, reunião e demonstração das novas tecnologias desenvolvidas e que serão aplicadas ao projeto.

Medição Inteligente

Esse bloco representa um dos maiores interesses do projeto “Cidade Inteligente Búzios”, pois é aquele que atinge de modo mais específico o objetivo de empregar processos inteligentes na solução de problemas relativos à geração e ao consumo de energia elétrica no Brasil. A linha de ação do bloco consiste em promover na região de Búzios a troca dos medidores eletromecânicos de energia por medidores eletrônicos inteligentes. Esses novos medidores possibilitam a implantação de medidas tais como a tarifa horária e o controle remoto de demanda, bem como o desenvolvimento de geração distribuída ao viabilizar o processo de medição bidirecional.

A implantação da tarifa horária é uma tentativa de aliviar o problema do horário de ponta no setor elétrico brasileiro. Com a tarifação horária, o custo da energia é diferenciado ao longo do dia, sendo mais caro durante o período em que a demanda é maior (entre 18h e 21h), estimulando a distribuição do consumo de energia ao longo dos períodos onde este insumo é mais barato. Assim, é esperada a redução do pico de demanda, a qual contribui para postergação de investimentos em ampliações da rede e/ou do parque gerador, reduzindo os custos das concessionárias de energia e consequentemente contribuindo para a modicidade tarifária.

Neste contexto, a implantação de medidores inteligentes incluindo funcionalidades para acompanhamento online do consumo de energia por parte dos clientes viabiliza o gerenciamento da demanda por parte do próprio cliente visando reduzir seus custos de energia através do deslocamento de suas cargas ao longo do dia, trazendo benefícios para o próprio cliente e para o sistema como um todo. Na figura 3 pode-se verificar a ideia envolvida quanto à tarifação horária.



Figura 3 - Planejamento da aplicação de tarifa horária para clientes residenciais

No que tange à geração distribuída, com o advento da Resolução ANEEL 482/2012, as distribuidoras devem adequar seus sistemas de medição de forma a permitir a instalação de microgeração por parte dos consumidores e a consequente contabilização da energia eventualmente entregue à rede por estas unidades geradoras através de mecanismos de compensação. Neste sentido, os medidores inteligentes farão a medição nas residências de modo bidirecional, tornando possível a participação de pequenos produtores de energia elétrica no abastecimento da região.

A aplicação de medidores inteligentes também permitirá que os processos de corte, leitura e religamento do fornecimento de energia elétrica sejam feitos de forma remota, tornando-os mais rápidos e dinâmicos. Além disso, possibilitará um controle maior sobre o tempo que os consumidores passam sem fornecimento, assim como da frequência com que isso ocorre.

A Figura 4 apresenta algumas ilustrações da atividade de substituição dos medidores eletrônicos em Búzios.



Figura 4 - Instalação dos Medidores Eletrônicos Inteligentes

Sistemas de Telecomunicações

A comunicação será o elo entre todos os componentes da cidade inteligente, sendo necessária à implantação de diferentes tecnologias que permitam a troca de informações e a gestão de todos os dispositivos interconectados à rede de forma eficiente e rápida. Sendo assim, o principal objetivo deste bloco de trabalho é prover a melhor solução em redes de última geração, para atender a aproximadamente onze mil (11.000) dispositivos de medição eletrônica, automação de redes, geração distribuída de energia, veículos elétricos, prédios inteligentes e iluminação pública, obtendo assim o desenvolvimento e a adaptação de sistemas de informação para dar suporte às necessidades do projeto Cidade Inteligente Búzios. Para tanto, as atividades são baseadas na evolução de novos sistemas e na ampliação de alguns sistemas já existentes. Como haverá clientes finais envolvidos na operação de alguns sistemas, há a necessidade de fornecer aos mesmos as informações necessárias para tal.

Além disso, já está disponibilizada conexão gratuita a internet via Wi-Fi no centro de Búzios, a fim de promover a inclusão digital, entregando infraestrutura de redes e link de internet com capacidade de banda para atender aos usuários na Rua das Pedras em alta temporada. Por último, no Centro de Monitoramento e Pesquisa, será instalada a infraestrutura tecnológica necessária para seu o funcionamento em todo o período do projeto, além da exibição da totalidade das tecnologias aplicadas (espaço aberto ao público).

Além das diversas áreas relacionadas com o bloco em questão, neste projeto serão avaliadas algumas tecnologias

para transmissão de dados, a saber: GPRS (*General Packet Radio Service*); rádio ponto-multiponto; redes de rádios Mesh; e PLC (*Power Line Communication*), no qual esta última envolve um meio de comunicação promissor para a implantação em *Smart Grids* devido à possibilidade de uso da rede elétrica também como canal de comunicação, não havendo assim a necessidade de novos cabos utilitários de instalação (Goetz e Dostert, 2002). Desta forma, este bloco segue com a finalidade de integrar a cidade como um todo e possibilitar melhorias para a população local e os turistas da região de Búzios.

Automação de Rede

O principal objetivo deste grupo de trabalho é unir a rede de distribuição de equipamentos de proteção e utilizar sistemas para a execução de manobras de recomposição automática da rede de distribuição em média tensão, integrando-os ao sistema de supervisão e controle. Por meio de um projeto de pesquisa e desenvolvimento são estudados os principais desafios técnico-econômicos inerentes ao tema, sendo desenvolvido um sistema de automação adaptado às condições do sistema elétrico brasileiro.

Para realização deste bloco de pesquisa, está prevista a instalação de dezessete seccionadores de operação em carga e quatro religadores. A configuração da rede contemplará um equipamento de proteção em cada um destes quatro religadores, além das chaves de seccionamento e interligação em caso de necessidade de remanejamento. Ademais, para viabilizar as manobras de transferência de carga na rede de distribuição, será realizado um recondutoramento de trechos dos alimentadores envolvidos.

A implantação de tais equipamentos visa à melhoria da qualidade de serviço e da segurança na operação da rede, assim como a redução da Duração Equivalente de Interrupções por unidade consumidora (DEC) e a da Frequência Equivalente de Interrupções por consumidor (FEC), pois conforme preconizado na legislação, a qualidade do serviço prestado pelas distribuidoras de energia pode ser medida através destes dois indicadores. Assim, a principal meta para o segmento de Automação de Redes reside na redução desses índices para um dígito. Tomando como exemplo o DEC, a meta é obter valores para este indicador menores que 10 horas de interrupção por mês após a implantação das tecnologias previstas para este bloco.

Um procedimento que está sendo realizado é a migração do sistema SCADA (*Supervisory, Control and Data Acquisition* – sistema de supervisão, controle e aquisição de dados) antigo, que utiliza protocolo 101, para um sistema novo, utilizando protocolo 104. Contudo, atualmente o que está sendo realizado é a utilização de um sistema SCADA reduzido, sendo migradas algumas informações tendo por objetivo a avaliação do desempenho do sistema com esse novo protocolo.

Em síntese, o bloco de Automação de Redes tem como propósito a melhoria do sistema de distribuição e a melhor satisfação dos consumidores.

Veículos Elétricos

A atividade ao qual este bloco é responsável abrange inicialmente o desenvolvimento de uma frota com quatro veículos, trinta bicicletas e um barco, todos movidos à energia elétrica. Além da frota, serão pesquisados dispositivos para gerenciamento inteligente do processo de carregamento das baterias associadas, sendo projetadas tomadas de corrente urbana inteligente que permitam conectar o veículo de forma segura evitando possíveis

acidentes e fraudes, além da aplicação da tecnologia V2G (vehicle-to-grid) em modo demonstrativo.

Em paralelo a esta pesquisa, pretende-se analisar o impacto da integração e interação dos veículos elétricos, bem como assegurar o controle inteligente de suas cargas e controle do armazenamento dentro do conjunto da Cidade Inteligente, segundo as especificações funcionais definidas. Vislumbra-se estudar também, sistemas de micro armazenamento dos veículos nos sistemas elétricos atuais, os benefícios e seus impactos na rede.

Em um primeiro momento pretende-se disponibilizar para estudos: quatro veículos, sendo um Palio e três modelos REVA-I; duas bicicletas elétricas, uma fixa e outra para percorrer Búzios fazendo leituras dos medidores; e três pontos de recarga lenta espalhados por Búzios, sendo o principal localizado no Centro de Monitoramento.

Incluindo no projeto de veículos elétricos, pode ser encontrado o trabalho que está sendo desenvolvido a respeito dos barcos elétricos. Este estudo envolve principalmente a implantação de barcos movidos à energia elétrica para mobilidade na cidade de Búzios. Estas embarcações são conhecidas em Búzios como aquatáxis e utilizam atualmente derivados de petróleo como combustível, poluindo as praias onde a concentração dessas embarcações é elevada, devido tanto ao eventual vazamento de combustível e resíduo da queima do mesmo quanto às dificuldades de reabastecimento uma vez que não existem postos marítimos adequados para estas embarcações. Em outras palavras, os tripulantes fazem uso de galões para reabastecimento das embarcações, colocando em risco a própria vida em conjunto dos riscos ambientais envolvidos.

Neste contexto encontra-se a grande motivação para a procura da solução destes problemas que envolvem tanto impactos ambientais como para os que usufruem estes meios para transporte. O desenvolvimento de barcos elétricos, mais econômicos e menos poluentes que os atuais movidos a combustíveis fósseis, também possibilita a agregação de valor por meio do uso de soluções sustentáveis e ambientalmente corretas. Assim, além destes barcos, está previsto no projeto a instalação de eletropostos para abastecimento dos mesmos, sendo estes postos localizados nas praias facilitando assim a logística.

Outra vertente do bloco é a construção de catamarãs utilizando fontes renováveis de energia para suprimento das cargas elétricas existentes nestas embarcações. Mais especificamente, o catamarã a ser desenvolvido apresentará um aerogerador de eixo vertical acoplado à sua estrutura. O projeto visa aplicar o catamarã à pesca na região de Búzios, gerando melhorias aos pescadores que poderão ampliar a capacidade de armazenamento de seus produtos ao utilizar espaços no barco antes ocupados com galões de combustível.

Iluminação Pública Inteligente

Este bloco busca desenvolver um sistema inteligente de iluminação pública, que permita a identificação de falhas nos postes, assim como o controle dos níveis de luminosidade, podendo aumentar nas horas de maior utilização, e diminuir nas horas de menor utilização, além de assegurar que as luzes irão acender e apagar nas horas corretas, assim como integrá-la a um sistema de controle de demanda para atestar a sustentabilidade, a estabilidade da rede de fornecimento elétrico e a integração de uma ferramenta eficaz na telegestão da iluminação pública e exterior. Os novos postes são implementados com a tecnologia de luminárias LED, visto que essas luminárias atingem um fluxo luminoso semelhante

à produzida pelas lâmpadas de vapor de sódio, mas possuem um consumo de energia inferior.

Este bloco de pesquisa aplicado ao projeto Cidade Inteligente Búzios torna-se de grande valor, visto que os postes tradicionais utilizados são uma grande fonte de consumo de energia elétrica (50-60% da energia elétrica que os municípios consomem), podendo obter com estes estudos a possibilidade do desenvolvimento de uma ferramenta pioneira de gestão dos pontos de iluminação pública, assim como dos contadores que se encontram nos quadros de iluminação.

A atividade de análise deste bloco propõe não apenas a implementação em laboratório, mas realizando o estabelecimento de três quadros de iluminação na cidade de Búzios para a obtenção dos dados necessários para demonstrar os prós e contras desses sistemas e permitir a aquisição de experiência na implantação dessas novas soluções. Na época da elaboração do presente artigo já haviam sido instaladas 60 luminárias LED na Lagoa da Usina em Búzios.

Neste contexto, a Iluminação Pública Inteligente busca meios eficientes de aproveitamento da energia sem prejudicar os moradores da região, através da pesquisa baseada nas características temporais e até mesmo do público alvo, entendido por todas as pessoas que passam pela cidade.

A Figura 5 apresenta uma comparação da iluminação pública em local em que já foi instalada a nova luminária.

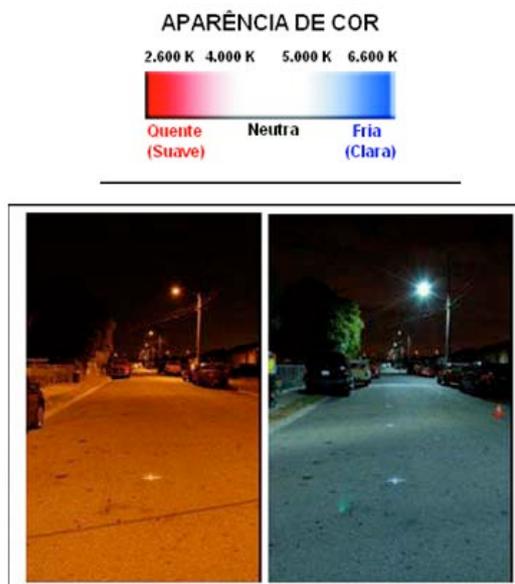


Figura 5 - Ilustração do local, sendo a esquerda com luminária vapor de sódio e a direita com luminária LED

Prédios Inteligentes

O bloco consiste em um projeto de adaptação das moradias de uma região de Búzios. Essa adaptação consiste na automação de tomadas e equipamentos eletroeletrônicos da residência, possibilitando o monitoramento e eventual controle do consumo desses equipamentos, promovendo conforto, segurança e eficiência energética para toda a população atingida.

Além da automação residencial, existe também o projeto de instalação em residências situadas em uma área carente de Búzios, um sistema de fossas bioenergéticas. Neste sistema, os resíduos orgânicos da residência são armazenados, produzindo biogás através da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos acumulados. Este gás pode então ser utilizado como combustível para acionamento

de um gerador a gás para produção de energia elétrica. A casa então passaria a produzir parte de sua própria energia, com o excedente podendo ser repassado ao sistema elétrico da concessionária.

Geração Distribuída

O principal objetivo deste bloco de trabalho é a integração dos sistemas de micro geração de energia renováveis e armazenamento com a rede de distribuição em baixa tensão. Para realização deste trabalho, está prevista a instalação de três módulos de geração distribuída, em unidades diferentes com potência instalada entre 5 kW e 20 kW. Como projeção inicial é esperado um total de 30 kW sendo 24 kW em geração fotovoltaica e 6 kW em unidades eólicas.

A configuração de cada geração distribuída poderá ser somente com geradores fotovoltaicos ou eólicos, ou os dois conjugados, cuja definição será feita de acordo com a localização de cada imóvel, considerando a fonte de energia disponível (radiação solar ou vento). Os sistemas quando mistos serão interligados em corrente contínua, que estariam conectados a um conjunto de baterias. Este módulo de armazenamento que estará conectado a instalação elétrica do imóvel, através de um conversor DC/AC que por sua vez estará conectado a rede de distribuição de baixa tensão, pelo medidor de energia. As potências dos geradores e armazenadores serão definidas na elaboração do projeto que estará baseado no tipo do imóvel escolhido, considerando a demanda de consumo do mesmo onde poderão ser definidos sistemas que supram integralmente ou parcialmente a demanda máxima de cada unidade consumidora.

Uma das avaliações propostas neste bloco com a finalidade de um retorno econômico de investimento é a energia armazenada ser utilizada nos horários de ponta quando a energia é mais cara, verificando inclusive a possibilidade de carregamento dos acumuladores pela rede elétrica inclusive, nos horários fora da ponta. Outra avaliação será o fornecimento de energia dos geradores à rede de baixa tensão, nos horários onde o imóvel não esteja consumindo toda a energia disponível nos geradores. Esta energia passaria pelo medidor bidirecional, onde seria avaliado o que foi consumido pela rede e o que foi fornecido a mesma. Esta energia entregue a rede de distribuição seriam proveniente somente dos geradores, sem utilizar os acumuladores. O objetivo é verificar todos os benefícios e problemas identificados nesta interligação do sistema de geração com a rede, a fim de encontrar o melhor caminho para a expansão deste projeto.

Estão envolvidos no desenvolvimento deste projeto: os tipos de geradores, equipamentos de conversão e interligação, sistemas de proteção e isolamento entre a rede e a geração, sincronismo de frequências e tensão entre sistemas, medidor de energia bidirecional e monitoramento de todo o sistema.

V. CONCLUSÃO

O projeto Cidade Inteligente Búzios visa trazer ao Brasil novas tecnologias, conceitos, solução de problemas atuais no setor de distribuição, incentivar o pensamento sustentável na sociedade, além de promover a 1ª Cidade Inteligente da América Latina.

Este projeto terá como benefícios diversas oportunidades, onde se pode citar o posicionamento da região de Búzios como uma referência nacional na demonstração das fontes renováveis de energia, assim como

impulsionar o desenvolvimento industrial e as áreas de pesquisa e desenvolvimento, tendo em vista a participação de diversas universidades neste projeto, bem como de outras instituições.

Este artigo descreve alguns detalhes dos oito blocos referenciais para implantação do projeto. Tem-se o enfoque aos benefícios recebidos pela cidade e cita questões que envolvem a sustentabilidade, incorporação das energias renováveis, melhora no setor de distribuição como um todo devido ao investimento das novas tecnologias e um maior incentivo à eficiência energética, devido à possibilidade de redução nos gastos de consumo de energia através do controle feito de forma interativa e em tempo real.

Na perspectiva da malha elétrica, sinaliza-se no projeto a implantação de uma rede flexível, altamente automatizada e totalmente integrada sobre os aspectos de controle, em consequência da implantação de um de centro de monitoramento que viabiliza a possibilidade de diagnóstico de problemas e reparos que poderão ser feitos de forma eficiente devido aos investimentos feitos na malha. Outro benefício na rede elétrica será do novo conceito tarifário permitido através dos medidores inteligentes.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alawadhi,S.; Scholl, H.J., **Aspiration and realizations: The smart city of Seattle**. In: Proceedings of 46th Annual Hawaii International Conference on System Science, pp.1695-1703, 2013.
- Balakrishna, C., **Enabling Technologies for Smart City Services and Applications**. In: Proceedings of 6th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, pp.223-227, 2012.
- Borba, B.S.M.C., **Modelagem Integrada da introdução de veículos leves conectáveis à rede elétrica no sistema energético brasileiro**. Tese de Doutorado do Programa de Planejamento Energético – PPE- COPPE, 2012.
- Castro,M.; Jara, A.J.; Skarmeta, A.F.G., **Smart Lighting solutions for Smart Cities**. In: Proceedings of 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp. 1374-1379, 2013.
- Goetz, M.; Dostert, K., **A Universal High Speed Broadband Channel Emulation System**. In: International Zurich Seminar on Broadband Communications, pp. 24-1 – 24-6, 2002.
- Hao,L.; Lei,X.; Yan,Z.;Chunli, Y., **The application and implementation research of smart city in China**. In: Proceedings of International Conference on System Science and Engineering, pp.288-292, 2012.
- IBM, **Smarter Cities Challenge: Málaga**, Summary Report, 2012, [Online], disponível em http://smartercitieschallenge.org/city_Malaga_Spain.html acessado em 08/11/2013.
- uraschek, F. e outros, **Towards Smart Berlin – an Experimental Facility for Heterogeneous Smart City Infrastructures**. In: Proceedings of 1st IEEE International Workshop on Global Trends in Smart Cities, pp.886-982, 2012.
- Karnouskos, S.; Da Silva, P.G; Ilic,D., **Energy Services for the smart grid city**. In: Proceedings of 6th IEEE International Conference on Digital Ecosystem Technologies, pp.1-6, 2012.

Mabub, M.O.A.; Silva, C.H.F.; Porto, M.A.D. Silva, E.L.B.,
 Perspectivas dos Veículos Elétricos no Mercado Brasileiro.
Revista SODEBRAS. v.8, no. 95, pp. 107-114, 2013.

Mabub, M.O.A.; Silva, C.H.F.; Porto, M.A.D. Silva, E.L.B.,
 As implicações da Smart Grid no Cenário Energético
 Brasileiro. *Revista SODEBRAS*. v.8, no. 95, pp. 80-88,
 2013.

Maeda, A., **Technology Innovations for Smart Cities**. In:
 Proceedings of Symposium on VLSI Circuits, pp. 6-9, 2012.

Martinez-Ballesté, A.; Perez-Martinez, P.A.; Solanas,A.,
**The pursuit of citizens' privacy: a privacy-aware smart
 city is possible**, *IEEE Communications Magazine*, vol.51,
 no.6, pp.136-141, June 2013.

Morvaj,G.; Lugaric, L.;Krajcar, S., **Demonstrating Smart
 Buildings and Smart Grid features in a Smart Energy
 City**. In: Proceedings of 3rd Youth Conference on Energetics
 (IYCE), pp. 1-8, 2011.

Oiqi, Z.; Gang,S.; Purning, L., **Smart City Grid: The start
 to Develop Smart Grid**. In: Proceedings of 2010
 International Conference e-product, e-service and e-
 entertainment, pp. 1-4, 2010.

Pellicer, S.; Santa,G.; Bleda, A.L.; Maestre, R.;Jara, A.J.;
 Skarmeta,A.G., **A Global Perspective of Smart Cities: A
 Survey**. In: Proceedings of 7th International Conference on
 Innovative Mobile and Internet Service in Ubiquitous
 Computing, pp.439-444, 2013.

Sinha, A.; Neogi,S.; Lahiri, R.N.; Chowdhury, S.;
 Chowdhury, S.P., **Smart Grid Initiative for Power
 Distribution Utility in India**. In: Proceedings of 2011 IEEE
 Power and Energy Society General Conference, pp. 1-8,
 2011.

Su, K.; Li, J.;Fu, H., **Smarty City and the Applications**. In:
 Proceedings of 2011 International Conference on
 Electronics, Communications and Control (ICECC),
 pp.1028-1031, 2011.

Tang, G.Q., **Smart Grid Management & Visualization**.
 In: Proceedings of 8th International Conference &
 Exposition on Emerging Technologies for a Smarter World
 (CEWIT), pp. 1-6, 2011

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo
 material incluído no artigo.



GERENCIAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO DE EMPRESAS SUBCONTRATADAS/TERCEIRIZADAS EM EMPRESA DA CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDO DE CASO

GERLANDO PARISI JÚNIOR^{1,2}; BIANCA VASCONCELOS²; BÉDA BARKOKEBAS JR.²; PÂMELLA PARISI³;

1 - Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj); 2 - Universidade de Pernambuco – Escola Politécnica de Pernambuco (UPE-POLI); 3 - Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)

gerlandojr@gmail.com

Resumo - *A contratação de serviços subcontratados/terceirizados é um processo que se revela preocupante, haja vista que é cada vez menor o número de empresas que mantêm as tradicionais estruturas verticalizadas, nas quais todas as tarefas inerentes ao processo produtivo seriam realizadas com mão de obra própria. A dinâmica atual é marcada pela subcontratação da grande maioria dos serviços, visando à diminuição do custo e ao aumento da produtividade. Esse trabalho pretende desenvolver um gerenciamento padrão, para guiar a relação entre a empresa construtora e suas contratadas, através da elaboração de diretrizes de um protocolo documental e de recomendações para contratação, baseado na legislação vigente de Segurança e Saúde do Trabalho. Para tanto, procedeu-se à análise de estudo de caso, através da realização de entrevista com responsável pela empresa principal, além da aplicação de um protocolo de inspeção com todas as empresas subcontratadas atuantes no canteiro de obra estudado. Desse modo, tem-se a proposição de um protocolo documental de gerenciamento a ser adotado por parte da empresa contratante quando e durante toda contratação de qualquer empresa subcontratada que venha a atuar em seu canteiro de obra.*

Palavras-chave: Gerenciamento. Segurança e Saúde do Trabalho. Subcontratação/Terceirização.

I. INTRODUÇÃO

A contratação de serviços subcontratados/terceirizados é um processo que se revela preocupante, haja vista que é cada vez menor o número de empresas que mantêm as tradicionais estruturas verticalizadas, nas quais todas as tarefas inerentes ao processo produtivo seriam realizadas com mão de obra própria. A tendência atual, portanto, é marcada pela subcontratação da grande maioria dos serviços, visando assim à diminuição do custo e ao aumento da produtividade.

Sob o prisma do Direito do Trabalho, não obstante os escassos diplomas legais acerca do tema, pode se destacar a Súmula nº 331 do Tribunal Superior do Trabalho.

O referido entendimento jurisprudencial aponta que, diante da falta de idoneidade da empresa prestadora de serviços, o trabalhador não pode ficar jogado a própria sorte. Faz-se necessário a assunção de tal responsabilidade pela empresa tomadora dos serviços, uma vez que essa é titular da culpa *in eligendo* e *in vigilando*, devendo responder pela escolha equivocada da empresa inidônea financeiramente,

bem como pela falta de fiscalização dos cumprimentos das normas.

Assim, no setor da construção civil a terceirização/subcontratação dos serviços também é cada vez maior fato que demanda o conhecimento por parte das contratadas de políticas e práticas operacionais adotadas pelas empresas construtoras, bem como maior fiscalização pela contratante (BARKOKÉBAS JR.; LORDSLEEM; VASCONCELOS, *et al*, 2009).

A Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho, através da Norma Regulamentar Nº 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, também aborda o assunto. Em seu subitem 18.1.3 dispõe que é vedado o ingresso ou permanência de trabalhadores no canteiro de obras, sem que estejam os mesmos assegurados pelas medidas previstas e compatíveis com a fase da obra. Percebe-se, portanto, que é obrigação da empresa principal a adoção de todas as medidas de controle necessárias para o cumprimento desse item.

O subitem 1.6.1 da Norma Regulamentar Nº 1 – Disposições Gerais - esclarece que no caso de uma ou mais empresas tendo, embora, cada uma delas personalidade jurídica própria, estiver sob direção, controle ou administração de outra, constituindo grupo industrial, comercial ou qualquer outra atividade econômica, serão, para efeito de aplicação das Normas Regulamentadoras – NR, solidariamente responsáveis à empresa principal e a cada uma das subordinadas.

Além dos aspectos legais, é fundamental observar que a subcontratação/terceirização dos serviços, pautada no trabalho por produção está amplamente difundida no ramo da construção civil, e tem-se constituído em uma das formas de remuneração geradoras de sofrimento, na medida em que coloca sobre o trabalhador toda a responsabilidade da produção e de sua remuneração. Desse modo, quanto mais produzir, mais ele ganha dinheiro. Essa situação impõe um ritmo bastante acelerado ao trabalhador, fazendo com que ele ultrapasse os próprios limites, o que pode levar ao comprometimento da sua segurança e saúde em seu ambiente de trabalho (BARROS NETO, 2002).

Assim, é imperioso reconhecer que é dever da empresa principal assegurar todas as medidas de segurança e saúde do trabalho previstas em lei a todos os funcionários que estejam em seu canteiro de obra, independente de os

mesmos serem terceirizados/subcontratados ou não. A contratante poderá assegurar esses direitos aos trabalhadores quer pela aplicação direta das normas regulamentadoras aos mesmos quer pelo gerenciamento eficiente e adequado do atendimento dessas normas por parte de cada uma dessas empresas por ela contratadas.

O importante é que os direitos assegurados em lei dos trabalhadores sejam respeitados e efetivados, não importando como esse atendimento às normas será feito. Afirmado-se tal situação, estar-se-á diante de um reflexo extremamente positivo com relação à diminuição de acidentes, aumento da conscientização no ambiente de trabalho e diminuição no número de doenças ocupacionais, consequências essas que podem ser facilmente prevenidas através do simples cumprimento da legislação em vigor.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho examina o gerenciamento dos trabalhadores pertencentes ao quadro das empresas terceirizadas/subcontratadas na construção civil com relação ao cumprimento da legislação de segurança e saúde do trabalho.

II. OBJETIVOS

Desenvolver um gerenciamento padrão, para guiar a relação entre a empresa construtora e por suas contratadas, através da criação de ferramentas adequadas de gestão e recomendações para contratação, baseado na legislação vigente de Segurança e Saúde do Trabalho.

Têm-se como objetivos específicos, os seguintes:

- Levantar o percentual existente de funcionários subcontratados/terceirizados da empresa a ser pesquisada;
- Caracterizar e identificar as empresas subcontratadas existentes no canteiro de obra;
- Identificar e avaliar as razões e critérios por parte da empresa principal para adoção da terceirização/subcontratação, além de verificar em quais setores essa prática foi adotada;
- Verificar se a empresa construtora atuante no mercado fiscaliza o cumprimento das normas de segurança e saúde do trabalho por parte das suas empresas subcontratadas/terceirizadas;
- Pesquisar se as empresas terceirizadas/subcontratadas possuem comprovação documental do cumprimento dos itens mínimos de Segurança e Saúde do Trabalho exigidos;
- Elaborar diretrizes de um Protocolo Documental de Gerenciamento em Segurança e Saúde do Trabalho para as empresas.

III. METODOLOGIA

Inicialmente foi elaborada uma revisão bibliográfica em torno do tema, em seguida, um estudo de caso com uma empresa no Estado de Pernambuco.

A empresa estudada tem sua sede localizada no Estado do Pernambuco, além de atuar no ramo da construção civil nos demais Estados do país e também a nível internacional. A escolha se deu tendo em vista as características de representatividade junto ao setor. Essa análise permite o desenvolvimento de questionamentos, abordagens e outros mecanismos, assegurando avaliação abrangente e completa sobre assunto.

O cenário do estudo deu-se em um canteiro de obra de uma construção de edificações verticais, localizado no bairro de Jardim São Paulo, Recife-PE, empreendimento

este composto por 07 (sete) torres, totalizando a construção de 450 unidades habitacionais.

Assim, teve-se por fim obter informações sobre o gerenciamento documental efetuado pela empresa principal em matéria de segurança e saúde no trabalho sobre suas empresas subcontratadas, entrevista com o engenheiro civil responsável pela empresa principal e análise dos dados coletados.

Ademais, a entrevista com a empresa principal aplicada em campo com o engenheiro responsável pela obra perquiriu o seguinte:

- quem decide quais as atividades que serão terceirizadas/subcontratadas;
- que critérios são levados em consideração na escolha das atividades que terão esse procedimento adotado;
- qual o percentual de subcontratação existente no canteiro de obra em estudo;
- quais são os serviços/atividades que são subcontratados;
- que critérios são usados na escolha das várias empresas que prestam aquele serviço;

No que se refere às práticas gerenciais em Segurança e Saúde no Trabalho, procedeu-se ao desenvolvimento de um protocolo de inspeção documental para a aplicação da pesquisa de campo, que teve como base o “método de avaliação e controle dos riscos” (BARKOKÉBAS JR. *et al*, 2004), concentrando-se na verificação do atendimento, por parte da empresa principal, dos requisitos gerenciais mínimos requeridos pela legislação brasileira em matéria de Segurança e Medicina do Trabalho, mais especificamente sobre os principais requisitos estabelecidos pelas Normas Regulamentadoras (NR) – Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego em relação as suas empresas contratadas. A pesquisa de campo foi essencialmente documental.

Foram examinados, entre outros, os seguintes itens:

- existência de um Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT);
- existência de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) ou, caso não seja requerido pela legislação, a manutenção de pelo menos um representante designado para cumprir as atribuições da CIPA;
- elaboração e entrega das Ordens de Serviço, alertando para os riscos e cuidados a observar pelo trabalhador em sua rotina de trabalho;
- controle da entrega aos trabalhadores dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) requeridos para a função, com o devido registro na ficha de EPI;
- manutenção do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), conforme requerido pela legislação;
- manutenção do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) próprio para a obra em estudo, conforme requerido pela legislação;
- manutenção de um programa de treinamento dos trabalhadores em segurança e saúde no trabalho;
- existência de procedimento para comunicação, investigação, análise e prevenção de acidentes do trabalho;
- existência de sistemática para inspeções dos trabalhos realizados em campo;
- comprovante de fornecimento de café da manhã e almoço, conforme determinado em convenção coletiva de trabalho;
- gestão da subcontratação dos serviços de outras empresas, quando aplicável;

Com base na pesquisa realizada, foram elaborados gráficos do percentual de atendimentos e não-atendimentos ao protocolo de inspeção aplicado às empresas subcontratadas pesquisadas, e, posteriormente, realizou-se estudo comparativo do mesmo quando da sua aplicação aos funcionários do quadro da empresa principal.

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterização das Empresas Subcontratadas

Foi constatado que no canteiro de obra estudado existem doze empresas subcontratadas atuantes. As atividades são as seguintes: 01 (uma) empresa de fôrma, 01 (uma) empresa de ferragem, 01 (uma) empresa de instalações hidráulicas e elétricas, 02 (duas) empresas de gesso, 01 (uma) empresa de gás, 01 (uma) empresa de pintura, 01 (uma) empresa de esquadria de alumínio, 01 (uma) empresa de esquadria de madeira, 01 (uma) empresa de execução de furos em vigas/laje, 01 (uma) empresa de fornecimento e instalação de elevador e 01 (uma) empresa de impermeabilização.

O canteiro de obra, objeto desse estudo de caso, é uma construção de edificações verticais, localizado no bairro de Jardim São Paulo, Recife-PE, empreendimento este composto por 07 (sete) torres, totalizando a construção de 450 unidades habitacionais.

O quadro 1 apresenta o quantitativo de funcionários e as respectivas atividades:

Quadro 1 – Caracterização das Empresas Subcontratadas

Empresa	Atividade	Número de funcionários
Empresa A	Fôrma	24
Empresa B	Ferragem	11
Empresa C	Hidráulica/Elétrica	28
Empresa D	Gesso	12
Empresa E	Gesso	24
Empresa F	Instalação de Gás	09
Empresa G	Pintura	18
Empresa H	Elevador	06
Empresa I	Esquadria Madeira	07
Empresa J	Impermeabilização	08
Empresa K	Execução de furos	06
Empresa L	Esquadria Alumínio	04

4.2 Apresentação e Análise dos Dados

4.2.1 Entrevista com a Empresa Principal

Na empresa estudada, verificou-se que a decisão sobre quais atividades serão subcontratadas depende da escolha do engenheiro da obra com posterior aprovação por parte da diretoria. No caso dos empreendimentos dessa natureza a escolha dessas atividades é praticamente padrão. O engenheiro chamou atenção para o fato de que não é possível fazer a comparação com outros tipos de empreendimentos, visto que, em geral, são obras com padrões construtivos e orçamentários totalmente distintos.

Numa escala de um a cinco (1-menos importante / 5 – mais importante), o entrevistado caracterizou a questão da qualidade e gestão de pessoas como sendo os itens de maior importância na hora de escolher as atividades a serem subcontratadas.

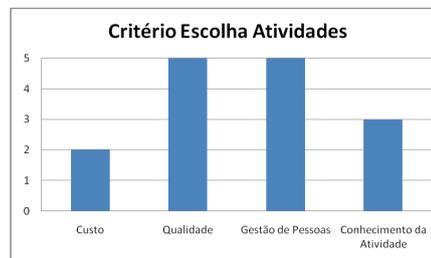


Figura 1 – Critério de escolha das atividades

Já com relação aos critérios que são levados em consideração para escolher entre as várias empresas que prestam aquela determinada atividade, destacam-se: o preço, experiência prévia, qualidade dos serviços e fornecimento de nota fiscal.

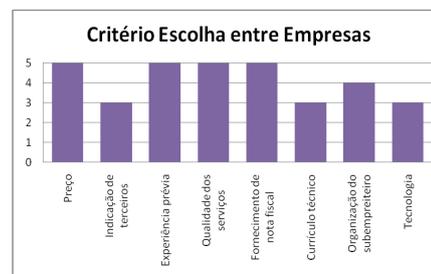


Figura 2 – Critério de escolha das empresas

Do ponto de vista estratégico a empresa cita que passa a ter maior praticidade, melhor fiscalização dos serviços, redução de encargos sociais, velocidade, eliminação de atividades secundárias dentro da empresa e por fim uma maior agilidade na tomada de suas decisões quando passa a subcontratar suas atividades.

O quadro 2 apresenta as principais atividades desenvolvidas ao longo do empreendimento estudado e se as mesmas foram subcontratadas ou não durante a obra:

Quadro 2 – Relação das Atividades Subcontratadas

Atividade	Subcontrata?
Serviço de fundações	Sim
Execução de forma	Sim
Paredes e painéis (alvenaria)	Não
Serviços de instalações (elétrica, hidro-sanitária)	Sim
Execução da Coberta	Sim
Esquadrias de madeira	Sim
Esquadrias de alumínio (contramarcos)	Sim
Esquadrias de ferro (grades e portões)	Sim
Revestimento argamassado	Não
Revestimento em gesso	Sim
Forro de gesso	Sim
Revestimento de fachada	Não
Assentamento de cerâmica/granito	Não
Execução do piso do subsolo	Não
Impermeabilização	Sim
Pintura (revestimento interno)	Sim
Execução de ferragens	Sim
Execução de furos em lajes/vigas	Sim
Execução de tubulação de gás de cozinha	Sim
Fornecimento e instalação de elevador	Sim

Após análise do quadro 2, constata-se claramente que grande parte das atividades nessa obra são subcontratadas, com exceção dos serviços relacionados à função de pedreiro, os quais a empresa principal possui em seu quadro permanente de funcionários e executa as atividades relacionadas a mesma.

Diante das atividades expostas anteriormente, percebe-se que aproximadamente de 75% das atividades são subcontratadas. Em relação à quantidade de funcionários, tem-se o seguinte: do total de 250, mais de 150 são subcontratados, representando mais de 60% de mão-de-obra subcontratada nesse ambiente de trabalho.

Evidencia-se, portanto, a importância de um gerenciamento uniforme em matéria de segurança e saúde do trabalho para todos os funcionários da obra.



Figura 3 – Percentual de subcontratação de atividade no canteiro de obras



Figura 4 – Percentual de subcontratação de funcionários no canteiro de obras

Para o engenheiro responsável pela obra, existe a relação de parceria em relação às empresas contratadas, uma vez que as mesmas podem voltar a executar o mesmo serviço numa outra obra no futuro. Para que isso ocorra é necessário, na obra anterior, que a empresa tenha demonstrado níveis de qualidade e organização de acordo com padrão estabelecido pela contratante.

A empresa apontou como vantagem da subcontratação o controle real e antecipado do custo do serviço, enquanto que com a mão-de-obra própria o serviço pode e tende a variar sempre mais. Com relação às desvantagens o mesmo citou perda de autonomia com relação aos funcionários das subcontratadas, uma vez que o contato passa a ser com a empresa que fica responsável em executar determinado serviço e não diretamente com o funcionário. Também existe o fato da difícil conscientização, principalmente da parte de segurança e saúde do trabalho, por parte dos funcionários das empresas contratadas, que tendem a ser menos esclarecidos com relação a esse assunto.

4.2.2 Resultados da Aplicação dos Protocolos de Inspeção

O modelo do protocolo de inspeção elaborado para ser utilizado neste trabalho é composto por 55 (cinquenta e

cinco) itens com a finalidade de saber qual o percentual de atendimento do mesmo por parte das empresas subcontratadas, visando saber se o gerenciamento documental por parte da empresa principal em relação às mesmas vem sendo realizado de forma satisfatória.

Para fins de comparação, foi aplicado primeiramente o protocolo de inspeção com a documentação dos funcionários pertencentes ao quadro empresa principal. O atendimento registrado quando da aplicação do protocolo em relação a estes foi de 92,59%.

A documentação pesquisada da empresa principal encontrava-se bastante organizada por parte da técnica de segurança residente na obra. Os funcionários apresentavam ordens de serviço devidamente assinadas e se encontram cópias de todas elas no canteiro de obra.

A contratante possui CIPA devidamente constituída, onde as reuniões são realizadas mensalmente e suas atas são devidamente registradas. Todos os trabalhadores recebem um treinamento admissional básico, que é complementado por treinamentos periódicos e específicos para cada atividade que irão realizar. Esses treinamentos são ministrados pela técnica de segurança e são devidamente registrados e arquivados.

Os trabalhadores possuem ficha de EPI, a qual está sendo devidamente preenchida e assinada pelo trabalhador sempre que há entrega ou devolução de um equipamento de proteção individual. O modelo da ficha de EPI utilizado é adequado possuindo local para a anotação do certificado de aprovação de cada equipamento assim como a validade do mesmo.

Com relação ao PCMSO, o mesmo se encontra em obra devidamente atualizado e com assinatura do médico do trabalho responsável por sua elaboração. Todos os trabalhadores possuem, quando exigido, exames admissionais, periódicos e demissionais, com a primeira via sendo arquivada no canteiro de obra e a segunda sendo entregue ao funcionário.

Com relação ao PCMAT, o mesmo se encontra em obra devidamente atualizado e com a assinatura de responsável habilitado a sua elaboração, entretanto não possui uma cópia da anotação de responsabilidade técnica devidamente registrada junto ao CREA.

Após essa primeira análise com relação à empresa principal, os protocolos de inspeção foram devidamente aplicados em relação a cada uma das doze empresas atuantes no canteiro de obra. Das empresas pesquisadas apenas duas apresentaram percentual de atendimento superior a 80%, enquanto que todas as outras apresentaram menos de 35% de atendimentos em relação ao protocolo.

Na figura 5 tem-se o resultado da aplicação do protocolo de inspeção elaborado com as doze empresas pesquisadas bem como da empresa principal:

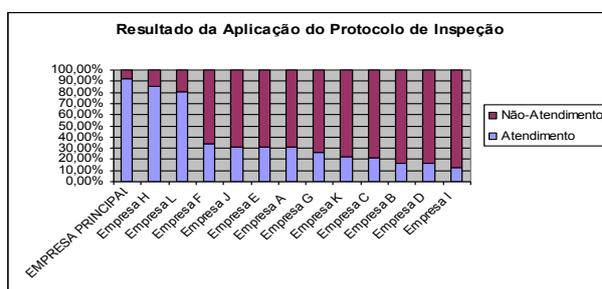


Figura 5 – Resultado da aplicação do protocolo de inspeção

Como pode ser observado no gráfico apresentado na figura 5 o atendimento por parte das empresas foi insatisfatório uma vez que a grande maioria das mesmas sequer conseguiu estar em conformidade em metade dos itens pesquisados através do protocolo.

Segundo a técnica de segurança, essa situação ocorre porque não existe nenhum procedimento ou norma estabelecida pela empresa principal que possibilite por parte da mesma a cobrança de tal documentação dos subcontratados.

A documentação pesquisada das empresas contratadas não apresentava o mesmo controle e organização que foi detectado com relação à da empresa principal.

A técnica de segurança relata que é um fato corriqueiro funcionários dessas empresas entrarem e saírem do canteiro de obra sem que o setor de segurança da obra saiba informações básicas como o nome do funcionário e qual a função que o mesmo irá exercer. A mesma só toma conhecimento de parte desses funcionários quando se depara com eles no canteiro de obras.

Substituições de trabalhadores doentes ou faltosos são frequentes, sem que essa nova força de trabalho passe por qualquer inspeção e/ou aprovação do setor de segurança.

Dentre os desacordos encontrados por parte das empresas subcontratadas após análise dos protocolos de inspeções aplicados, destacam-se:

- Não existência de ordem de serviço de todos os trabalhadores que se encontram trabalhando no momento no canteiro de obra;
- Ordem de serviços existentes sem estarem assinada pelo trabalhador, configurando apenas a existência física do documento, porém, o mesmo não cumpri o seu papel que seria o de orientar o funcionário no desempenho de suas funções;
- Funcionários trabalhando no canteiro de obra sem que os mesmos tenham uma cópia de seu registro arquivada para controle;
- Inexistência dos comprovantes de pagamento de INSS e FGTS dos trabalhadores referente ao mês anterior à prestação dos serviços, podendo vir a gerar uma causa trabalhista no futuro, uma vez que a empresa principal é solidária a contratada;
- Funcionários trabalhando sem registro do ponto de entrada e saída, o que pode acarretar alegação de horas extras executadas não-pagas, além de estar em desacordo com o previsto em convenção coletiva de trabalho;
- Não comprovação de fornecimento de café-da-manhã e almoço, tendo casos inclusive onde a empresa sequer fornece um deles conforme determinado em convenção coletiva de trabalho;
- No caso da subcontratada não ser obrigada a constituir CIPA, deixar de ter um trabalhador treinado para cumprimento da NR-5;
- Não existência de fichas de EPI de todos os trabalhadores que se encontram trabalhando no momento no canteiro de obra;
- Fichas de EPI existentes sem estarem assinada pelo trabalhador, configurando apenas a existência física do documento, porém, o mesmo não cumpri o seu papel que seria o de registrar a entrega e devolução dos EPI's.
- Modelos de fichas de EPI's incorretos, sem constar local para anotação do CA e de sua validade;

- Inexistência de PCMSO ou existência do mesmo sem estar atualizado;
- Trabalhadores sem possuírem atestado de saúde ocupacional – ASO;
- Inexistência de PPRA ou existência do mesmo sem estar atualizado.

Desse modo, a fim de minimizar essa diferença de gerenciamento entre os trabalhadores próprios e subcontratados será proposto um protocolo documental de gerenciamento em SST com a finalidade de facilitar a cobrança dos itens mínimos de segurança e saúde do trabalho por parte da equipe de segurança residente na obra em relação a todas as empresas subcontratadas existentes no canteiro de obra.

V. RECOMENDAÇÕES PARA CONTRATAÇÃO/GERENCIAMENTO DE MPE RESULTADOS

5.1 Exigências para contratação de MPE

Alguns cuidados devem ser observados para a contratação de micro e pequenas empresas. Registre-se que a relação entre a empresa contratante e a empresa contratada é regida pelo Direito Civil, e não pela CLT. Nesse caso, alguns cuidados são necessários para não transferir a relação da esfera civil para a esfera trabalhista, evitando, desta forma, a caracterização de vínculo empregatício entre os funcionários da contratada e a contratante.

A própria CLT enumera alguns requisitos que ao serem satisfeitos, resultam na configuração de vínculo empregatício. Desta forma, torna-se imperativo que a empresa contratante tome os cuidados necessários para não incluir nos contratos, situações ou exigências que possam vir a caracterizar o vínculo empregatício por meio da satisfação dos requisitos da habitualidade, subordinação, pessoalidade e remuneração.

Nesse caso, o contrato não poderá prever:

a) **Habitualidade:** o posto de trabalho é contratado para serviços previstos contratualmente com prazo de vigência certo. Assim que o contrato findar, não haverá mais a prestação dos serviços contratados, ou seja, as pessoas contratadas são funcionários da contratada e não da contratante, e devem deixar seu posto de trabalho assim que expirar a vigência contratual.

b) **Pessoalidade:** a contratante não deve escolher as pessoas que prestarão os serviços contratados. Quem seleciona os funcionários é a contratada, de acordo com os critérios e qualificações profissionais adequados. A contratante não deve interferir nesta autonomia. O contrato também deve prever que o posto de trabalho possa ser substituído a qualquer tempo por outro funcionário com a mesma qualificação profissional exigida no contrato, no caso de férias, faltas, etc. Não haverá, nesse caso, pessoalidade na contratação.

c) **Subordinação:** o contratante não deve dar ordens diretas aos funcionários da contratada, tais como exigir o cumprimento de horário, atribuir-lhes tarefas, substituir funcionários, etc. Qualquer exigência, solicitação ou observação sobre os funcionários e o serviço prestado deve ser dirigida ao responsável designado pela empresa contratada para que este tome as devidas providências.

d) Vinculação hierárquica: não devem, também, os representantes da contratante, exercerem poder de mando ou chefia aos funcionários da contratada, a quem caberá tal papel.

e) Prestação de contas dos serviços prestados: o responsável da contratante não pode exigir do empregado que o mesmo preste contas do que executou ou que execute novamente um serviço mal feito. Na ocorrência destes fatos, o gestor do contrato deve tomar conhecimento e comunicar ao responsável da contratada, nunca diretamente ao funcionário.

f) Controle de frequência: é vedado ao gestor da contratante controlar os horários de entrada e saída ou reclamar de atrasos ou falta de cumprimento de horários diretamente aos funcionários da contratada. Nesses casos deve o responsável da contratante comunicar o responsável da contratada para que este tome as devidas providências. O importante aqui é lembrar que o serviço deve ser prestado dentro do que foi estipulado contratualmente.

g) Pagamento de salário/remuneração: quem paga o salário dos funcionários é a empresa contratada. A contratante paga à contratada o valor estipulado no contrato para a execução dos serviços de cada posto de trabalho.

h) Aplicações de penalidades: as penalidades administrativas são aplicadas pelo contratante, caso a empresa dê causa a inexecução total ou parcial do objeto contratado. As penalidades funcionais devem ser aplicadas pela contratada aos seus funcionários, e não pela contratante. Nunca esquecer que os funcionários são da empresa contratada, não da contratante.

5.2 Cláusulas necessárias ao contrato (Diretrizes para a Minuta do Contrato)

O contrato de prestação de serviços é o instrumento jurídico que estabelecerá as condições do serviço a ser prestado. Deve, acima de tudo, afastar o caráter trabalhista, ou seja, o vínculo empregatício entre o contratante e os funcionários da contratada.

O vínculo empregatício deverá existir, portanto, entre a contratada e seus funcionários. Saliente-se novamente que o papel da contratante, neste caso, será tão somente o de pagar pelos serviços prestados à empresa contratada.

Com isso, visando ao afastamento do vínculo empregatício, expõe-se algumas cláusulas essenciais a este tipo de contrato, a saber:

a) caracterização do contrato como de prestação de serviços e não como fornecimento ou locação de mão-de-obra;

b) descrição precisa dos serviços a serem prestados em cada posto de trabalho;

c) discriminação do local de prestação de serviço de cada posto de trabalho;

d) inclusão de cláusula prevendo a existência de supervisor da contratada no local da prestação dos serviços;

e) descrição exaustiva do papel do supervisor;

f) previsão de mecanismos de controle dos serviços, que será implementado por meio de fiscalização dos registros do supervisor da contratada;

g) previsão de multa quando do não atendimento às normas regulamentadoras de segurança e saúde do trabalho.

h) inclusão de cláusula contratual que obrigue as empresas contratadas a apresentar, juntamente com a nota fiscal ou fatura dos serviços prestados, comprovações dos

pagamentos dos encargos trabalhistas e previdenciários, bem como de folha de pagamento específica dos funcionários da contratada que exercem atividades no canteiro de obra;

i) exigência contratual de que a empresa contratada apresente nota fiscal/fatura com a discriminação da quantidade e dos postos de trabalho que estão sendo cobrados no mês.

j) Apresentação do PPRA da empresa, assinado por Profissional legalmente habilitado;

k) Apresentação do PCMSO da empresa, assinado por profissional legalmente habilitado;

l) Apresentação de cópia autenticada do contrato social da empresa contratada, comprovando assim a existência legal da empresa que está sendo contratada.

5.3 Proposta de Protocolo Documental de Gerenciamento em SST para Empresas Subcontratadas.

Propõe-se um protocolo documental de gerenciamento, visando orientar tanto as subcontratadas como a contratante no tocante aos seus deveres com relação às práticas gerenciais em segurança e saúde do trabalho que deverão ser adotadas entre as mesmas durante a vigência da contratação.

Foi verificado que a empresa contratante transfere para as subcontratadas, não apenas os trabalhos a serem realizados, mas também os cuidados com a segurança dos trabalhadores. Essa prática, porém, deve ser acompanhada de um mínimo de gerenciamento, visando saber se essa responsabilidade que é compartilhada entre as mesmas está sendo cumprida de forma adequada.

Surge, portanto, a necessidade da implantação de uma cláusula contratual entre as empresas, que além de compartilhar essa responsabilidade, passe a adotar o protocolo documental sugerido, onde o SESMT da empresa principal fará um gerenciamento em relação ao atendimento ou não do mesmo por parte das empresas subcontratadas.

O protocolo define as obrigações de cada uma das empresas de maneira prática, simples e didática. Elaborou-se sucinto protocolo documental de gerenciamento contendo 15 itens a serem observados por ambas as partes, onde a uma cabe basicamente o fornecimento da documentação exigida e atualização da mesma e a outra a sua fiscalização através da aplicação do referido protocolo para com as empresas subcontratadas.

Os 15 itens apresentados foram escolhidos de forma que os requisitos documentais gerenciais mínimos de segurança e saúde pudessem ser atendidos de forma satisfatória. O protocolo elaborado visa dar suporte, orientação e formas de advertir/punir a empresa subcontratada, caso a mesma não cumpra com suas obrigações mínimas em relação à segurança e saúde do trabalho.

A seguir descreve-se o modelo do protocolo documental de gerenciamento proposto.

5.4 Protocolo Documental de Gerenciamento em SST para Empresas Subcontratadas

No que concerne à documentação mínima de SST que deverá ser fornecida pela empresa subcontratada quando da vigência do contrato entre ambas.

Obrigações da Subcontratada

- a) Antes do início de seus serviços no canteiro o responsável pela empresa deverá se dirigir ao setor responsável pela Segurança e Saúde do Trabalho da Obra, e apresentar toda a documentação constante no protocolo documental, em anexo, só após isso estará a mesma autorizada a iniciar a prestação dos seus serviços;
- b) Manter SEMPRE atualizado o cumprimento do protocolo apresentado no quadro 3, principalmente quando da entrada ou saída de qualquer um dos seus trabalhadores. As únicas exceções são para os itens 04 e 05, nos quais a atualização poderá ser no máximo mensal;
- c) Não será permitida a permanência de nenhuma empresa no canteiro de obra que não possua toda a documentação constante no referido protocolo;
- d) Manter todos os seus funcionários identificados por meio de crachá, contendo no mínimo seu nome, função e nome da empresa.

Obrigações da Contratante

- a) Fiscalização do cumprimento das obrigações da subcontratada, através da aplicação do protocolo de gerenciamento. Essa fiscalização deverá ser feita de forma amostral com cada uma das empresas atuantes no canteiro de obra;
- b) Sendo detectada alguma irregularidade, o responsável pelo setor de SST deverá solicitar da administração da obra que seja dada uma advertência à empresa subcontratada;
- c) Em caso, de reincidência deverá ser aplicada uma multa baseada num percentual do valor do contrato, multa esta que deverá estar estabelecida quando da contratação da mesma, e a critério da diretoria da contratante;
- d) Poderá a empresa principal, rescindir o contrato por justa causa, em caso de descumprimento do protocolo.

Quadro 3 – Protocolo Documental de Gerenciamento em SST para Empresas Subcontratadas

Item	NR 1 - Disposições Gerais	SIM	NÃO
1	Se encontra na obra uma cópia do cartão do CNPJ da empresa?		
2	Todos os trabalhadores da empresa possuem Ordem de Serviço (OS) devidamente assinada?		
3	Se encontra na obra uma cópia de registro de todos os funcionários que estão trabalhando na mesma?		
4	Se encontra na obra uma cópia dos comprovantes de pagamento do recolhimento do INSS e FGTS dos empregados do mês anterior a prestação dos serviços?		
5	Existe cópia dos comprovantes de fornecimento de café-da-manhã e almoço conforme convenção coletiva de trabalho?		
Item	NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes	SIM	NÃO
6	No caso de ser obrigada a constituir CIPA, existe cópia da documentação que comprove a constituição, existência e atuação da mesma?		
7	No caso de não ser obrigada a constituir CIPA, a empresa possui a documentação relativa a um responsável designado para cumprimento da NR-5, inclusive comprovação do treinamento do mesmo para exercer tal função?		
Item	NR 6 - Equipamento de Proteção Individual	SIM	NÃO
8	Todas as cópias das fichas de entrega de EPI se encontram no canteiro de obra?		
9	A Ficha de Entrega de EPI está sendo preenchida e assinada pelo trabalhador, sempre que há a entrega/devolução de um EPI?		
10	O modelo da ficha de EPI é adequado?		
Item	NR 7 – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional	SIM	NÃO
11	A cópia do PCMSO se encontra no canteiro de obra?		
12	O PCMSO possui assinatura do médico do trabalho responsável pela elaboração/coordenação do mesmo?		
13	Todos os trabalhadores possuem ASO em modelo adequado, e se encontra uma cópia da mesma na obra?		
Item	NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais	SIM	NÃO
14	A cópia do PPRA se encontra no canteiro de obra?		
15	A PPRA foi registrado junto ao CREA, e a via da ART está arquivada na obra?		

VI. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente competitividade no mercado, as empresas passaram a desenvolver formas alternativas de organização empresarial. Na indústria da construção civil a subcontratação passou a ser uma estratégia amplamente utilizada.

Não obstante, a presença de um cenário marcado pela necessidade das empresas em aumentar a qualidade dos produtos/serviços, melhorar a produtividade da mão-de-obra e reduzir os custos, as vantagens e desvantagens da subcontratação dependem do contexto de cada organização.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho examina o gerenciamento documental dos trabalhadores pertencentes ao quadro das empresas subcontratadas na construção civil com relação ao cumprimento da legislação de segurança e saúde do trabalho.

Registre-se que o número excessivo de acidentes no setor da construção civil e os grandes desastres mundiais divulgados pela mídia levam as empresas a acreditarem que competitividade e lucro não são suficientes. Assim, elas também devem demonstrar uma atitude ética e responsável quanto à segurança e à saúde em seus ambientes de trabalho, além de cuidar das questões ambientais.

Destarte, a essência dessa análise foi um estudo de caso com relação ao cumprimento das normas documentais básicas de segurança e saúde do trabalho por parte dos trabalhadores pertencentes ao quadro das empresas subcontratadas que prestam serviço no canteiro de obra da contratante. Após o estudo realizado, foi constatado o baixo atendimento apresentado pelas empresas subcontratadas no tocante a documentação mínima exigida pela legislação.

Concomitantemente, foi realizada uma entrevista com o engenheiro responsável pela empresa principal, na qual foi possível identificar quais as razões e critérios usados pela mesma para a adoção da terceirização/subcontratação, além da verificação dos principais setores aonde essa prática é adotada.

Desse modo, foi proposta a adoção de um protocolo documental de gerenciamento para conduzir a empresa contratante quando e durante toda contratação de qualquer empresa subcontratada que venha a atuar em seu canteiro de obra.

O controle documental proposto irá, assim, representar rentabilidade para a empresa, a partir do momento em que essa deixará de obter possíveis prejuízos financeiros decorrentes do não cumprimento das normas de Segurança e Saúde do Trabalho.

Além do mais, haverá também contribuição social, uma vez que haverá a redução da probabilidade da ocorrência de um acidente do trabalho, e conseqüentemente, dos custos e das responsabilidades legais implícitas num acidente.

Com a implantação do protocolo proposto, pretende-se oferecer maior controle da empresa contratante e maior organização por parte das empresas subcontratadas, uma vez que as mesmas terão que fornecer toda a documentação exigida no protocolo. Isso irá possibilitar a adoção de um ambiente de trabalho mais adequado, uniforme e eficiente do ponto de vista do atendimento aos requisitos documentais mínimos de segurança e saúde do trabalho.

VII. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. J. S.. Paradoxos da modernização: terceirização e segurança dos trabalhadores em uma refinaria de petróleo. Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. 2001, 381 pg.
- BARAÚNA, A.C.F. A Terceirização á luz do direito do trabalho. 1997: Ed de Direito, 1997.
- BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. Segurança do trabalho & gestão ambiental. São Paulo: Atlas, 2001.
- BARKOKÉBAS, Béda Junior; LORDSLEEM, Alberto Casado Junior; VASCONCELOS, Bianca Maria *et al.* Sistema de Gestão em Segurança e Saúde do Trabalho e de Gestão da Qualidade na Construção Civil. 1ed. Recife: EDUPE, 2009.
- BARREIROS, D. Gestão da segurança e saúde no trabalho: estudo de um modelo sistêmico para as organizações do setor mineral. 317p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002
- BARROS NETO, José de Paula. Proposta de um modelo de formulação de estratégia de produção para pequenas empresas de construção habitacional. 2002. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- BENITE, A. G. Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras. São Paulo, 2004. 221p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- BORGES, MÁRIO S. N. As empresas construtoras e terceirização de mão de obra na construção civil. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2004.
- BRANDLI, Luciana L. A estratégia de subcontratação e as relações organizacionais na construção civil de Florianópolis. (Coleção trabalhos acadêmico-científicos. Série dissertações de mestrado). Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Disponível em: <www.mte.gov.br>. Acesso em 01 jun.2009.
- BRASIL. Tribunal Superior do Trabalho. Súmula 331. Súmulas
- BRASIL. Código Civil. 46 ed. São Paulo: Saraiva 1995.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Consolidação das Leis do Trabalho CLT. Disponível em: <www.mte.gov.br>. Acesso em 05 jun.2009.
- CASSAR, Vólia Bomfim. Direito do Trabalho. 3ed. Niterói: Impetus, 2009.
- CAPONI, Antônio Claret. Proposta de método para identificação de perigos e para avaliação e controle de riscos na construção de edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- MARTINS, Sérgio Pinto. Comentários às Súmulas do TST. 6ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MELLO, Rodrigo B. O estudo da mudança estratégica organizacional em pequenas empresas de construção de edificações: um estudo de caso em Florianópolis. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- OHSAS 18001:2007. Occupational health and safety management systems – Requirements. OHSAS Project Group, 2007.
- PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústria e da Concorrência. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1986.
- PORTER, Michael E. Como as forças competitivas moldam a estratégia. Harvard Business Review, maio-jun. 1989.
- SALIBA, Tuffi Messias. Curso básico de segurança e higiene ocupacional. 2 ed. São Paulo: LTr, 2008.
- SARAIVA, Renato. Direito do Trabalho. 2ed. São Paulo: Método, 2009.
- VILLACRESES, Xavier E. R. Análise estratégica da subcontratação em empresas de construção de pequeno porte. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção) – Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UM NEOMATERIAL A BASE DE MICROEMULSÃO COMO VEÍCULO DE *Lippia sidoides*

NATALINA GALDEANO ABUD CHAUD¹; EDUARDO LUZÍA FRANÇA^{1,2}; ELTON BRITO RIBEIRO¹; RAFAEL PESSOA¹; PATRÍCIA KELLY DIAS LANES¹; ADENILDA CRISTINA HONORIO FRANÇA^{1,2}.

1 – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE MATERIAIS, CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO; 2 – INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE, CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

denifran@terra.com.br

Resumo - *Lippia sidoides* (verbanaceae), popularmente conhecida como alecrim pimenta, contém em sua composição um óleo rico em Timol e Carvacrol, que apresenta propriedades microbicidas. Por outro lado, microemulsões (ME) têm sido usadas como veículos de medicamentos, cosméticos, etc., e em outras muitas aplicações, o que tem despertado muito interesse em diferentes campos da ciência. Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver e caracterizar um neomaterial a base de microemulsão, biocompatível, para liberação da *Lippia sidoides*. Foi estabelecido um sistema de tensoativos composto por Lecitina de Soja (LS), Tween (TW), e Butanol (BT) como co-tensoativo, sendo a aplicação de cada um deles relacionada com o valor de Equilíbrio Hidrófilo Lipófilo (EHL) iguais ou próximos da fase oleosa. Para o desenvolvimento das formulações foram utilizadas quantidades pré-estabelecidas dos componentes da formulação e estas posteriormente classificadas em regiões de Microemulsão Líquida (MEL), Emulsão Líquida (EL), Emulsão Gel (EG), Microemulsão Gel (MEG) e Separação de Fases (SF). Diagramas pseudoternários foram construídos e as formulações desenvolvidas e padronizadas com incorporação de 78,0 µg/ml da *Lippia sidoides*. Pontos da região de Microemulsão Líquida (MEL) foram selecionados e submetidos ao controle de qualidade e caracterização reológica, utilizando de reologia e estudo de estabilidade preliminar e acelerada, os resultados analisados levaram a escolha de uma formulação no sistema LS/TW/BT, biocompatível e estável. A *Lippia sidoides* incorporada na MEL não alterou a viabilidade celular e foi capaz de ativar as células sanguíneas, demonstrando ser biocompatível e imunomoduladora.

Palavras-chave: Microemulsão. Diagrama Pseudoternário. *Lippia sidoides*.

I. INTRODUÇÃO

Processos associados a produtos naturais fitoterápicos têm sido utilizados na produção de materiais que atuam como agentes promissores para o tratamento de doenças e infecções orais (LOBO *et al*, 2011; FARIAS *et al*, 2012). O uso de plantas medicinais é mundial e, especialmente na América do Sul, contribui significativamente nos cuidados primários da saúde (FARIAS *et al*, 2012.).

Entre as plantas utilizadas para estes fins, a *Lippia sidoides* é uma erva aromática com comprovada ação antimicrobiana, quando incorporada em formulações constituem matéria prima para medicamentos fitoterápicos (LOBO *et al*, 2011).

Esta planta é amplamente utilizada na medicina popular no Brasil como agente anti-infeccioso e antisséptico principalmente para tratar a boca, garganta, sistema gastrointestinal, pele e couro cabeludo (FERNANDES *et al*, 2012; VERAS *et al*, 2012.).

Lippia sidoides Cham é uma planta da família das verbanaceae é um arbusto com uma haste quebradiça e folhas odoríferas, popularmente conhecida como “Alecrim Pimenta”, cresce largamente na região Nordeste do Brasil. As folhas produzem um óleo essencial (OE) rico em Timol, que é antimicrobiano (CAVALCANTI *et al*, 2010; FERNANDES *et al*, 2012; VERAS *et al*, 2012.).

Por outro lado, estudo tem mostrado que o emprego de microemulsão (ME), pode ser utilizado para aumentar a eficácia de drogas ou produtos naturais.

Microemulsões (MEs), que são caracterizadas por serem dispersões homogêneas, isotrópicas, opticamente transparentes e termodinamicamente estáveis de óleo e água, contêm gotículas submicrométricas, que estão dispersos em um líquido imiscível, estabilizadas por um filme interfacial de tensoativo conjugado por co-tensoativos (YUAN *et al*, 2006; FRANÇA *et al*, 2011a, LAWRENCE&REES 2012; HAYES *et al*, 2013; JERANI *et al*, 2013). As misturas coloidais de dois solventes imiscíveis podem ser estabilizadas por uma película de agente tensoativo adsorvido na interface líquido-líquido e têm larga aplicação em reações químicas, cosméticos, sistemas de distribuição de drogas (MA & WU, 2013).

Possuem características que as tornam ideais como candidatas à formulação de drogas pouco solúveis em água e baixa permeabilidade, a ser administrada por via oral. Estas características únicas incluem estabilidade termodinâmica, supersolvência, tamanho de gota pequeno, por serem comestíveis e o uso de excipientes farmacologicamente inativo que são intensificadores da absorção (NORNOO, *et al*, 2009).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi o desenvolvimento e caracterização de um neomaterial a base de microemulsão, biocompatível, para liberação da *Lippia sidoides*.

II. PROCEDIMENTOS

Material

A formação da microemulsão envolveu a combinação Água (água destilada), Óleo [Triglicérides de ácido cáprico/caprílico - Polymol 812® - EHL = 10,8 (Emfal®)], Tensoativos [Lecitina de Soja (LS), Polissorbato 80 - Tween 80® (TW) - EHL = 15,0 (Vetec®), e 1-butanol (BT), (Vetec®) como co-tensoativo], sendo o sistema denominado LS; TW; BT.

Determinação da razão de mistura de tensoativos

O estudo do Equilíbrio Hidrófilo Lipófilo (EHL) do sistema pode fornecer informações sobre as proporções adequadas dos tensoativos para formar sistemas opticamente translúcidos os quais apresentam maior estabilidade.

Para atuar como co-tensoativo BT foi empregado na razão de 10 % ($F_c = 1$) da mistura de tensoativos. O EHL promovido pela mistura de tensoativos e a fração de tensoativos para alcançar o EHL requerido pela fase oleosa foi calculado levando em consideração o EHL dos tensoativos SP e TW, segundo as equações 1 e 2:

$$EHL_r = \frac{EHL_{T1} \times F_{T1} + EHL_{T2} \times F_{T2}}{10 - (F_0)} \quad (\text{eq.1})$$

$$F_{T1} + F_{T2} + F_0 = 10 \quad (\text{eq.2})$$

Onde:

Tensoativo Tween (T1); Tensoativo Lecitina de Soja (T2); = Equilíbrio Hidrófilo Lipófilo requerido pela fase oleosa (EHL_r); EHL do Tensoativo1 (EHL_{T1} = 15); EHL do Tensoativo 2 (EHL_{T2} = 4); Fração do tensoativo 1 (F_{T1}); Fração do tensoativo 2 (F_{T2}); Fração do co-tensoativo (F₀=1)

Desenvolvimento dos sistemas microemulsionados

Considerou-se 36 pontos de proporções, iniciando com a proporção de 80% de água destilada, para 10% de óleo triglicérido cáprico caprílico (TCC) e 10 % da mistura dos tensoativos (LS, TW, BT).

Utilizou-se os dados iniciais transformando-os de porcentagem (%) em gramas, para um total de pesagem de 3 gramas. Considerando-se os dados obtidos na proporção correspondente à mistura de tensoativos calculou-se as gramas dos três componentes do sistema de tensoativos (LS, TW, BT).

Para o desenvolvimento do sistema foram utilizadas quantidades preestabelecidas dos componentes, onde cada componente variou de 20 a 80 %. As amostras foram classificadas visualmente, após 72 horas a 25°C, em regiões de ME líquida (MEL), ME gel (MEG), Emulsão líquida (EL), Emulsão gel (EG) e Separação de Fases (SF). Foram realizadas titulações aquosas de razões de massa de mistura de tensoativos/fase oleosa de 1:9 a 9:1 sob agitação, com o intuito de se obter pontos delimitantes, a área e a classificação das diferentes regiões de formação dos sistemas no diagrama. A titulação foi realizada com acréscimos de água destilada em quantidade de 0,05 mL a 0,2 mL, sendo que durante o processo as misturas passaram por agitação mecânica e manual. Após a homogeneização

de cada volume do titulante as formulações foram classificadas visualmente.

Padronização dos Diagramas de Fases Pseudoternários

A partir dos dados das amostras e das titulações realizadas foram construídos os diagramas através do programa SigmaPlot 8.0, onde no diagrama o vértice superior representa 100 % de tensoativo/co-tensoativos o inferior direito representa 100 % de fase oleosa e o inferior esquerdo representa 100 % de fase aquosa.

Pré-seleção dos Sistemas

De posse da determinação das regiões de domínios no diagrama pseudoternário pode-se determinar a concentração dos sistemas que se enquadram na região de MEL. Nesta região foram pré-selecionados pontos distribuídos em retas que cortam o seguimento da região de forma a se conseguir amostras representativas dos sistemas em estudo, sendo esses sistemas caracterizados em testes posteriores.

Estudo da viabilidade celular da *Lippia Sidoides*

Foram coletadas cinco amostras com cerca de 15 a 20 ml de sangue periférico em tubos de coleta de 10 ml com EDTA. Realizou-se a separação das populações celulares por gradiente de densidade com Ficoll-Paque (Pharmacia), centrifugadas a 1500 rpm durante 40 min à temperatura ambiente.

O anel de células mononucleares foram centrifugados duas vezes em Tampão Salina Fosfato - PBS, por 10 min a 1.500 rpm. As concentrações celulares foram ajustadas em Câmara de Neubauer. 2×10^6 células/ml.

Ensaio da viabilidade celular

A viabilidade celular na presença do extrato de *Lippia sidoides* a 2% (Álcoolatura de *Lippia sidoides*) foram avaliadas pelo método de alaranjado de acridina (FRANÇA *et al*, 2011b). As concentrações utilizadas do extrato foram as seguintes: 200g/L, 20 g/L, 10 g/L, 5 g/L, 2.5 g/L, 1.25 g/L, 0.62 g/L, 0.31 g/L, 0.15 g/L e 0.078 g/L.

Na suspensão celular 1×10^6 cel/mol (250 µL/ml) foram adicionados a 50 µL das diferentes concentrações do extrato de *Lippia sidoides*. As amostras foram incubadas por 30 minutos, à temperatura de 37° C.

Após a incubação as amostras foram centrifugadas e coradas com alaranjado de acridina.

A leitura foi realizada em microscópio de fluorescência (Nikon, E 200), sendo contado 100 células. O índice de viabilidade calculado através da razão entre o número de células coradas em laranja (morta) e verde (viva) x 100 células.

Incorporação da *Lippia sidoides* no sistema microemulsionado

A concentração foi determinada pela proporção dada pela equação (3):

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad (\text{eq.3})$$

Onde:

Concentração extrato LS (C_1); Volume do extrato LS (V_1); Concentração ME (C_2); Volume ME (V_2)

Caracterização Reológica

Para a caracterização da ME parâmetros reológicos foram determinados no Modular Compact Rheometer – MCR 102 (Anton Paar® GmbH, Oltifildern, Germany). Em todos os experimentos 600µL das Microemulsões foram adicionadas sobre a superfície da placa de leitura. Leituras foram realizadas com controle permanente do gap de medição com suporte TruGap™ EM 0,099mm, célula de medição Toolmaster™ CP 50 e controle preciso da temperatura com recurso T-Ready™, utilizando Software Rheoplus V3.61. Os gráficos reológicos foram tratados com o Software Rheoplus. Para as curvas de fluxo e viscosidade os parâmetros estabelecidos foram baseados no controle da tensão de cisalhamento (τ) de 0 a 5 Pa para curva ascendente e de 5 a 0 Pa para curva descendente. Estes ensaios foram realizados em condições isotérmicas a 25°C, para um total de leituras por análise.

Controle de Qualidade das Microemulsões

Foram analisados parâmetros físico-químicos visando testar a adequação das fórmulas e obtenção de veículos. A verificação dos parâmetros de qualidade das formulações foi feita vinte e quatro horas após preparadas, e após 14 dias.

Caracterização físico-química

As amostras dos diferentes pontos foram submetidas à centrifugação de 1500 rpm durante 30 minutos, em centrífuga BABY® I (FANEM®, São Paulo, Brasil) e aqui avaliou-se visualmente a heterogeneidade.

O pH dos veículos foram verificados com auxílio de um pHmetro (DEL Lab®, Araraquara, Brasil) calibrado com solução padrão de pH = 7 e pH = 4.

A condutividade elétrica foi avaliada utilizando-se um condutímetro (LIDA®, São Paulo, Brasil) calibrado com solução padrão de KCl 0,1 mol.L-1.

Parâmetros de viscosidade em função da temperatura extraídos por Reologia

Para avaliação da curva de viscosidade sob varredura de temperatura os parâmetros estabelecidos foram baseados no controle fixo da tensão de cisalhamento (τ) em 1 Pa, com variação de temperatura de $5 \pm 0,1$ a $45 \pm 0,1$ °C, a taxa de aquecimento de 1°C x min.-1. Foram registrados Parâmetro a cada $1,0 \pm 0,1$ °C totalizando 41 leituras por análise.

Estudos de Estabilidade

As amostras foram submetidas à temperatura de 5 ± 1 °C (Refrigerador Eletroluz®, Mod. RDE38), ou temperatura ambiente e/ou 40 ± 1 °C (Estufa BioPar®, Mod. S80SA).

Estabilidade Preliminar

Os sistemas foram subdivididos em dois grupos submetidos a 5 ± 1 °C temperatura de refrigeração e aquecimento 40 ± 1 °C em ciclos alternados de 5 ± 1 °C e 40 ± 1 °C a cada 24 h, completando os ciclos ao 14º dia. Após os ciclos foi possível identificar os sistemas termicamente resistentes, e os veículos aprovados foram submetidos novamente às caracterizações físico-químicas.

Estabilidade Acelerada

Este estudo avaliou os sistemas aprovados na estabilidade preliminar visando à correção de problemas de

formulação e a exclusão daqueles com graves problemas de estabilidade. As formulações foram submetidas às condições extremas para determinação da estabilidade acelerada. Os sistemas microemulsionados líquidos contendo extrato de *Lippia sidoides* foram submetidos a 40 ± 1 °C, a 25 ± 1 °C e 5 ± 2 °C. Todos os grupos foram avaliados por um período de 90 dias, sendo que, a cada 30 dias as formulações foram mantidas a temperatura ambiente por 24 horas para avaliação físico-química e manutenção dos perfis reológicos.

Análises Estatísticas

A avaliação estatística das curvas de fluxo e viscosidade foi realizada o teste de análise de variância (ANOVA) sendo utilizado o software Bio estat 5.0. Significância estatística foi considerada para valores de p menor que 0,05 ($p < 0,05$).

III. RESULTADOS

Determinação de mistura de tensoativos

A concentração de co-tensoativo BT foi definida como 10% e a porcentagem dos Tensoativos LS e TW foram calculadas de forma a atingir o EHL pelo Triglicerídeo de ácido cáprico/caprílico (Tabela 1). A determinação da mistura de tensoativos LS/TW/BT na fração de 3,44:5,56:1,0 resultou no EHL requerido pela fase oleosa.

Tabela 1 - Valores calculados de porcentagem e EHL resultante da mistura de tensoativos

Mistura de Tensoativos	LS (%)	TW (%)	BT (%)	EHL _r
LS/TW/BT	34	56	10	10.8

Onde:

$$\text{EHL}_r = \text{EHL resultante da mistura de tensoativos}$$

Desenvolvimento dos sistemas microemulsionados

Os diagramas de fases pseudoternário para classificação dos pontos e domínios de região estão apresentados na Figura 1 (a,b). A mistura de tensoativos LS/TW/BT (3,44:5,56:1,0) associado ao Triglicerídeo de ácido cáprico/caprílico e a água destilada em proporções pré-estabelecidas pelo diagrama resultou em 36 pontos com características de equilíbrio divergentes. Observa-se que proporções acima de 45% de tensoativos promoveram pontos com equilíbrio termodinâmico em virtude do predomínio de sistemas homogêneos e translúcidos (Figura 1a). A Figura 1b apresenta a delimitação das regiões de domínio no diagrama pseudoternário a partir do diagrama de pontos e das titulações. Pontos foram selecionados na região de microemulsão líquida (MEL) Para o estudo do sistema LS/TW/BT. Analisando o comportamento das fases observa-se que o sistema de tensoativos promoveu amplas faixas de sistemas estáveis. Contudo, assim como no diagrama de pontos, os domínios de região abaixo de 40% de tensoativos demonstraram instabilidade e separação de fases.

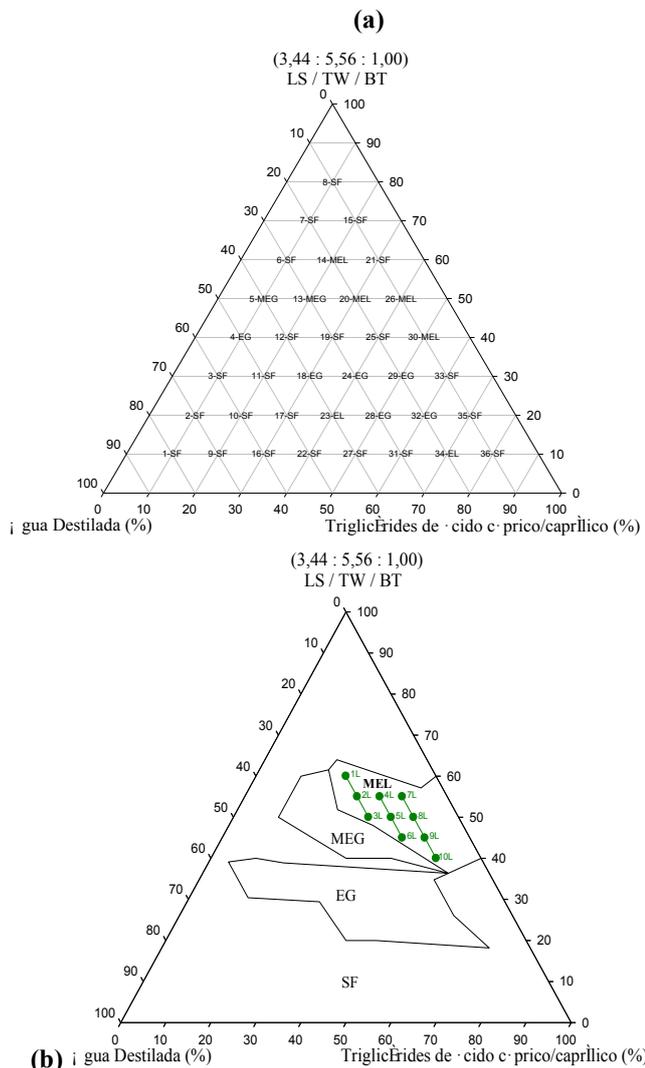


Figura 1 - Diagramas pseudoternário de classificação dos pontos (a) e de domínios de região com as Microemulsões selecionadas (b) do sistema LS/TW/BT. (MEL) - Microemulsão Líquida; (MEG) - Microemulsão Gel; (EG) - Emulsão Gel; (SF) - Separação de Fases

Viabilidade celular de extrato de *Lippia sidoides* a 2%

Conforme a tabela 6 foi possível observar que a viabilidade celular foi maior que 90 % independente de tempo ou diluições do extrato de *Lippia sidoides*.

Tabela 2 - Viabilidade celular de extrato de *Lippia sidoides* a 2% em diferentes diluições

Células vivas/tempo	VIABILIDADE CELULAR EXTRATO LIPPIA SIDOIDES 2%									
	200 g/L	20 g/L	10 g/L	5 g/L	2,5 g/L	1,25g/L	0,625g/L	0,3125g/L	0,156 g/L	0,078 g/L
00 min	99,00	98,00	98,00	96,00	99,00	98,00	97,00	99,00	98,00	96,00
30 min	90,33	96,67	97,33	96,00	96,67	97,00	97,00	98,33	97,67	98,00
60 min	90,00	98,33	97,67	96,33	97,00	95,00	97,00	99,00	99,00	98,67
120 min	89,33	96,33	97,33	97,33	96,67	95,67	97,33	98,00	97,33	97,00

Caracterização Reológica

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, as curvas de fluxo e viscosidade dos pontos selecionados para

o estudo da microemulsão líquida com *Lippia sidoides* incorporada.

As curvas de fluxo dos pontos apresentam início na origem e comportamento linear ascendente e descendente, exceto os pontos 2L, 6L e 9L que apresentam fluxo não linear. A avaliação da curva e da área de histerese indicou que houve predomínio de fluidos Newtonianos, conforme Figura 2.

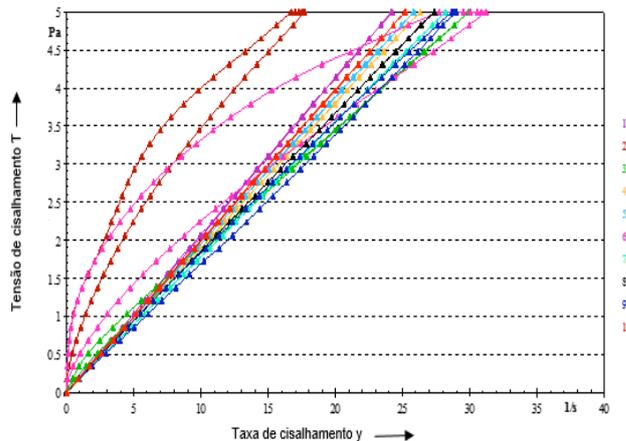


Figura 2 - Curva de fluxo resultante da aplicação de tensão de cisalhamento e Taxa de cisalhamento

A análise da viscosidade indica similaridade entre os pontos, permanecendo próximos ou em 0,20 Pas em sua maioria, não ocorrendo alterações com o aumento da taxa de cisalhamento.

Os pontos 2L e 6L apresentaram não linearidade e alterações de viscosidade com o cisalhamento (Figura 3).

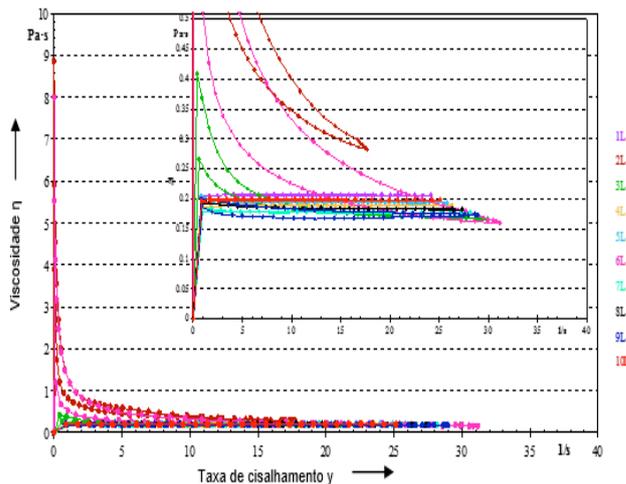


Figura 3 - Curva de viscosidade dada por viscosidade e Taxa de cisalhamento (25°C)

Controle de Qualidade das Microemulsões

Estabilidade preliminar

Os resultados das análises da variação da viscosidade dos pontos em função da varredura da temperatura estão apresentados na Figura 4.

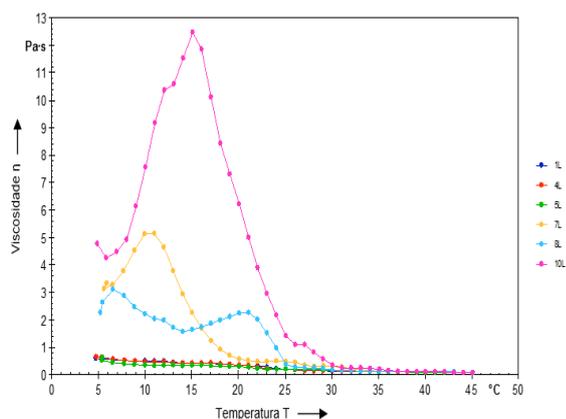


Figura 4 - Curva de viscosidade sob varredura de Temperatura

As formulações 1L, 4L e 5L demonstraram uma redução gradual e homogênea da viscosidade, suportando bem as alterações de temperatura a partir dos 15°C, indicando que as temperaturas menores do que 15°C são críticas para a estabilização deste tipo de sistema, alterações de viscosidades foram observadas, Figura 4. Os pontos 7L, 8L e 10L alteraram, apresentando ineficiência na manutenção da viscosidade em determinadas temperaturas. Os pontos 2L, 3L, 6L e 9L, exibiram alterações extremas e não foram apresentados, Figura 4.

Os resultados das análises físico-químicas dos pontos sob ciclos alternados de temperatura estão apresentados na Tabela 5. Visualmente, todos os pontos mantiveram a estabilidade macroscópica e as características físicas de homogeneidade e translucidez após ter sido realizada a centrifugação,

Após análise dos resultados da condutividade, os pontos 1L, 4L, 5L foram classificados em O/A por apresentarem valores de condutividade elétrica superiores ao da água destilada ($> 1,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), conforme Tabela 3.

Os valores de pH obtidos no início e ao final do teste permaneceram em média na faixa de 5,5 a 6,5 com algumas alterações significativas ao final do teste nas formulações 8L e 9L (Tabela 3).

Tabela 3 - Análises físico-químicas dos testes de estabilidade preliminar das microemulsões líquidas com *Lippia sidoides* incorporada

Ponto	Análise da Centrifugação	Aspecto		Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)		pH	
		Início	Final	Início	Final	Início	Final
1L	N	MEL	MEL	87,20	71,30	5,90	5,76
4L	N	MEL	MEL	39,50	34,75	6,08	6,04
5L	N	MEL	MEL	22,50	9,18	6,24	5,90
7L	N	MEL	SF	0,79	2,08	5,70	6,20
8L	N	MEL	SF	0,53	0,83	5,55	9,49
10L	N	MEL	SF	0,14	0,00	5,51	8,40

Onde:

N = Normal, MEL = Microemulsão Líquida, MEG = Microemulsão, Gel, SF = Separação de Fases. Início (1º Dia); Final (14º Dia).

Associando as avaliações físico-químicas e de viscosidade em função da temperatura durante a estabilidade preliminar das microemulsões líquidas com *Lippia sidoides* incorporada podemos observar que as formulações 7L, 8L e

10L apresentaram restrições de homogeneidade e com a associação da avaliação dos parâmetros reológicos foram excluídos da estabilidade acelerada. Desta forma, apenas os pontos 1L, 4L e 5L foram submetidos aos ensaios de estabilidade acelerada.

Estabilidade acelerada

Os resultados das análises físico-químicas das formulações em estabilidade acelerada estão descritos na Tabela 4.

Os valores obtidos de pH apenas demonstraram uma pequena variação de 5,5 a 6,5. A formulação 4L sofreu modificações no seu aspecto físico, tornando se opaca após 30 dias sob temperatura de 45°C e, após avaliação dos parâmetros reológicos foi excluída de outra etapa da estabilidade.

Os valores de condutividade elétrica nas formulações apresentaram pequenas variações e mantiveram as características O/A durante todo o período.

Tabela 4 - Análises físico-químicas dos testes de estabilidade acelerada das formulações

Formulação	pH			
	Tempo (dias)			
	0	30	60	90
1L	5,85 ± 0,33	6,00 ± 0,01	6,17 ± 0,11	6,11 ± 0,06
4L	6,08 ± 0,06	6,28 ± 0,02	-	-
5L	5,90 ± 0,30	6,29 ± 0,06	6,26 ± 0,05	6,27 ± 0,08

Formulação	Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)			
	Tempo (dias)			
	0	30	60	90
1L	71,30 ± 7,5	85,83 ± 4,95	74,87 ± 1,62	74,13 ± 17,83
4L	34,75 ± 3,04	29,93 ± 1,02	-	-
5L	9,18 ± 0,54	29,99 ± 11,97	25,87 ± 12,30	31,77 ± 7,47

Onde:

“-“ Excluídos por alteração

A avaliação da manutenção do comportamento reológico selecionados para o estudo da microemulsão líquida com *Lippia sidoides* incorporada durante o período de estabilidade acelerada é demonstrado pela curva de fluxo e viscosidade, Figura 5 e 6 respectivamente.

Os pontos 1L, 4L e 5L apresentaram fluxo ascendente e descendente linear sem variação significativa de perfil Newtoniano durante todo o período de estudo (Figura 5).

Quanto ao perfil de viscosidade é observado que o ponto 4L teve uma variação significativa durante a estabilidade acelerada e, por isso, apresentou estabilidade limitada a 30 dias. O pontos 1L apresentou perfil de viscosidade com variação para 0,22 Pa.s, indicando um pequeno aumento de viscosidade, apresentando estabilidade limitada a 60 dias. A formulação 5L apresentou perfil de viscosidade significativamente semelhante durante 60 dias em condições extremas, indicando ser estável por período de 60 dias.

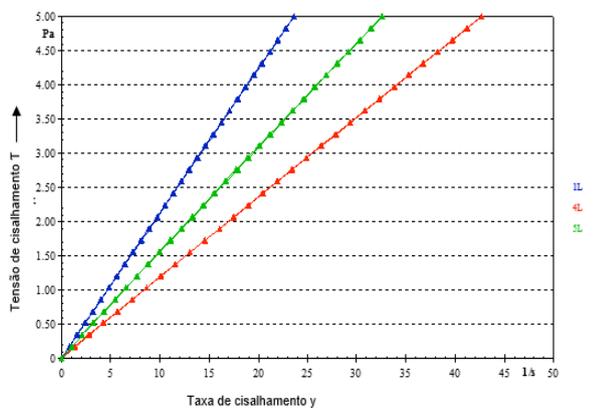


Figura 5 - Curva de fluxo resultante da aplicação de Tensão de cisalhamento e Taxa de cisalhamento estabilizada acelerada ($p > 0.05$)

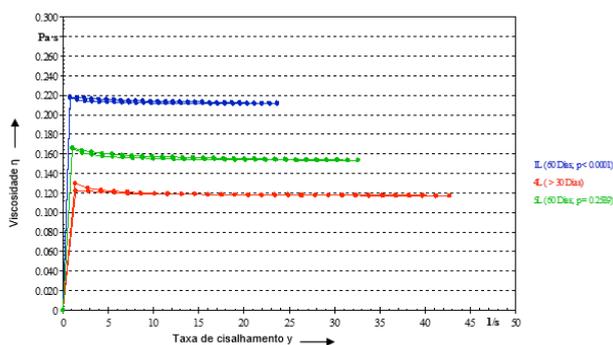


Figura 6 - Curva de viscosidade sob varredura de Temperatura durante o período de estabilização acelerada

III. DISCUSSÃO

No presente trabalho desenvolveu e caracterizou um neomaterial microemulsionado a partir de Lecitina de soja, Polissorbato 80, 1-butanol, triglicerídeos de ácido cáprico estabilizados para veiculação e aumento da eficácia da *Lippia sidoides*, com vista à aplicação em ensaios biológicos. Microemulsões são misturas coloidais, isotrópicas, transparentes, termodinamicamente estáveis de dois líquidos imiscíveis estabilizados por um filme de tensoativo adsorvida na interface líquido-líquido e têm larga aplicação em reações químicas, cosméticos, sistemas de entrega de drogas (SHU *et al.*, 2008).

Neste estudo, dois líquidos imiscíveis, água e óleo, foram utilizados e estabilizados por co-tensoativos, para a formação espontânea de uma dispersão homogênea, termodinamicamente estável e opticamente translúcida uma vez que a formação de um sistema microemulsionado depende do equilíbrio hidrófilo-lipófilo do tensoativo.

Para escolha deste tensoativo ideal, com capacidade de estabilizar a microemulsão, utilizou-se o sistema de Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo – EHL, baseado no balanceamento entre grupos hidrófilos e lipófilos de um tensoativo, relacionados com o balanceamento entre as polaridades dos líquidos emulsionados (LAWRENCE & REES, 2012)

Neste estudo o EHL proporcionou o desenvolvimento das formulações, classificadas visualmente após 24 horas a 25°C, em regiões de Microemulsão líquida (MEL), Emulsão líquida (EL), Emulsão gel (EG), Microemulsão gel (MEG) e Separação de Fases (SF). Nesta etapa foram obtidos diagramas de fases e determinadas as regiões de

microemulsão líquida. Trabalhos na literatura mostram que o tamanho reduzido das gotículas tipicamente entre 10-300nm é que a torna translúcida, ou seja, opticamente límpidas, o que se justifica pelo fato de o diâmetro médio das gotículas ser menor do que $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda da luz incidente, que não se espalha tornando o sistema transparente (KAWAKAMI *et al.*, 2002; SINTOV; GANNU *et al.*, 2010; MA, 2013).

As microemulsões estão presentes em regiões do diagrama com domínios de sistemas translúcidos líquidos e géis (SILVA *et al.*, 2009). Neste estudo o diagrama de fases pseudoternário foi a ferramenta utilizada para caracterizar em que proporção os componentes da ME formam sistemas opticamente translúcidos. Trinta e seis pontos com características de equilíbrio divergentes resultaram da mistura dos componentes, sendo que, proporções acima de 45% de tensoativos promoveram pontos com equilíbrio termodinâmico em virtude do predomínio de sistemas homogêneos e translúcidos.

Considerando que tensoativos com valores elevados de EHL (TW=15) aumentam a polaridade do meio, diminuem a tensão interfacial (água e óleo) favorecem a estabilidade termodinâmica e possibilita a formação das MEs, neste estudo o sistema de tensoativos promoveu amplas faixas de sistemas estáveis. Contudo, assim como no diagrama de pontos, os domínios de região abaixo de 40% de tensoativos não foram suficientes para estabilizar o sistema e demonstraram separação de fases.

A escolha dos tensoativos e de suas concentrações é importante pois uma grande quantidade de agente tensoativo é necessária para a formação da microemulsão para satisfazer o critério de redução da tensão interfacial e portanto, diminuir a energia livre interfacial, favorecendo as formações de microemulsão estáveis (RITIKA & GEETA., 2012; MA & WU, 2013). Neste estudo foram selecionados pontos na região de microemulsão líquida (MEL) para estudo das microemulsões estabilizadas pelo sistema LS/TW/BT como veículo de *Lippia sidoides*.

Assim, para a aplicação de MEL como veículo de liberação da *Lippia sidoides*, foi necessário elucidar a viabilidade celular e o volume da concentração de diluição que seria incorporada à Microemulsão Líquida.

O estudo da viabilidade e ativação celular foi realizado com diferentes diluições de extrato alcoólico de *Lippia sidoides*. A literatura relata que várias plantas veiculadas a matérias tem sido relatadas como promissoras na ativação celular apresentando efeito imunomodulador e potencial para aplicações clínicas (SCHERER *et al.*, 2011; REINAQUE *et al.*, 2012, POSSAMAI *et al.*, 2013, CORTES *et al.*, 2013). Neste estudo observou que a *Lippia* não alterou a viabilidade celular e foi capaz de ativar as células sanguíneas, demonstrando que esta planta é biocompatível e imunomoduladora podendo ser uma alternativa de matéria prima para medicamentos fitoterápicos.

Assim, a *Lippia sidoides* foi incorporada à microemulsão e avaliada quanto ao comportamento reológico (curva de fluxo e viscosidade) dada pela relação entre a taxa de cisalhamento e a tensão de cisalhamento (ACHARYA & HARTLEY, 2012).

Pode ser observado que as amostras apresentaram em sua maioria comportamento Newtoniano, não sofrendo deformação em função da tensão aplicada. Segundo a Lei de Newton da viscosidade, para os líquidos ideais a tensão de

cisalhamento é diretamente proporcional à velocidade de cisalhamento (ALMEIDA *et al*, 2003).

Neste estudo, as curvas de fluxo dos pontos apresentam início na origem e comportamento linear ascendente e descendente, exceto os pontos 2L, 6L e 9L que apresentam fluxo não linear. A análise da viscosidade indicou que os pontos 2L e 6L apresentaram não linearidade e alterações de viscosidade com o cisalhamento.

Para o controle de qualidade das microemulsões foram realizados estudos de estabilidade por meio das análises físico-químicas, aplicando-se as técnicas de análise de variação da viscosidade dos pontos em função da varredura da temperatura (reologia) e ainda teste de condutividade e pH. O conhecimento da faixa de pH é muito importante para o desenvolvimento, de uma ME estável, desde que o pH se encontre dentro de limites fisiológicos aceitáveis (pH sangue -7,35) (YOSHIKA & STELLA, 2002). Em relação à condutividade sabe-se que as medidas de condutividade apresentam-se como um importante meio na determinação de domínios contínuos aquosos ou oleosos em um sistema microemulsionado (LAWRENCE & REES, 2000). Quanto a estabilidade a definição é dada como a capacidade do produto manter-se dentro dos limites especificados e durante todo o período de estocagem e uso, as mesmas condições e características que possuía quando da época de sua fabricação (YOSHIOKA & STELLA, 2002).

O resultado do estudo sobre a propriedade física da ME em resistir ao fluxo induzido pelo cisalhamento mostram que as análises da variação da viscosidade dos pontos em função da varredura da temperatura através da reologia, apontaram que as formulações 1L, 4L e 5L demonstraram uma redução gradual e homogênea da viscosidade, suportando bem as alterações de temperatura a partir dos 15°C, indicando que as temperaturas menores do que 15°C são críticas para a estabilização deste tipo de sistema. Os pontos 7L, 8L e 10L alteraram, apresentando ineficiência na manutenção da viscosidade em determinadas temperaturas. As formulações 2L, 3L, 6L e 9L, exibiram alterações extremas e não foram apresentadas.

As microemulsões possuem uma elevada estabilidade, com conseqüente resistência à sedimentação, desta forma sob a ação de uma força física, não quebra a velocidade de sedimentação e é avaliada submetendo-se a dispersão a uma centrifugação durante 5 minutos, se neste tempo não ocorrer processo de sedimentação, muito provavelmente, se tem uma microemulsão (PRINCE, 1977).

Após análise dos resultados da condutividade, as formulações 1L, 4L, 5L foram classificados em O/A por apresentarem valores de condutividade elétrica superiores ao da água destilada ($> 1,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). A condutividade elétrica é uma ferramenta sensível e frequentemente utilizada na investigação de mudanças estruturais em macro e microemulsões (MO *et al*, 2000).

Os valores de pH obtidos no início e ao final do teste permaneceram em média na faixa de 5,5 a 6,5 indicando biocompatibilidade e algumas alterações ao final do teste nos pontos 8L e 9L

Associando as avaliações físico-químicas e de viscosidade em função da temperatura durante a estabilidade preliminar das microemulsões líquidas com *Lippia sidoides* incorporada podemos observar que as formulações 7L, 8L e 10L apresentaram restrições de homogeneidade e com a associação da avaliação dos parâmetros reológicos foram

excluídos da estabilidade acelerada. Desta forma, apenas os pontos 1L, 4L e 5L foram submetidos aos ensaios de estabilidade acelerada.

Desta forma, os valores obtidos de pH apenas demonstraram uma pequena variação de 5,5 a 6,5, indicando biocompatibilidade. A formulação 4L sofreu modificações no seu aspecto físico, tornando-se opaca após 30 dias sob temperatura de 45°C e, após avaliação dos parâmetros reológicos foi excluída de outra etapa da estabilidade.

Os valores de condutividade elétrica nas formulações apresentaram pequenas variações e mantiveram as características O/A durante todo o período.

A avaliação da manutenção do comportamento reológico dos pontos selecionados para o estudo da microemulsão líquida com *Lippia sidoides* incorporada, durante o período de estabilidade acelerada é dada pela curva de fluxo e viscosidade. As formulações 1L, 4L e 5L apresentaram fluxo ascendente e descendente linear sem variação significativa de perfil Newtoniano durante todo o período de estudo.

Quanto ao perfil de viscosidade é observado que o ponto 4L teve uma variação significativa durante a estabilidade acelerada e, por isso, apresentou estabilidade limitada a 30 dias. O ponto 1L apresentou perfil de viscosidade com variação para 0,22 Pa.s, indicando um pequeno aumento de viscosidade, apresentando estabilidade limitada a 60 dias. A formulação 5L apresentou perfil de viscosidade significativamente semelhante durante 60 dias em condições extremas, indicando ser estável por período de 60 dias.

Estes resultados indicam que a formulação da microemulsão líquida (5L) é viável para liberação da *Lippia sidoides*, por ser biocompatível e apresentar estabilidade prolongada.

IV. CONCLUSÃO

Estes dados sugerem que a formulação 5L é um sistema microemulsionado líquido (MEL) capaz de incorporar a *Lippia sidoides* e manter-se como um sistema estável e biocompatível, podendo ser uma alternativa para possíveis aplicações como veículo de fitoterápicos..

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHARIA, D. P. HARTLEY, P. G. Progress in microemulsions characterization. Current Opinion of Colloid v.17, p. 274-280, 2012.
- ALMEIDA, I. F. BAHIA, M. F. Reologia: interesse e aplicações na área cosmético-farmacêutica. Cosmetics & Toiletries. v.15, p 96-100, 2003.
- CAVALCANTI, S.C.H.; NICOLAU, E. dos S.; BLANK, A.F.; CÂMARA, C.A.G.; ARAÚJO, I.N.; ALVES, P.B.. Composition na acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). Bioresource Technology. v. 101, p. 829-832, 2010.
- CÔRTEZ, M. A.; FRANÇA, E.L.; REINAQUE, A. P. B.; SCHERER, E. F.; HONÓRIO-FRANÇA, A.C.. Imunomodulação de fagócitos do sangue humano pelo extrato de *Strychnos Pseudoquina* ST. HILL adsorvido em microesferas de Polietilenoglicol. Polímeros. v. 23, n.3, p. 402-409, 2013.

- FARIAS, E.M.F.G. de; XIMENES, R.M.; MAGALHÃES, L.P.M.M.; CHIAPPETA, A.A.; SENA, K.X. da F.R.de; ALBUQUERQUE, J.F.C.. Antifungal activity of *Lippia sidoides* Cham, (Verbanacea) against clinical isolates of *Candida* species. *Journal of Herbal Medicine*. v. 2, p 62-67, 2012.
- FERNANDES, L.P.; CANDIDO, R.C.; OLIVEIRA, W.P.. Spray dryng microencapsulation of *Lippia sidoides* extrats in carbohydrate blends. *Food and Bioproducts Processing*. v. 90, p.425-432, 2012. DOI:10.1016/j.jbp.2011.12.001.
- FERREIRA, A. O. Guia prático de Farmácia. 3 ed. São Paulo: Pharmabooks. v 1, p 208-209, 2008.
- FRANÇA, E.L.; HONORIO-FRANÇA, A.C.. The mucosal Immune System: Modulation by Microemulsion, In: NAJJAR, R. (Org.) *Microemulsions – An Introduction to Properties and Applications*. InTech ed Rije, 2011a.
- FRANÇA EL, BITENCOURT RV, FUJIMORI M, MORAIS TC, CALDERON IMP, HONORIO-FRANÇA AC. Human colostral phagocytes eliminate enterotoxigenic *Escherichia coli* opsonized by colostrum supernatant. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, vol. 44, pp.1-7, 2011b.
- GANNU, R.; PALEM, C.R.; YAMSANI, V.V.; YAMSANI, S. K.; YAMSANI, M. R.. Enhanced bioavailability of lacidipine via microemulsion based trandermal gel: Formulatio optimization, ex vivo and in vivo characterization. *International Journal of Pharmaceutics*. v. 388, p.231-241, 2010.
- HAYES, G. D.; ALKHATIB, M. H.; RIO, J.G. Del.; URBAN, V.S.. Physicochemical characterization of water-in-oil micoemulsions formed by a binary 1,3-dioxolane alkyl ethoxylate/Aerosol-OT surfactant system. *Colloids and Surfaces A. Physicochemical end Engineering Aspects*. v. 417, p. 99-110, 2013.
- JEIRANI, Z.; JAN, M. B.; ALI, B. S.; NOOR, I. M.; SEE, C. H.; SAPHANUCHART, W.. Formulation and phase behavior study of a nonionic triglyceride microemulsion to increase hydrocarbon production. *Journal of Industrial Crops and Products*. v. 43, p. 14-24, 2013.
- KAWAKAMI, K.; YOSHIKAWA, T.; MOROTO, Y.; KANAOKA, E.; TAKAHASHI, K.; NISHIHARA, Y.; MASUDA, K. Microemulsion formulation for enhanced absorption of poorly soluble drugs. I. Prescription design. *Journal of Controlled Release*. v.81, n.1/2, p.65-74, 2002.
- LAWRENCE, M. J.; REES, G. D.. Microemulsion-based media as novel drug delivery system. *Advanced Drug Delivery*. v.64, p. 175-193, 2012.
- LOBO, P.L.D.; FONTELES, C.S.R.; CARVALHO, C.B.M.de; NASCIMENTO, D.F. do; FONSECA, S.G. da C.; JAMACARU, F.V.F.; MORAES, M.E.A.de. Dose-response evaluation of a novel essential oil against Mutans streptococci in vivo. *Phytomedicine*. v.18, p 551-556, 2011.
- MA, J.; WU, B.. Effect of surfactants on preparation of nanoscale α -Al₂O₃ Powders by oil-in-water microemulsion. *Advanced Powder Tchenology*. v. 24, p.354-358, 2013. DOI:10.1016/j.ap.2012.08.008.
- NORNOO, A. O.; ZHENG, H.; LOPES, L. B.; JOHNSON-RESTREPO, B.. Oral microemulsions of Paclitaxel: In situ and pharmacokinetics studies. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. v.71, p. 370-371, 2009.
- POSSAMAI, M. M.; HONÓRIO-FRANÇA, A.C; REINAQUE, A. P. B.; FRANÇA, E. L.; SOUTO, P. C. S.. Brazilian própolis: a natural product that improved the fungicida activity by blood phagocytes. *BioMed Research International*. v. 2013, p- 91-99, 2013
- PRINCE, L.M. *Microemulsions: Theory and Practice*, New York: Academic Press, 1977.
- REINAQUE, A. P. B.; FRANÇA, E. L.; SCHERER, E. F.; CÔRTEZ, M. A.; SOUTO, J. D.; HONÓRIO-FRANÇA, A.C..Natural material adsorbed onto a polymer to enhance imune function. *Drug Design, Development and Therapy*. v. 6, p. 209 -216, 2012.
- RIKITA, H. S. L.; GEETA, A. Review article: Microemulsion system in role of expedient vehicle for deram application. *Journal of Drug Delivery & Therapy*. v.2, p.23-28, 2012.
- SCHERER, E. F.; HONÓRIO-FRANÇA, A.C.; HARA, C. C. P.; REINAQUE, A. P. B.; CÔRTEZ, M. A.; FRANÇA, E. L.. Immunomodulatory effects of poly(ethylene glycol) microspheres adsorbed with nanofractions of *Mormodia Charantia* L. on diabetic human blood phagocytes. *Science Advanced Material*. v. 3, p. 687 – 694, 2011.
- SHU, Y.; CHENG, X.; WANG, J. A reverse microemulsion of water/AOT/1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate for selective extration of hemoglobin. *Separation and Purification Technology*. v. 64, p. 154-159, 2008.
- SILVA, J.A.; DAMASCENO, B.P.G.L.; BORBA, V.F.C., EGITO, E.S.T., SANTANA, D.P. Uso de diagramas de fase pseudoternários como ferramenta de obtenção de nanoemulsões transdémicas. *Revista Brasileira de Farmacologia*. v.90, p. 245-249, 2009.
- SINTOV, A.; SHAPIRO, L. New microemulsion vehicle facilitates percutaneous penetration in vitro and cutaneous drug bioavailability in vivo. *Journal of Controlled Release*. v.95, p. 173-183, 2004.
- VERAS, H.N.H.; RODRIGUES, F.F.G.; COLARES, A.V.; MENEZES, I.R.A.; COUTINHO, H.D.M.; BOTELHO, M.A.; COSTA, J.G.M.. Synergistic antibiotic activity of volatile compounds from the essential oil of *Lippia sidoides* and thymol. *Fitoterapia*. v. 83, p. 508-512, 2012.
- YOSHIOKA, S.; STELLA, V. J. *Stability of Drugs and Dosage Forms*. Kluwer Academic Publishers. p. 111-115, 2002
- YUAN, Y.; LI, S.; MO, F.; AHONG, D. Investigation of microemulsion system for transdermal delivery of meloxicam. *International Journal of Pharmaceutics*. v. 321, p. 117-123, 2006.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



SISTEMA AUTOMATIZADO COM RECURSOS DE LOCALIZAÇÃO E SUPERVISÃO DE MATERIAIS INDUSTRIAIS

ROBERTO LUIZ GARCIA VICHINSKY¹; JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA²; FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZARRIA³

1 – UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL; 2, 3 – UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
roberto@vichinsky.com.br

Resumo - Atualmente, diante de um mercado cada vez mais competitivo, observa-se que é exigido das empresas um elevado nível de competência no que tange o atendimento de suas necessidades corporativas operacionais. Essa exigência leva as organizações a procurarem recursos de automação que possam otimizar seus processos, garantindo maior vantagem competitiva. Dentre os processos que exigem atenção especial, encontram-se aqueles relacionados à gestão de armazenagem de materiais, os quais devem atender com eficácia e rapidez as demandas da empresa em relação às operações de localização e supervisão dos mencionados materiais. Neste contexto, visando oferecer contribuição para a evolução de sistemas que auxiliem o processo de localização de materiais industriais, este trabalho aborda o projeto conceitual de sistema afim, que possui modelo de aplicação com as seguintes características: abrangência global de localidades, nas quais poderão estar armazenados os materiais; utilização das tecnologias de código de barras e RFID (Radio-Frequency Identification, Identificação por Radiofrequência), para aquisição automatizada de dados; integração de sistemas por meio de redes de comunicação e sistemas de banco de dados; emprego de unidades portáteis para permitir mobilidade aos operadores em campo; favorecimento ao meio ambiente, proporcionado pela concepção de unidades e estrutura de armazenamento que dispensam o uso de baterias para suprimento de energia elétrica. Os resultados apresentados pelos protótipos nos testes práticos foram satisfatórios, validando os princípios de funcionamento dos elementos do sistema proposto.

Palavras-chave: Automação. Automatização. Computação.

I. INTRODUÇÃO

O mercado atual, que vêm se mostrando cada vez mais competitivo, exige das empresas um elevado nível de competência no que tange o atendimento de suas necessidades corporativas operacionais. Essa exigência leva as organizações a procurarem recursos de automação que possam otimizar seus processos e, consequentemente, garantir maior vantagem competitiva. Dentre os processos que exigem uma atenção especial, em razão da dinâmica de suas atividades, encontram-se aqueles relacionados à gestão de armazenagem, os quais devem atender com eficácia e rapidez as demandas da empresa em relação às operações de localização e supervisão dos materiais armazenados. Nesse contexto, segundo Pereira e Lisboa (2012), “a automação da atividade logística se torna um importante instrumento para vencer os desafios da competitividade”. Ainda, segundo Ballou (2007), as empresas que não implantarem novas técnicas de controle de materiais, não conseguirão reduzir os

seus custos de armazenagem e, consequentemente, não terão preços competitivos, perdendo espaço no mercado para os seus concorrentes.

Neste contexto, visando oferecer contribuição para a evolução de sistemas que auxiliem o processo de localização de materiais industriais, este trabalho aborda o projeto conceitual de sistema afim, designado por: “Sistema de Localização Automatizada de Materiais Industriais” (SLAMI). Esse sistema possui modelo de aplicação com as seguintes características: abrangência global de localidades, nas quais poderão estar armazenados os materiais; utilização das tecnologias de código de barras e RFID, para aquisição automatizada de dados; integração de sistemas por meio de redes de comunicação e sistemas de banco de dados; emprego de unidades portáteis para permitir mobilidade aos operadores em campo; favorecimento ao meio ambiente, proporcionado pela concepção de unidades e estrutura de armazenamento sem a utilização de baterias para suprimento de energia elétrica.

II. OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho é abordar elementos do projeto conceitual de um sistema de localização automatizada de materiais industriais, visando oferecer contribuição para o desenvolvimento de tecnologia voltada para a evolução desses tipos de sistemas. Dentro desse propósito são apresentados modelos de aplicação com destaque para um sistema computacional cujos recursos de supervisão abrangem carregamento, descarregamento, armazenagem e localização dos materiais em questão.

III. ARQUITETURA DO SLAMI

Na Figura 1, é apresentada a arquitetura do “Sistema de Localização Automatizada de Materiais Industriais” (SLAMI), interligada aos “Sistemas Computacionais da Empresa” (SCE), que utiliza elementos do “Modelo de Representação da Organização dos Sistemas Computacionais Empresariais” (MoROSCE) proposto por DE AGUIAR (2011, p.32). Essa interligação é realizada por meio do “Sistema de Redes da Empresa” (SRE), que conecta o SLAMI aos SCE, que é composto pelos “Sistemas Computacionais do Nível Tático” (SCNT), “Sistemas Computacionais do Nível Operacional” (SCNO) e os “Sistemas Computacionais do Nível Estratégico” (SCNE).

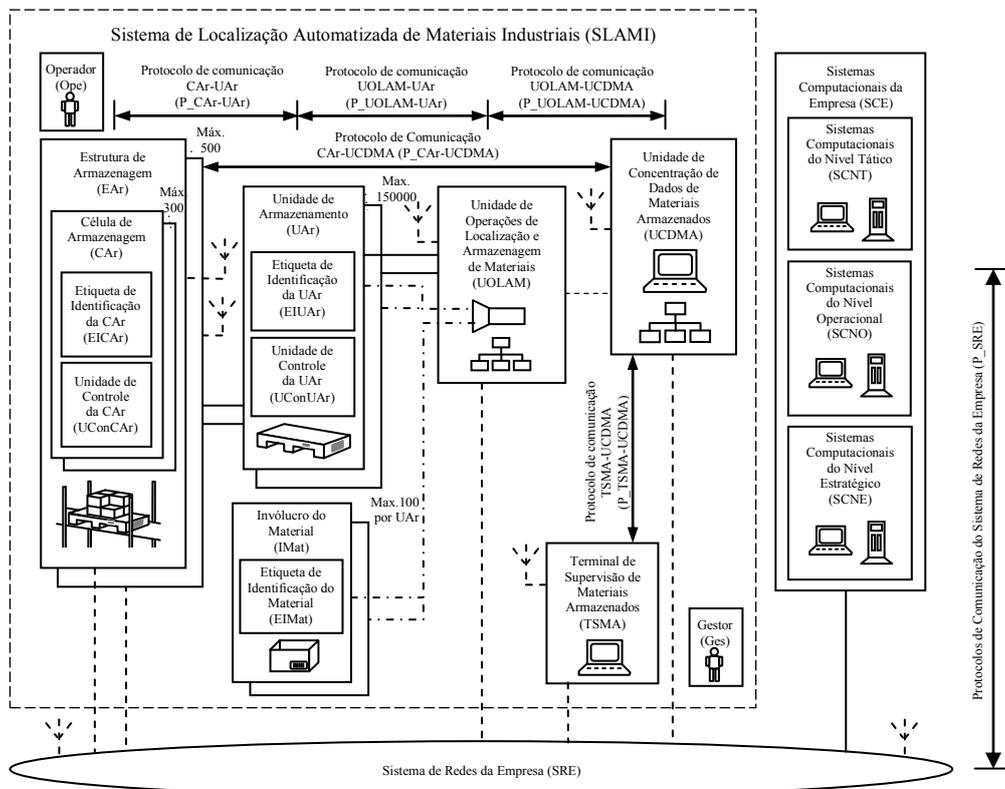


Figura 1 - Arquitetura do SLAMI interligada aos SCE

Conforme se observa na Figura 1, pertencem ao SLAMI os elementos internos à área delimitada pela linha tracejada, sendo esses classificados em duas categorias referenciadas por: Estruturas Físicas Destinadas ao Armazenamento dos Materiais; Equipamentos Dedicados às Operações de Armazenagem e Localização de Materiais. Dentro da primeira categoria encontram-se os seguintes elementos: “Unidade de Armazenamento” (UAr); “Invólucro do Material” (IMat); “Estrutura de Armazenagem” (EAr). Os elementos pertencentes à segunda categoria são os seguintes: “Unidade de Operações de Localização e Armazenagem de Materiais” (UOLAM); “Terminal de Supervisão de Materiais Armazenados” (TSMA); “Unidade de Concentração de Dados de Materiais Armazenados” (UCDMA). Também pertencem ao SLAMI, os protocolos de comunicação destinados às transferências de dados entre os elementos do sistema, sendo esses: “Protocolo de Comunicação entre a CAr e a UAr” (P_CAR-UAr); “Protocolo de Comunicação entre a UOLAM e a UAr” (P_UOLAM-UAr); “Protocolo de Comunicação entre a UOLAM e a UCDMA” (P_UOLAM-UCDMA); “Protocolo de Comunicação entre a CAr e a UCDMA” (P_CAR-UCDMA); “Protocolo de Comunicação entre o TSMA e a UCDMA” (P_TSMA-UCDMA).

Relacionado ao SLAMI existem os “Protocolos de Comunicação do Sistema de Redes da Empresa” (P_SRE), que embora não pertencendo ao mencionado sistema de localização de materiais, deverão permitir sua integração aos SCE. De forma complementar a essa abordagem, apresenta-se nos itens a seguir, descrição dos elementos integrantes do SLAMI, que é dedicada aos interesses deste trabalho:

a) *Unidade de Armazenamento (UAr)*

É uma estrutura utilizada para movimentação de materiais nos transportes de entrada/saída em instalações de

armazenagem, podendo ser um palete ou qualquer outra estrutura logística adequada às necessidades da empresa. Integram a UAr: uma etiqueta de identificação designada por “Etiqueta de Identificação da Unidade de Armazenamento” (EIUAr), que pode empregar tecnologia de código de barras ou de RFID; um dispositivo eletrônico microprocessado, designado por “Unidade de Controle da UAr” (UConUAr), que oferece recursos para a gravação, em memória não volátil, dos dados referentes aos materiais carregados na unidade de armazenamento UAr. A UConUAr também mantém, em memória não volátil, os dados que identificam a UAr.

b) *Invólucro do Material (IMat)*

É o invólucro no qual será acondicionado o material a ser carregado na unidade de armazenamento UAr, sendo os dados que definem sua identificação dispostos na “Etiqueta de Identificação do Material” (EIMat), que poderá possuir tecnologia de código de barras e/ou de RFID.

c) *Estrutura de Armazenagem (EAr)*

Esta estrutura possui uma determinada quantidade de compartimentos, sendo que cada um desses é destinado ao acondicionamento de única unidade de armazenamento UAr, para a qual fornece energia elétrica, permitindo seu funcionamento. Na arquitetura do SLAMI esse compartimento recebeu a designação de “Célula de Armazenagem” (CAr), estando previstas até 300 dessas células para cada EAr cuja quantidade máxima é de 500 estruturas. Cada célula CAr possui os seguintes elementos: “Etiqueta de Identificação da CAr” (EICAr); “Unidade de Controle da CAr” (UConCAr). A etiqueta EICAr exibe um código (que também poderá estar representado por meio de tecnologia de código de barras e/ou RFID) que a discrimina dentre as demais, permitindo sua localização no nível

global. A partir dos dados desse código é possível localizar a célula CAR na estrutura EAr, por meio de referência de coluna e linha, entretanto, também é possível identificar a localização dessa estrutura EAr com informações que abrangem os seguintes parâmetros: local (localização de área física no andar de um prédio), andar (nível de pavimento num prédio), bloco (conjunto de prédios de um complexo de instalações), unidade (blocos da empresa dentro dos limites de uma propriedade), cidade e país. A unidade de controle UConCAR (que possui em memória não volátil os dados do código global exibidos na EICAr), tem a função de se comunicar com a unidade de armazenamento UAr, afim de obter os dados dos materiais carregados nessa última, e transmiti-los para a “Unidade de Concentração de Dados Armazenados” (UCDMA).

d) Unidade de Operações de Localização e Armazenagem de Materiais (UOLAM)

Esta é a unidade portátil utilizada pelo operador Ope nas operações em campo relativas ao registro de carregamento/d Descarregamento de materiais nas unidades de armazenamento UAr, podendo, também, ser empregada para a localização desses materiais. Para realização dessas operações, a UOLAM supre de energia elétrica a unidade de armazenamento UAr por meio de um cabo de conexão designado por “Cabo de Conexão UOLAM-UAr” (CC_UOLAM-UAr), que também é empregado nas comunicações com a UAr. A UOLAM é composta por um equipamento microprocessado (exemplo: *Handheld*) que integra leitor de código de barras e/ou RFID; possuindo, também, interfaces que permitem conexão com as unidades de armazenamento UAr (protocolo P_UOLAM-UAr) e de concentração de dados UCDMA (protocolo P_UOLAM-UCDMA). Além desses elementos, inclui unidade de memória de massa destinada ao armazenamento de dados temporários e do programa que implementa as suas funcionalidades.

e) Terminal de Supervisão de Materiais Armazenados (TSMA)

Este terminal é destinado à supervisão de materiais armazenados, sendo voltado para as necessidades do gestor Ges. O TSMA é constituído de um microcomputador dotado de interface que permite conexão com a unidade de concentração de dados UCDMA, sob os procedimentos do protocolo P_TSMA-UCDMA, através do sistema de redes SRE.

f) Unidade de Concentração de Dados Armazenados (UCDMA)

Esta unidade é destinada à concentração dos dados referentes aos materiais armazenados. É constituída de um computador com os seguintes tipos de recursos básicos: sistema operacional multiusuário; sistema de gerenciamento de banco de dados; memória de massa com capacidade para atender o SLAMI, em função da configuração definida para cada aplicação; interfaces de comunicação que permitirão conexão com elementos compreendidos pela unidade de operações UOLAM (protocolo P_UOLAM-UCDMA), terminal TSMA (protocolo P_TSMA-UCDMA) e célula de armazenagem CAR (protocolo P_CAR-UCDMA).

g) Gestor (Ges) e Operador (Ope)

O “Gestor” (Ges) e o “Operador” (Ope) pertencem ao nível operacional da empresa. O gestor Ges trata das funções de supervisão proporcionadas pelo SLAMI e da coordenação das atividades de cada operador Ope, dedicadas ao sistema em questão. Dentre as atividades desses operadores, estão os trabalhos em campo referentes ao carregamento/d Descarregamento de materiais, nas unidades de armazenamento UAr.

IV. OPERAÇÕES RELATIVAS AOS PROCESSOS DE ARMAZENAGEM E LOCALIZAÇÃO

Para expor os aspectos operacionais relacionados aos SLAMI, bem como, outros complementares a essa abordagem, são realizadas nos itens seguintes, descrições das operações relativas aos processos de armazenagem e localização de materiais.

1) Operações de carregamento/d Descarregamento de materiais na unidade de armazenagem UAr

Essas operações consistem nas atividades realizadas pelo operador Ope para o carregamento/d Descarregamento de materiais em cada unidade de armazenagem UAr. Para abordar essas operações será utilizado o esquemático exposto na Figura 2, no qual pode ser observado que a unidade UOLAM dispõe de: “Leitor de Código de Barras” (L_CB); “Leitor RFID” (L_RFID); “Cabo de Conexão UOLAM-UAr” (CC_UOLAM-UAr).

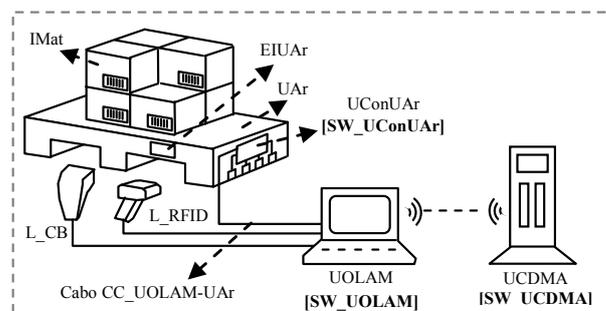


Figura 2 - Esquemático referente às operações de carregamento/d Descarregamento de materiais.

O cabo CC_UOLAM-UAr permite a conexão da unidade de operações UOLAM com a unidade de controle UConUAr, sendo essa um dispositivo eletrônico microcontrolado que mantém, em memória não volátil, os dados referentes aos materiais armazenados na unidade UAr. Além de possibilitar a comunicação entre as unidades envolvidas (regida pelo protocolo P_UOLAM-UAr), o cabo CC_UOLAM-UAr também possui condutores para fornecimento de energia elétrica à unidade de armazenagem UAr, que não utiliza baterias.

A implementação das funcionalidades desses equipamentos é realizada pelos seguintes aplicativos: “Software da UConUAr” (SW_UConUAr), “Software da UOLAM” (SW_UOLAM) e “Software da UCDMA” (SW_UCDMA), os quais são representados na Figura 2 entre colchetes, juntamente com suas unidades hospedeiras.

As operações de carregamento/d Descarregamento de materiais, consistem nas seguintes etapas:

permitindo assim, a comunicação entre esses elementos, regida pelo protocolo P_CAR-UAr. Além de permitir essa comunicação, os conectores também possibilitam energizar a unidade de armazenamento UAr, através de barramentos exclusivos ligados a um dispositivo designado por “Unidade de Controle de Energia da UAr” (UCE_UAr). Esse último, que é comandado pela célula CAR, permite controlar o fornecimento de energia elétrica para a unidade de armazenamento UAr, sendo essa energizada somente quando houver necessidade, evitando o desperdício de energia.

Relacionada aos recursos de controle de energia, existe uma chave de acionamento mecânico instalada na base da célula de armazenamento CAR, que é designada por “Chave da Célula de Armazenagem” (CH_CAR). Essa chave é fechada por pressão assim que a unidade UAr é acondicionada na célula CAR, energizando essa última enquanto houver permanência da primeira. Dessa forma, quando a célula de armazenamento CAR estiver vazia não irá consumir energia elétrica, devido a abertura da CH_CAR, que provoca interrupção do suprimento. Entretanto, está previsto o travamento dessa chave para que não ocorra a interrupção de energia, caso seja desejada essa configuração operacional.

As funções (executadas automaticamente pelo SLAMI) desencadeadas após a entrada da unidade de armazenamento UAr na célula de armazenamento CAR, são as seguintes:

a) Energização da unidade UConCAR

No momento em que a unidade de armazenamento UAr é colocada na célula de armazenamento CAR, a chave CH_CAR é acionada por pressão, fazendo com que a unidade de controle da CAR (UconCAR) seja energizada.

b) Conexão da UConCAR com a unidade UCDMA

Após a energização, o *software* da UconCAR (SW_UConCAR) é iniciado. A primeira tarefa realizada por esse *software* é o estabelecimento da comunicação entre as unidades CAR e UCDMA, a qual é regida pelo protocolo P_CAR-UCDMA.

c) Energização da unidade UConUAr

Obtendo sucesso na conexão com a UCDMA, o *software* SW_UConCAR aciona a unidade de controle de energia UCE_UAr, fazendo com que a UAr seja energizada, ativando a respectiva unidade de controle UConUAr e permitindo assim, que o *software* SW_UConUAr seja também iniciado. Na sequência é estabelecida comunicação entre a unidade de armazenamento UAr e a célula de armazenamento CAR, através dos dos conectores CC_UAr e CC_CAR, que interliga as respectivas unidades de controle UConUAr e UconCAR. Essa comunicação é regida pelo protocolo P_CAR-UAr.

d) Leitura dos dados referentes aos materiais armazenados na UAr

Estando conectada a unidade UAr com a célula CAR, o SW_UConCAR envia solicitação de leitura para a unidade UConUAr, que, por sua vez, recupera os dados existentes em sua memória não volátil e os transmite para a unidade UConCAR. Esses dados correspondem às informações sobre os materiais armazenados na UAr (código e quantidade) e à identificação da própria unidade de armazenamento.

e) Atualização da unidade de contenção de dados UCDMA

Tendo recebido os dados citados no item anterior, a unidade UConCAR os envia da célula CAR para a unidade de concentração de dados UCDMA, a qual promove a atualização das bases de dados, incluindo nos registros dos materiais a identificação da célula de armazenamento CAR onde se encontra a unidade de armazenamento UAr. Essa atualização tem o propósito de associar os materiais (armazenados) à célula de armazenamento CAR correspondente, o que permite a localização física dos mesmos, de forma automatizada, por meio do SLAMI. As informações de localização dos materiais poderão ser compartilhadas com os sistemas computacionais SCE, por meio de acesso ao sistema de banco de dados utilizado pelo SLAMI.

f) Finalização da operação

Finalizados os procedimentos descritos no item anterior, o *software* SW_UConCAR encerra a comunicação entre a unidade UCDMA e a célula CAR. Em seguida, o SW_UConCAR aciona a unidade de controle de energia UCE_UAr, fazendo com que a unidade de armazenamento UAr seja desenergizada. Dessa forma, a UAr ficará desligada até que nova operação de carregamento ou descarregamento exija que a mesma seja retirada da célula de armazenamento CAR, voltando a ser energizada no momento de sua reposição na célula CAR, sendo, a partir desse momento, repetidas as operações descritas nos itens de “a” até “f”, inclusive.

3) Operação de supervisão de materiais armazenados

Essa operação, que possui abrangência global, é realizada pelo gestor Ges nas atividades relacionadas à supervisão dos materiais armazenados, sendo enfatizada nos recursos de localização de materiais. Em função dessa abrangência, poderão ser supervisionados materiais armazenados em qualquer unidade da empresa, independentemente de sua localização geográfica. Na Figura 4, é exposto esquemático representativo dessa operação.

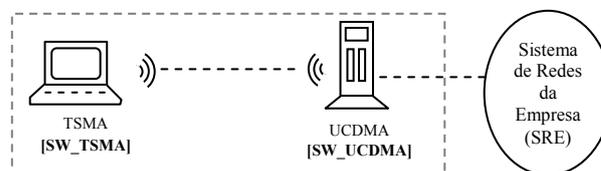


Figura 4 - Esquemático representativo da operação de supervisão de materiais armazenados.

Conforme se observa na Figura 4, os equipamentos envolvidos são os seguintes: “Terminal de Supervisão de Materiais Armazenados” (TSMA) e “Unidade de Concentração de Dados Armazenados” (UCDMA). As funcionalidades desses equipamentos são implementadas, respectivamente, pelos seguintes *softwares*: “*software* do TSMA” (SW_TSMA) e “*software* da UCDMA” (SW_UCDMA). A conexão entre os mencionados equipamentos é permitida pelo protocolo de comunicação P_TSMA-UCDMA.

De forma pertinente à operação em questão, há integração da unidade UCDMA aos sistemas computacionais da empresa SCE, cujo propósito é atender duas possíveis configurações relativas à arquitetura de

sistema de bancos de dados dos SCE. Uma empresa a arquitetura de “Banco de Dados Distribuído” (BDD), na qual os dados são fisicamente armazenados em vários servidores, sendo que esses servidores poderão estar localizados em unidades da empresa geograficamente separadas. Nesse caso, um sistema gerenciador de bancos de dados (SGBD), integrado aos sistemas computacionais da empresa, administra os procedimentos de atualização, consultas, controle de concorrência e recuperação dos dados armazenados (RAMAKRISHNAN, 2008, p.613). Nesse tipo de arquitetura, a UCDMA pode ser utilizada como um dos servidores do banco de dados distribuído. A outra configuração emprega a arquitetura de “Banco de Dados Centralizado” (BDC), na qual todos os dados são mantidos em um único local, que pode ser um servidor de uma unidade específica da empresa. Nesse caso, a UCDMA servirá apenas como ponte para a comunicação entre o terminal TSMA e os componentes dos sistemas SCE, através do sistema de redes da empresa SRE.

Independentemente da arquitetura de banco de dados adotada, os procedimentos para a realização da operação de supervisão de materiais são os mesmos, os quais são apresentados nas etapas a seguir.

a) Seleção da operação

Estando conectados o TSMA e a UOLAM, o gestor Ges seleciona o tipo de consulta desejada no TSMA, por meio da “Interface Homem-Máquina do TSMA” (IHM_TSMA). Essa interface oferece dois tipos de consultas, sendo essas: consultas pelo código do material e consultas por localidade.

b) Introdução dos parâmetros para a consulta

Caso o tipo selecionado seja a consulta por código do material, o gestor Ges, por meio da interface IHM_TSMA, informa apenas o código do material a ser consultado. Caso seja selecionado o tipo de consulta por localidade, o gestor Ges, por meio da mesma interface IHM_TSMA, informa os códigos necessários para a identificação da localidade a ser consultada. Esse tipo de operação permite diversos níveis de consultas, sendo possível, por exemplo, consultar todos os materiais existentes nas unidades da empresa localizadas em um país específico; ou consultar os materiais armazenados em uma unidade específica da empresa; ou mesmo consultar os materiais armazenados em um andar específico de uma unidade da empresa.

c) Apresentação dos dados recuperados

O TSMA envia os parâmetros de consulta para a unidade UCDMA, a qual promove a pesquisa nos bancos de dados e retorna os resultados para o TSMA. Os dados recuperados (resultantes da pesquisa) são apresentados para o gestor Ges por meio da interface IHM_TSMA.

V. TESTES PRÁTICOS

Foram realizados testes práticos com a finalidade de permitir avaliações referentes ao princípio de funcionamento de elementos do SLAMI. Para tanto, foram utilizados protótipos cuja ilustração do *hardware* é apresentada na Figura 5.

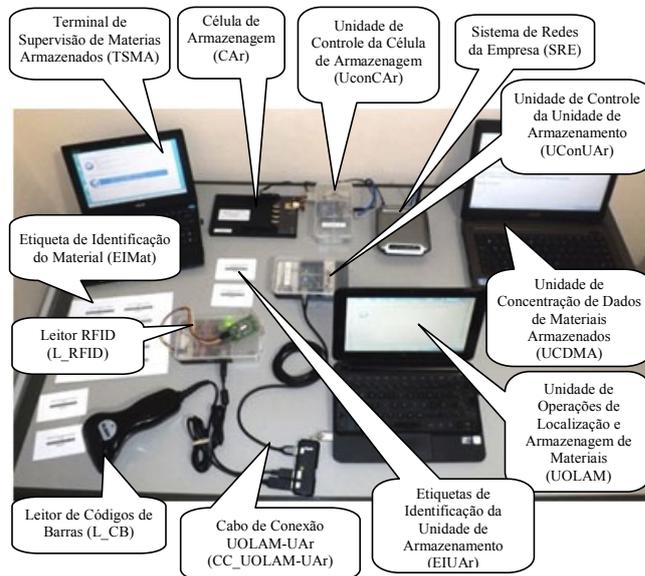


Figura 5 - Ilustração dos protótipos de elementos do SLAMI

Na Tabela 1, apresentam-se as características de interesse dos equipamentos referentes aos protótipos expostos na Figura 5.

Tabela 1 - Características dos equipamentos referentes aos protótipos de elementos do SLAMI.

Protótipo	Equipamento	Características
UOLAM	NetBook HP, modelo Mini 210-1020 br (HP, 2013).	RAM de 2GB. Processador Intel Aton – 1.66 GHz. Sistema operacional Windows 7 Professional (32 bits).
L_CB	Leitor de códigos de barras ELGIN, Modelo CCD-BS313 (ELGIN, 2013).	Conexão com a UOLAM por meio da entrada USB.
L_RFID	Leitor RFID EHUOYAN, modelo YHY502CTG (EHUOYAN, 2013).	Conexão com a UOLAM por meio da entrada USB utilizando conversor USB/EIA-232-TTL.
UCDMA	Notebook ASUS modelo X44C (ASUS, 2013).	RAM de 4GB. Processador Intel Core I3 – 2.20GHz. Sistema Operacional Windows 7 Professional (32 bits). Ambiente WEB: Apache / MYSQL / PHP. SGBD MYSQL 5.
UConUAr	Placa Arduino UNO (UNO, 2013)	Software desenvolvido no ambiente Arduino 1.0 com emprego da biblioteca EEPROM.h.
UConCAr	Placa Arduino UNO e módulo Ethernet Shield, baseado no Wiznet ethernet W5100 (ETHERNETSHIELD, 2013).	Software desenvolvido no ambiente Arduino 1.0 com emprego das bibliotecas ETHERNET.h e SPI.h.
TSMA	NetBook ASUS, modelo EEE PC 1025C (EEEPC, 2013).	RAM de 2GB. Processador Intel Aton – 1.6 GHz Sistema operacional Windows 8 Professional (32 bits).
SRE	Roteador BELKIN modelo F5D7230C (BELKIN, 2013).	Padrão sem fio 802.11g de 2,4 GHz / 112 metros de cobertura / comutador Ethernet 10/100Base-T / 4 portas integradas.

Conforme exposto anteriormente, as funcionalidades dos elementos integrantes do SLAMI são realizadas por meio de *software*, sendo para esses protótipos desenvolvidas versões dedicadas aos testes práticos. Essas versões são compostas de aplicativos e programas para componentes

específicos. Os *softwares* aplicativos são aqueles que atendem o usuário na realização de uma tarefa específica, oferecendo uma IHM intuitiva. Dentro dessa classe foram desenvolvidos os aplicativos SW_UOLAM e SW_TSMA. O primeiro implementa as funcionalidades da UOLAM e o segundo implementa as funcionalidades do TSMA. Ambos foram desenvolvidos em ambiente Visual C++ do IDE (*Integrated Development Environment* – Ambiente Integrado de Desenvolvimento) Visual Studio da Microsoft (MICROSOFT, 2013), que oferece a linguagem de programação de alto nível, porém, com recursos para acesso ao *hardware* utilizado (DAMAS, 2007).

Neste protótipo, foram adotadas plataformas de prototipagem Arduino UNO para a implementação das unidades de controle UConUAr e UConCAr. A plataforma Arduino UNO é uma placa de prototipagem completa que tem como núcleo um microcontrolador Atmega328 da ATMEL e inclui 14 (catorze) entradas/saídas digitais, das quais 6 (seis) podem ser utilizadas como saídas PWM, além de entradas analógicas e conversor USB-Serial (UNO, 2013). O microcontrolador Atmega328 possui memórias não voláteis para o armazenamento de programas e dados. Para a implementação das funcionalidades das unidades de controle UConUAr e UConCAr foram desenvolvidos programas em plataformas Arduino, para os *softwares* SW_UConUAr e SW_UConCAr, respectivamente. O ambiente utilizado para o desenvolvimento desses *softwares* foi o *Arduino Software 1.1*, que é um IDE disponibilizado pela organização que trata do projeto do Arduino. Esse ambiente oferece um editor de programas baseado na linguagem C++ e ferramentas de depuração, edição, monitoramento da porta serial e *upload* (carregamento) do código para o microcontrolador (MARGOLIS, 2011).

O ambiente operacional do servidor da unidade de concentração de dados UCDMA (S_UCDMA) foi implementado com o emprego de uma plataforma denominada WAMP (Windows, Apache, MYSQL e PHP), cuja configuração se baseia no sistema operacional Windows Seven da Microsoft, apoiado pelo servidor WEB Apache 2.2 da *Apache Software Foundation* e pela linguagem de *script* PHP 5 da *The PHP Group*, a qual dá suporte às operações com o banco de dados MYSQL 5 da *MYSQL AB*. Essa plataforma consiste em um conjunto de aplicativos livres, publicado pela GNU (*General Public License*), que permite a criação de um ambiente WEB sobre o sistema operacional Windows (EASYPHP, 2013). Dessa forma, para o desenvolvimento do *software* SW_UCDMA foi utilizada a linguagem de *script* PHP 5. Todos os *softwares* citados foram modelados com base nos aspectos funcionais e de integração requeridos pelo SLAMI, desta forma, as funcionalidades apresentadas na seção IV foram implementadas.

Para os SRE foi utilizado um roteador que atendeu satisfatoriamente os padrões de comunicação adotados para a transferência de dados entre as seguintes unidades: UOLAM e UCDMA; CAr e UCDMA; TSMA e UCDMA. Para esse padrão utilizou-se recursos do TCP/IP, implementando-se os respectivos protocolos de comunicação: P_UOLAM-UCDMA, P_CAr-UCDMA e P_TSMA-UCDMA. Para a conexão da unidade UOLAM com a unidade de controle da UAr (UConUAr), foi adotado o padrão EIA-232 (*Electronic Industry Association-232*), antigo RS-232 (FREEMAN, 1998), para a camada física do

protocolo de comunicação P_UOLAM-UAr. Desta forma, na execução das operações de carregamento/descarregamento de materiais, o cabo de conexão CC_UOLAM-UAr foi representado por um cabo USB ligado ao conversor USB/Serial da unidade UOLAM, sendo que esse mesmo cabo permitiu a energização da unidade de controle UConUAr, conforme proposta deste trabalho. Para as etiquetas de identificação dos materiais EIMat utilizou-se a tecnologia de código de barras no padrão do Código 39 (DA SILVA, 1989), compatíveis com o L_CB utilizado nestes testes. Para as etiquetas de identificação das unidades de armazenemro EIUAr, utilizou-se *transponders* RFID de baixa frequência, do tipo cartão, com 128 *bits* (16 octetos) de informação, compatíveis com o L_RFID utilizado nestes testes.

De forma complementar, os itens a seguir apresentam as interfaces homem-máquina (IHM) dos softwares desenvolvidos para os testes.

a) IHM da UOLAM

Implementada pelo *software* SW_UOLAM, a interface homem-máquina da UOLAM (IHM_UOLAM) é dedicada às operações de armazenagem (carregamento/descarregamento de materiais) e consultas locais de materiais armazenados. A Figura 6 apresenta o aspecto da janela principal dessa interface.

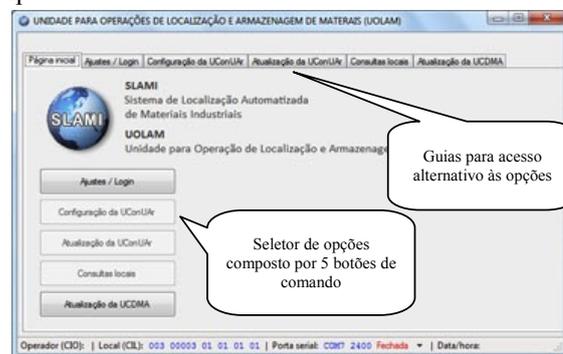


Figura 6 - Janela principal da IHM_UOLAM

Conforme se observa na figura anterior, as funções da unidade UOLAM são acessadas por meio de um seletor de opções ou através das guias de acesso alternativo. A Figura 7 apresenta a janela dedicada à função de carregamento/descarregamento de materiais.

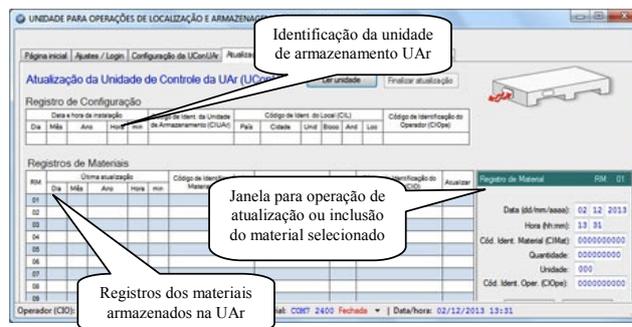


Figura 7 - Janela de operações de carregamento/descarregamento de materiais

b) IHM do TSMA

Implementada pelo *software* SW_TSMA, a interface homem-máquina do TSMA (IHM_TSMA) é dedicada às operações de supervisão de materiais armazenados. A

Figura 8 apresenta o aspecto da janela principal dessa interface.

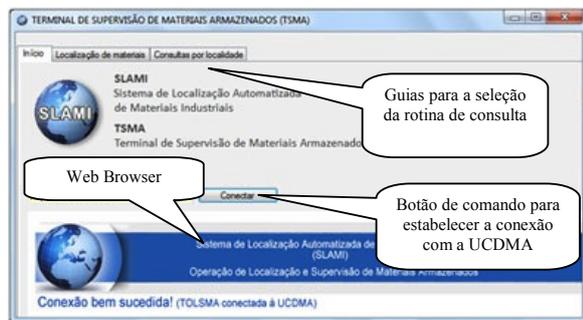


Figura 8 - Janela principal da IHM_TSMA

Conforme se observa na Figura 8, a tela principal da IHM_TSMA é composta por um navegador WEB que tem o objetivo de estabelecer a comunicação com a UCDMA por meio do protocolo TCP/IP (HTTP). As guias para seleção das funções de consultas só serão acessíveis após a conexão do TMSA com a unidade UCDMA. A Figura 9 apresenta a janela da função de consulta por localidade.

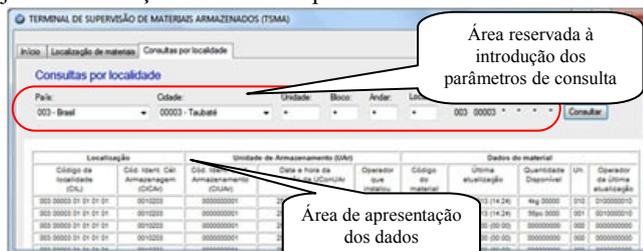


Figura 9 - Janela de consulta por localidade.

VI. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada abordagem sobre elementos do projeto conceitual de um sistema de localização automatizada de materiais industriais, cujos modelos de aplicação formam um sistema computacional, com recursos de supervisão que abrangem carregamento, descarregamento, armazenagem e localização dos materiais em questão. Os resultados apresentados pelos protótipos nos testes práticos foram satisfatórios, validando os princípios de funcionamento dos elementos desse sistema de localização de materiais. Os objetivos deste trabalho foram alcançados, haja vista que os elementos abordados apresentam concepções voltadas para o propósito de contribuir para a evolução dos tipos de sistemas em questão.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASUS, Serie X44C. Disponível em: <http://br.asus.com/Notebooks/Versatile_Performance/X44C>. Acesso em: 21/03/2013.

BALLOU, R. H. Logística empresarial. São Paulo: Atlas S.A, 2007.

BELKIN, Roteador. Disponível em: <<http://www.belkin.com/br/support/product/?lid=en&pid=F5D7230-4>>. Acesso em: 27/03/2013.

DE AGUIAR, W. Aquisição de Dados de Inventário em Organização de Sistemas Computacionais Empresariais com Abrangência de Redes Industriais. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté.

DA SILVA, V. L. P. Aplicações Práticas do Código de Barras. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1989.

DAMAS, L. Linguagem C. 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc-Livros Técnicos e Científicos, 2007.

EASYPHP, Develop & Host. Disponível em: <<http://www.easypHP.org/>>. Acesso em: 28/03/2013.

EEEP, ASUS. Disponível em: <http://br.asus.com/Eee/Eee_PC/Eee_PC_1025C/>. Acesso em: 27/04/2013.

EHUOYAN, RFID. Disponível em: <<http://www.ehuoyan.com/english/products.asp?pid=28&id=165>>. Acesso em: 25/03/2013.

ELGIN, Leitores. Disponível em: <<https://www.elgin.com.br/portalelgin/Site/Produto/Detalhe/ProdutoDetalhe.aspx?cm=&idprod=43&sm=p14&maincat=0>>. Acesso em: 25/04/2013.

ETHERNETSHIELD, Ethernet Shield. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Acesso em: 30/04/2013.

FREEMAN, R. L. Telecommunications Transmission Handbook. 4th. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

HP, PC Mini 210. Disponível em: <<http://h10025.www1.hp.com/ewfrf/wc/product?product=4126072>>. Acesso em: 27/03/2013.

MARGOLIS, M. Arduino Cookbook. 1th. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2011.

MICROSOFT, Visual Studio. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/visualstudio>>. Acesso em: 27/03/2013.

PEREIRA, Wilton Ney do Amaral, LISBOA, Geraldo Moretti. Automação da Reposição de Material no Abastecimento de Linhas de Montagem Automotiva. Revista SODEBRAS, v.7, n.84, p.71, dezembro, 2012.

RAMAKRISHNAN, R. Gerenciamento de Banco de Dados. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

UNO, Arduino. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 15/03/2013.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF EDIBLE ICES - A PRODUCT OF LOW CALORIFIC VALUE, NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL

CELEIDE PEREIRA^{1,2}; ANDRÉ ANDREJEWSKI²; DAIANE CORTI²; CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT²; PEDRO LUIZ MANIQUE BARRETO¹; ERNANI S. SANT'ANNA¹

1 – FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA CATARINA STATE – SC, BRAZIL,
2 – FEDERAL TECHNOLOGICAL UNIVERSITY OF PARANÁ MEDIANEIRA
CÂMPUS - PR. BRAZIL
celeidep@yahoo.com.br

ABSTRACT - Ice cream contains proteins, sugars, animal protein, vitamins, calcium and phosphorous. Sweeteners provide this food product with a sweet taste and whey protein concentrates (WPC) are rich in proteins. The aim of this study was to prepare and evaluate the physicochemical differences of diet strawberry ice creams with the addition of WPC, whole milk powder (MP) and sweeteners. The formulations were prepared: first stage ice cream samples were prepared with WPC and either stevia (F1), sucralose/acesulfame-K (F2) saccharin/cyclamate (F3) or fructose (F4) and with MP but without sweeteners (F5), and second stage ice cream with the addition of MP (F1-MP) or WPC (F2-WPC) with sucralose/acesulfame K were prepared. All of the analyses were carried out in triplicate. The ice cream samples prepared in the first stage showed significant differences (Tukey Test, 5%) for ash (1.17 % to 1.38 %), fat (6.8 % to 8.0 %) and protein (0.83 % to 1.41 %) contents, and in the second stage F2-WPC had a lower fat value and had a statistically significant difference (Tukey Test, 5%) in relation to acidity, which was higher compared with the F1-MP ice cream sample. The production of diet ice cream was presented with good physicochemical properties.

Keywords: Functional Food. Diet. Ice Cream. Quality Control. Sweeteners.

I. INTRODUCTION

The origin of ice cream is still undefined, although reports date back to 250 BC when the Chinese mixed fruit pulp and honey with snow in order to prepare a delicacy appreciated by the emperors (MIKILITA, 2002). A significant event in the history of ice cream occurred in 1292 when the Italian merchant Marco Polo, on one of his famous journeys, brought to Italy a recipe which revealed the secret for the preparation of ice cream from the east (ABIS, 2007; MARSHALL *et al.*, 2003). From this moment onward ice cream spread throughout Europe (CLARKE, 2004). In the United States ice cream arrived via recipes brought by the English colonizers and gained greater importance when the first machine for producing ice cream appeared in 1843 in New Jersey, invented by Nancy Johnson (ABRAHÃO, 2005). The first ice cream production plant opened in 1851, in the city of Baltimore, and ice cream subsequently gained even greater popularity, consolidating the US as the main producer in the world (IDFA, 2010). In Brazil, the first reports date back to 1834

with the importation of ice from Boston for use in the production of ice creams based on tropical fruits. However, only in 1941, in Rio de Janeiro, was the first ice cream production plant in Brazil inaugurated, called 'US HARKSON do Brazil, which was later renamed Kibon.

Ice cream is a complex colloidal system composed of an emulsion comprised of fat droplets, proteins, air bubbles and ice crystals dispersed in an aqueous phase represented by a concentrated sucrose solution. In addition, other ingredients may be present such as emulsifiers and stabilizers (CLARKE, 2004; GILLES *et al.*, 2006). The Brazilian Resolution RDC n. 266 of 22/09/05 (BRASIL, 2005) defines edible ices as "frozen products obtained from an emulsion of fats and proteins; or from a mixture of water and sugar(s) to which (an) other ingredient(s) can be added so long as this does not change the nature of the product." This food product is one of the milk derivatives most appreciated by the population in general (ALVAREZ *et al.*, 2005).

The growing demand for food products which are ever more nutritive, accessible and associated with a low production cost makes whey an important source of essential nutrients, which can be easily obtained and employed in the preparation of a large number of food products (MAROULIS; SARAVACOS, 2008).

Whey protein concentrate (WPC) is a product obtained from the processing of milk whey and is commercialized in the form of a powder (LUCENA *et al.*, 2007). The protein content of WPCs can vary between 35-80 %. When WPCs contain around 53 % of protein there will be on average 35 % of lactose, 5 % of fat and 7.0 % of ash content.

However, on increasing the protein concentration to 80 % the content of lactose decreases to around 7 %, and the fat and ash contents to between 4 % and 7.0 %, respectively (ANTUNES, 2003). WPC confers functional and nutritive properties of interest to yogurt, cream, butter, ice cream, cream cheese and other products, which are of the 'light' version and differ in terms of cost (VOORBERGEN; ZWANENBERG 2002; ANTUNES *et al.*, 2004).

The use of the term "diet" is permitted for foods destined for diets aimed at controlling the intake of sucrose and those especially formulated to meet the needs of people with sucrose metabolism disturbances, and which thus cannot have sugar added (BRASIL, 1998b). Several

products have appeared on the market as sucrose substitutes for milk products due to the increasing need for people with metabolic disorders, such as diabetes, to reduce their sugar consumption (CAPRILES; ARÉAS 2005). Sweeteners are used as sucrose substitutes by the food industry, or even domestically by consumers, in the preparation of diet or light food and drink products, since some sweeteners are not metabolized by the organism and thus do not provide calories, while others, even though they provide energy, guarantee insignificant calorific value because they are used in insignificant quantities (VERMUNT *et al.*, 2003).

The aim of this work was to prepare and evaluate the Physico-Chemical Properties of Edible Ices - A Product of Low Calorific Value, Nutritional and Functional with the addition of WPC, MP and sweeteners (stevia, sucralose/acesulfame-K, saccharin/cyclamate or fructose) aimed at obtaining a low cost product with a high nutritional and functional value and low calorific value, but with characteristics close to those of sucrose.

II. MATERIALS AND METHODS

2.1 Methods and Feedstocks

Ice cream samples were prepared at the Dairy Laboratory and the physico-chemical analysis of the pasteurized milk, cream and ice cream samples were performed at the Dairy and Food Analysis Laboratories, both at the Federal Technological University of Paraná State - Medianeira Campus.

The ice cream samples were prepared using the discontinuous process (BRASIL, 2003a), and the processing stages are detailed in the flowchart shown in Figure 1.

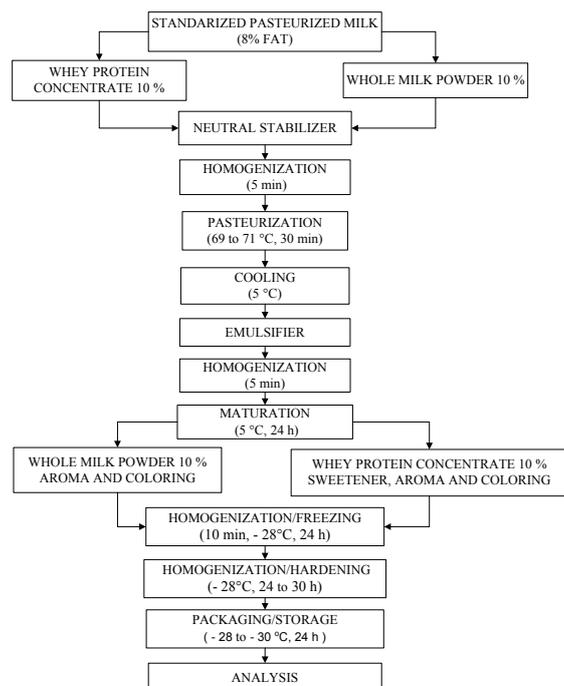


Figure 1 - Flowchart of the processing of ice cream samples with whole milk powder (MP) and with whey protein concentrate (WPC).

The basic formulation of each ice cream sample comprised 2 liters of homogenized pasteurized milk, whole milk powder (MP), cream (used to standardize the milk at 8 % fat), whey protein concentrate (WPC) (CPSs®, Sooro,

Brazil), the stabilizer Super Liga Neutra® (Duas Rodas, Brazil), the emulsifier Emustab® (Duas Rodas, Brazil), sweeteners (stevia, fructose, sucralose/acesulfame-K, saccharin/cyclamate® (Gemacom, Brazil)), strawberry flavoring (Algemix®, Duas Rodas, Brazil), cochineal carmine coloring (carmin de colchonilha®, Gemacom, Brazil) and strawberry aroma (Aroma de Morango®, Givaudan, Brazil). Five different ice cream formulations were prepared, and codified as follows: with WPC and stevia (F1), with WPC and sucralose/acesulfame-K (F2), with WPC and saccharin/cyclamate (F3) and with WPC and fructose (F4) and with MP and without sweetener (F5) according to Table 1.

Table 1- Percentage of ingredients used in the five different formulations of diet strawberry ice cream.

Ingredients	F1	F2	F3	F4	F5
Stevia	0.85 %	-	-	-	-
Sucralose/Acesulfame-K	-	0.65 %	-	-	-
Saccharin/Cyclamate	-	-	0.85 %	-	-
Fructose	-	-	-	0.5 %	-
Whole milk powder (MP)	-	-	-	-	10 %
Whey protein concentrate (WPC)	10 %	10 %	10 %	10 %	-
Strawberry flavoring	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
Neutral stabilizer	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %
Emulsifier (Emustab)	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
Aroma	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.05 %
Cochineal carmine coloring	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %
Standardized milk with 8 % fat	85.9 %	86.1 %	85.9 %	86.25 %	86.75 %

2.2 Preparation of Ice Cream

The ice cream formulation with sweetener which was closest to the ideal (sucralose/acesulfame K) was then identified and selected for the preparation of two new formulations with whole milk powder (F1 MP) and whey protein concentrate (F2-WPC) (Table 2), following the same procedures described for the previous formulations.

Table 2 - Percentage of ingredients used in the second stage of diet strawberry ice cream preparation, sweetened with sucralose/acesulfame-K, produced with whole milk powder (F1-MP) and whey protein concentrate (WPC) (F2-WPC).

Ingredients	F1-MP	F2-WPC
Sucralose/Acesulfame-K	0.65 %	0.65 %
Whole milk powder (MP)	10 %	-
Whey protein concentrate (WPC)	-	10 %
Strawberry flavoring	2 %	2 %
Neutral stabilizer	0.3 %	0.3 %
Emulsifier (Emustab)	0.2 %	0.2 %
Aroma	0.05 %	0.05 %
Cochineal carmine coloring	0.7 %	0.7 %
Standardized milk with 8 % fat	86.1 %	86.1 %

The pasteurized milk was subjected to physico-chemical analysis to determine the pH, density, cryoscopic properties, fat content, total dry extract (TDE), defatted dry extract (DDE), acidity, peroxidase and phosphatase and the cream was analyzed for pH, acidity, fat content and viscosity, according to the methods described in (BRASIL, 2006). All of the analyses were carried out in triplicate and the results obtained were compared with the standards established by IN 51, 2002 (BRASIL, 2002).

The physico-chemical characteristics of acidity, ash, total solids, fat, starch, reducing sugars, non-reducing

sugars and total sugars contents were determined for the ice cream samples according to the methods described in Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, (2004). The protein content was determined applying the method of the Association of Official Analytical Chemists – AOAC, (1996). The analyses were performed in triplicate. The results for the physico-chemical analyses were submitted to the Completely Randomized Design (CRD) – ANOVA. The comparison of averages was carried out using the Tukey test at the 5% significance level ($P < 0.05$).

III. RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained for the physico-chemical analysis of the pasteurized milk samples used to produce the ice cream samples in the first and second stages are given in Table 3.

Table 3 - Results for the physico-chemical analysis of pasteurized milk samples used in the first and second stages of the preparation of diet strawberry ice cream samples.

Parameter	Pasteurized Milk	
	1 st Stage	2 nd Stage
pH	6.68	6.65
Density (15/15°C.g/mL)	1.032	1.032
Cryoscopy (°H)	- 0.535 °H	- 0.534
Fat (%)	3.0	3.1
TDE %	11.86	11.98
DDE %	8.86	8.88
Acidity °D	15	15
Peroxidase	+	+
Phosphatase	-	-

All of the results obtained for the physico-chemical analysis of the pasteurized milk satisfied the recommendations of the standards established by IN 51 (BRASIL, 2002). This demonstrates that good practices were appropriately applied during the processing of the milk, resulting in a product which adhered to the current legislation.

The objective of the pasteurization was to destroy all of the pathogenic organisms present, and their presence in pasteurized milk is indicative of post-pasteurization contamination or failures in the pasteurization process. In pasteurized milk the alkaline enzyme phosphatase should be inactive and peroxidase should be active, these being indicators that the pasteurization process was properly conducted (GUERREIRO, 2005).

Milk contains, on average, 87.5 % of water and the remainder of its composition is glucides (mainly lactose), fats, proteins (predominantly casein and albumin), minerals and vitamins, the quality and quantity of these constituents being directly dependent on factors such as the breed, age and number of births of the dairy cows, climatic variations, lactation period and type of animal feed (RODRIGUES, 2011). The quality of milk can be defined in terms of its integrity, that is, without the addition of substances or the removal of components, its chemical composition and/or its physical characteristics, and it should be free from adulteration (DÜRR, 2004). In Table 4 the results for the physico-chemical analysis of the cream used in the first and second stages of ice cream preparation can be observed.

Table 4 - Results for the physico-chemical analysis of the cream used in the first and second stages of diet strawberry ice cream preparation.

Parameter	Cream	
	1 st Stage	2 nd Stage
pH	6.75	6.76
Acidity (Lactic acid/mL)	0.12	0.13
Fat (g/100g)	41	40
Viscosity (cp)	9000	9000

The results for the physico-chemical analysis of the cream used in the first and second stages of ice cream production are consistent with the legislation (BRASIL, 1996). The Technical Regulation of the Identity and Quality of Cream (*Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Creme de Leite* - RTIQCL) (BRASIL, 1996). defines cream as a dairy product relatively rich in fat removed from milk through an appropriate technological procedure, which has the form of an emulsion of fat in water. By definition, cream is basically composed of fat and the Brazilian legislation for the sale of this product (BRASIL, 1996) permits a large variation (10 % to 50 %) in this parameter. The producers can thus dilute or concentrate the raw cream obtained from the skimming of milk until the percentage defined for commercialization.

The cream commercialized on the national Brazilian market generally tends to have average fat values, which can be attributed to the form in which it is used and its intended use for consumption in cooking (STEPHANI *et al.*, 2011). The determination of the acidity of the cream showed values of between 0.12 g and 0.13 g of lactic acid/mL. These results demonstrate that none of the samples had values above the standard stipulated by the legislation which is 0.20 g of lactic acid /mL (BRASIL, 1996).

In general the quantity of lactose in cream is very low. Thus, after skimming the lactic acid content is expected to remain stable in this product. The degradation of the milk constituents, such as lactose, due to the metabolism of contaminant microorganisms, leads to crease in the Lactic acid content. This can generate problems in the thermal processing rendering the product inappropriate for use in the food industry or for consumption (MARTINS *et al.*, 2008).

The results obtained for the physico-chemical analysis of the five diet strawberry ice cream formulations of the first stage produced using whey protein concentrate (WPC) with the addition of sweeteners or using whole milk power without the addition of sweetener can be observed in Table 5.

Table 5 Results for the physico-chemical analysis of the five diet strawberry ice cream formulations of the first stage produced using whey protein concentrate (WPC) with the addition of sweeteners or using whole milk power without the addition of sweetener.

AVERAGES	F2	F3	F4	F5	
Moisture (%)	74.85 ^a	74.73 ^a	74.25 ^a	74.21 ^a	74.69 ^a
DDE (%)	14.15 ^a	18.27 ^a	19.25 ^a	18.99 ^a	18.01 ^a
TDE (%)	22.15 ^a	25.27 ^a	25.75 ^a	25.79 ^a	25.31 ^a
Ash (%)	1.38 ^a	1.28 ^b	1.22 ^c	1.26 ^{bc}	1.17 ^d
Fat (%)	8.0 ^a	7.0 ^c	6.5 ^d	6.8 ^c	7.3 ^b
Protein (%)	1.41 ^a	1.02 ^b	0.98 ^b	0.83 ^c	1.04 ^d
Acidity (% GI)	0.081 ^a	0.084 ^a	0.084 ^a	0.082 ^a	0.083 ^a
Reducing sugars (glucose %)	7.69 ^a	7.3 ^a	7.93 ^a	9.02 ^a	8.06 ^a
Non-reducing sugars (sucrose %)	18.93 ^a	19.29 ^a	19.05 ^a	18.99 ^a	19.29 ^a

The five ice cream formulations showed significant differences ($P < 0.05$) for the ash and fat contents (Table 5). The ash content varied between 1.17 % and 1.38 %, the highest value being found for F1, which is directly related to the greater content of total solids, protein and fat which nutritionally enriches the product.

In the formulations F2, F3 and F4, the ash content was lower and consequently the fat and protein contents were also lower. However, in the case of F5 there was a relatively high fat content but the lowest ash content, since the MP was not replaced with WPC, the main contribution of minerals in ice cream originating from the calcium and phosphorus in milk (VICENTE; CASTILLO 1995). The variations in the protein and fat contents of the formulations were 0.83 % to 1.41 % and 6.8% to 8.0 %, respectively, and the differences were found to be statistically significant ($P < 0.05$). Proteins are one of the most important parameters in terms of the functionality and nutritional value of whey products (BANAVARA *et al.*, 2003).

According to Correia *et al.*, (2007), the proteins present in ice cream contribute in a very important way to the development of the ice cream structure and influence the emulsification, beating and water retention capacity. On the other hand, the fat increases the viscosity of the product although does not affect its freezing point since it is present in suspension. However, the greater the quantity of fat the lower the quantity of water will be, leading to a delay in the melting of the product (SILVA *et al.*, 2001).

The other parameters of the formulations determined were considered to be statistically similar. The moisture content for all formulations varied between 74.21 % and 74.85 %, this finding being in agreement with Soler; Veiga (2001), who reported that the replacement or absence of sucrose reduced the moisture content. In all formulations the content of DDE (defatted dry extract) varied from 14.14 % to 19.25 %.

The total dry extract (TDE) content of the of the formulations varied from 22.15 % to 25.79 %, with no statistically significant difference between the values. According to CLARKE (2004), conventional ice creams formulated with milk have a total solids content of 28-40%. The low TDE values obtained for the formulations F1, F2, F3 and F4 can be attributed to the replacement of sucrose with sweeteners, and for F5 no sweetener or sucrose was added. Soler; Veiga (2001) reported that with the replacement of sucrose a significant reduction in the total solids content of the ice cream occurs, since the content of this ingredient is related to the total solids content of ice cream.

The acidity values for the formulations were between 0.081 % and 0.084 %, with no statistically significant differences. Since the titratable acidity is related to the type of solid added, that is, dairy or non-dairy products, it can be noted that the WPC and MP used in the production of the ice cream samples did not affect the acidity of the product. According to Souza (1990), the greater the total solids content the lower the titratable acidity of the product will be. The acidity has a considerable influence on the quality attributes of dairy products and is one of the factors which limit their acceptability. In addition, the production of lactic acid contributes to the destabilization of the casein micelles and provides the characteristic acid flavor,

accentuating the aroma of the product (GURGEL; OLIVEIRA 1995).

The results obtained show a variation between the formulations of 7.3 % to 9.02 % for the reducing sugars and 18.93 % to 19.29 % for the non-reducing sugars, with no significant differences being observed between the values obtained in both cases. The sugars are ingredients which influence the taste and also are responsible for the fixation of the aromatic compounds. It is important to note that lactose can crystallize in ice cream during its storage depending on the quantity of solids in the mixture, storage temperature and quantity of stabilizers (COELHO; ROCHA 2005).

Sensory analysis carried out on the five formulations of diet strawberry ice cream (Table 5) revealed that the ice cream formulation with the addition of WPC and sucralose/acesulfame-K (F2) was the closest to the ideal. Based on this result formulations with the addition of MP or WPC, both with the addition of sucralose/acesulfame-K were prepared applying the same procedures described for the other formulations. The former formulation was named F1-MP and the latter F2-WPC and the results for the physico-chemical analyses carried out on these samples are given in Table 6.

Table 6 - Results for the physico-chemical analysis of the two formulations of diet strawberry ice cream with the addition of sucralose/acesulfame-K, produced with whole milk powder (F1-MP) or whey protein concentrate (F2-WPC).

AVERAGES	F1-MP	F2-WPC
Moisture (%)	75.17 ^a	74.64 ^a
Total solids (%)	24.83 ^a	25.36 ^a
Ash (%)	1.31 ^a	1.32 ^a
Fat (%)	7.4 ^a	4.3 ^b
Protein (%)	6.2 ^a	7.5 ^a
Acidity (%)	3.31 ^b	4.14 ^a
Reducing sugars (glucose %)	22.51 ^a	22.52 ^a
Non-reducing sugars (sucrose %)	26.51 ^a	21.64 ^a

Statistical tests performed: Completely randomized design (CRD) – ANOVA. Comparison of averages by the Tukey test at the 5% significance level ($P < 0.05$).

According to the results in Table 6 the moisture and total solids contents of the formulations did not differ significantly ($P > 0.05$). Different results have been reported by SOLER; VEIGA 2001, the replacement of sucrose led to a significant reduction in the total solids content of the ice cream sweetened with sucralose/acesulfame-K, since the sucrose content is related to the total solids content of ice creams. In conventional ice creams prepared with milk the total solids content varies between 28-40% (CLARKE, 2004).

The two formulations showed similar levels of reducing and non-reducing sugars which did not differ significantly ($P > 0.05$). Also, the ash contents did not show significant differences, demonstrating that the total replacement of sucrose with sucralose/acesulfame-K and of fat with WPC or MP in the formulations did not affect the quantity of minerals present, since the main contribution to the mineral content in ice cream is from milk (VICENTE; CASTILLO 1995).

A lower value for fat content was obtained for the formulation F2-WPC (Table 6). This may be explained by

the similar combination of the replacement of MP with WPC and sucrose with sweeteners in these products. Similar results have been reported by Rodrigues *et al.*, (2006), who replaced MP with whey in ice cream samples and verified that the greater the proportion of whey the lower the fat content of the ice cream, due to the whey having a lower fat content.

The protein concentration did not differ significantly between the formulations (Table 6) as a function of the replacement of fat in these formulations with whey protein concentrate or milk powder. The proteins present in the ice cream samples contribute in a very important way to the development of the ice cream structure and affect the emulsification, beating and water retention capacity (CORREIA *et al.*, 2007).

In relation to the titratable acidity, a statistically significant difference in the values was observed ($P < 0.05$). A higher value was observed for F2-WPC, which differed from F1-MP since the fat was replaced with WPC and sucrose with sucralose/acesulfame-K. The combination of these substitutions may explain the increase in the titratable acidity (SANTOS, 2008).

According to the technical guidelines for the determination of the identity and quality of edible ices (BRASIL, 1999) there is no specification or limit regarding the contents of moisture, total solids, ash, fat, protein, acidity, reducing glucides (glucose) and non-reducing glucides (sucrose). However, each type of ice cream has its own formulation and thus there are no parameters which can delimit the quantities, leaving it up to the producers to develop formulations which have good physico-chemical qualities and low cost and which obtain acceptable indices from the consumers. Thus, the results demonstrate that the use of whey protein concentrate (WPC), sweeteners and whole milk powder is viable, leading to a product with greater added nutritional and functional value and better physico-chemical properties, besides not having added sugar, providing the consumer a healthier product with a relatively low calorific value.

IV. CONCLUSIONS

Ice cream can be prepared with a variety of formulations, replacing the raw materials and traditional ingredients with other components with the same function. In this study, the ice cream samples prepared in the first stage showed significant differences (Tukey, 5%) only in terms of the following parameters: ash (1.17 % to 1.38 %), fat (6.8 % to 8.0 %) and proteins (0.83 % to 1.41 %). All of the other parameters determined were considered to be statistically similar.

The formulations used in the second stage of ice cream production with the addition of sucralose/acesulfame-K, the sweetener which most closely resembled the ideal, and whole milk powder (F1-MP) or whey protein concentrate (F2-WPC), showed significant differences ($p \leq 0.05$) for the fat and acidity contents.

It was verified that the preparation of ice cream with whey protein concentrate (WPC), whole milk powder (MP) and sweeteners represents an innovative approach in this sector of the food industry, since it leads to an improvement in the aspects related to health and consumer satisfaction, besides adding value to a byproduct of the dairy industry

with the use of WPC, which is nutritive, of low cost and represents an alternative which leads to reduced environmental impact.

V. ACKNOWLEDGEMENTS

We are very grateful to Financial support from the Frimesa; Alibra – Sooro; Kerry do Brasil; Candon Aditivos para Alimentos Ltda; Gemacon industries.

We also thanks Federal Technological University of Paraná - Medianeira Campus = PR (UTFPR) and Federal University of Santa Catarina State – SC (UFSC).

VI. REFERENCES

- ABIS. Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete. **História do sorvete**. São Paulo- SP, 2007. Disponível em: <http://abis-sorvetes.blogspot.com/2007/12/história-do-sorvete.html>. Acesso em 12 out. 2012.
- ABRAHÃO, P.R.S. **Ocorrência de *Listeria monocytogenes* e de outros microrganismos em gelados comestíveis fabricados e comercializados na região metropolitana de Curitiba, Paraná**. 2005. 106p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.
- ALVAREZ, V.B., WOLTERS, C.L., VODVOTZ, Y., JI, T. Physical properties of ice cream containing Milk protein concentrates. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 88, n. 3, p. 862-871. 2005.
- ANTUNES, A.J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri, SP, Brasil: Manole. 2003, 135p.
- ANTUNES, A.E.C., CAZETTO, T.F., BOLINI, H.M.A. Skim yogurts added by whey protein concentrate: texture profile, syneresis and sensorial analysis. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.15, n. 2, p. 105-114, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 27th ed., Washington, DC. 1996. Methods.
- BANAVARA, D.S., ANUPAMA, D., RANKIN, S.A. Studies on physicochemical and functional properties of commercial sweet whey powders. **J. Dairy Sci.**, v. 86, n. 12, p. 3866-3875, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 11 de mar de 1996, p. 3977, Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova os regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**; Brasília, 20 de set de 2002, nº 183 Seção I, p. 13.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 267, de 25 de setembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 23 set de 2003a.

- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 23 set. de 2005.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27 de janeiro de 1998b. Aprova o Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 16 de jan de 1998b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 abr de 1999.
- 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de dez. de 2006.
- CAPRILES, V.D., ARÊAS, J.A.G. Desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gordura saturada e de ácidos graxos trans. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 363-369, 2005.
- COELHO, D.T., ROCHA, J.A.A. **Práticas do processamento de produtos de origem animal**. Viçosa: UFV, 64p, 2005.
- CORREIA, R.T.P., PETRINE, M.R.S., MAGALHÃES, M.M.A. Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais. **Rev. Hig. Aliment.**, v. 21. n. 148, p. 19-23, 2007.
- CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 187p, 2004.
- DÜRR, J.W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J. W. *et al.* (Ed.) **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 331p, 2004.
- GILLES, D.G., GREENLEY, K.R., SUTCLIFFE, L.H. Est/spin probe study of ice cream. **J. Agric. Food. Chem.**, Easton, v. 54, n. 14, p. 4943-4947, 2006.
- GUERREIRO, P.K. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciênc. Agrotecnol.**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005.
- GURGEL, M.S.C.C.A., OLIVEIRA, A.J. Avaliação das características físico-químicas do iogurte. **Leite & Derivados**, São Paulo, v. 4, n. 22, p. 38-43, 1995.
- IDFA. International Dairy Foods Association. **The history of ice cream**. Washington, 2010. Disponível em: <http://www.idfa.org/news--views/media-kits/ice-cream/the-history-of-ice-cream/>. Acesso em: 12 de abril de 2012.
- LUCENA, M.E., ALVAREZ, S., MENÉNDEZ, C., RIEIRA, F.A., ALVAREZ, R. α -Lactoalbumin Precipitation From Commercial Whey Protein Concentrates. **J. Separat. Purif. Technol.**, v. 52, p. 446-453, 2007.
- MAROULIS, Z.B., SARAVACOS., G.D. **Food Plant Economics**, New York: CRC Press – Taylor & Francis Group, 353p, 2008.
- MARTINS, A.M.C.V., ROSSI JUNIOR, O.D., SALOTTI, B.M., BÜRGER, K.P., CORTEZ, A.L.L., CARDOZO, M.V. Efeito do processamento UAT (Ultra Alta Temperatura) sobre as características físico-químicas do leite. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v.28, n.2, p 295-298, 2008.
- MARSHALL, R.T., GOFF, H.D., HARTEL, R.W. **Ice cream**, 6 ed. New York: Plenum, 371p, 2003.
- MIKILITA, L.S. **Avaliação do estágio de adoção de boas práticas de fabricação pelas indústrias de sorvete da região metropolitana de Curitiba - PR: proposição de um plano de análise de perigos e pontos críticos de controle**, 2002. 172p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.
- Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físico-químicos para análises de alimentos**. Vol. I. São Paulo, SP, Brasil, 2004.
- RODRIGUES, A.P., FONTANA, C.V., PADILHA, E., SILVESTRIN, M., AUGUSTO, M.M.M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, v. 16, n. 2, p. 55-62, 2006.
- RODRIGUES, P.H.M., 2011. 1º Curso Online Sobre Qualidade do Leite: Fatores não microbiológicos afetando acidez do leite e outras características. Milk Point. Instituto [1] [1] Fernando Costa. Disponível em: <http://www.agripoint.com.br/curso/qualidade-leite/>. Acessado em: 06 de jan de 2011.
- SANTOS, G.G. **Características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético**. Goiânia, 2008. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás. 2008.
- SILVA, M.R., FERREIRA, C.L.L.F., COSTA, N.M.B., MAGALHÃES, J. Elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes.**, Juiz de Fora, v. 56, n. 3, p. 7-14, 2001.
- SOLER, M.P., VEIGA, P.G., 2001. **Sorvetes**. (Especial, 1). 2001, 68 p., Campinas- SP, Brasil, ITAL/CIAL.
- SOUZA, G. Fatores que controlam o corpo e textura de iogurtes comerciais. **Colet. Inst. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 105-110, 1990.
- STEPHANI, R., NEVES, H.C., NEVES, E.O., SOUZA, A.B., TULER, Í. Caracterização físico química do creme de leite UHT comercializado no Brasil, **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes.**, Vol. 66, n. 379, p. 25-29, 2011.
- VERMUNT, S.H.F., SCHAAFSMA, G., KARDINAAL, A.F.M. Effects of sugar intake on body weight: a review. **Obesity Reviews**, v.2, n.4, p.91- 99, 2003.
- VICENTE, A.M., CASTILLO, I.C. Composición, valor nutritivo y valor calorico de los helados. In:_____. **Tecnología de la elaboración de los helados**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, cap. 2, p. 31-56, 1995.
- VOORBERGEN, M., ZWANENBERG, A. Whey-ing the future. **Dairy Indust. Int.**, v.67, n.1, p.25-28, 2002.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



IMPACTOS DAS APOSENTADORIAS DOS SERVIDORES EFETIVOS NA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE PERNAMBUCO

CLAÚDIA MARIA SIQUEIRA DE MELO HAMMEL¹; EDÉCIO RODRIGUES DE LIMA¹; GERLANDO PARISI JÚNIOR²

1 – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA-PE; 2 – FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO
csiqueira@alepe.pe.gov.br

Resumo - Este texto tem por finalidade discutir os impactos das aposentadorias dos servidores efetivos da Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALEPE). Verifica-se que o envelhecimento dos servidores públicos tem se tornado uma preocupação crescente dos gestores nas organizações, sendo tema de discussões e estudos. Ademais, ressalta-se a importância de tal análise, tendo em vista o elevado percentual dos sujeitos aptos a se aposentar e as vulnerabilidades que isso representa para a organização na continuidade dos trabalhos, frente ao atual contexto de mudanças organizacionais. O estudo realiza um levantamento teórico sobre o envelhecimento populacional, identifica as sucessivas reformas da previdência social e seus reflexos na aposentadoria dos servidores públicos. Por fim, apresenta evidências do problema em uma Casa Legislativa, por meio de uma análise de dados, curvas de tendência e suas conclusões.

Palavras-chave: Envelhecimento Populacional e Aposentadoria. Aposentadoria. Regras de Aposentadoria no Serviço Público.

I. INTRODUÇÃO

Além da relação de trabalho em si ter grande relevância nas constantes mudanças organizacionais, os trabalhadores, por sua capacidade produtiva, também geram valor para as organizações, notadamente quando sua trajetória se aproxima do cumprimento do ciclo legal de aposentadoria. Tal ocorrência pode se dar por idade ou por contribuição, e se configura num momento em que é necessário tomar decisões: continuar trabalhando, aposentar-se ou redefinir suas atividades laborais (pós-carreira).

Essas questões precisam ser enfrentadas com planejamento e tomada de decisões necessárias à implementação de ações de valorização do servidor público, de forma que desmistifiquem a responsabilização dos mesmos pelas inoperâncias dos serviços públicos (LANCMAN *et al*, 2006).

Este estudo pretende analisar o impacto da aposentadoria, a curto e médio prazo, na Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALEPE), considerando que, cada vez mais, as organizações, públicas ou privadas, devem mobilizar esforços para a implantação de processos de valorização da experiência e de sucessão profissional.

No caso do legislativo estadual pernambucano, é necessário dedicar uma atenção especial a faixa etária dos servidores efetivos e os impactos das aposentadorias para essa organização pública, diante do aumento dos servidores

que já completaram os requisitos de idade e tempo de serviço necessários à aposentação.

Trata-se de um tema atual, complexo, que envolve diversas dimensões do conhecimento científico, tendo em vista que existem poucos estudos voltados para os impactos da aposentadoria na administração pública, face ao envelhecimento dos servidores efetivos, ao enxugamento do seu quadro, fortemente associado à decisão pela aposentadoria, que leva em conta avaliações quanto a qualidade de vida; relacionamentos familiar e social, entre outras dimensões sociais.

Para amparar teoricamente o tema estudado, foram realizadas pesquisas em revistas, sites, teses, dissertações, artigos e livros científicos, publicados recentemente. Adotou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica junto a fontes que tratam da temática do envelhecimento, aposentadoria e carreira no serviço público. Além disso, foi realizado levantamento do perfil dos servidores efetivos desta Casa Legislativa e que completam os requisitos para aposentadoria nos próximos cinco anos, no período de 2013 a 2017.

O trabalho está dividido nas seguintes seções: a primeira trata das principais características apontadas pela literatura sobre envelhecimento populacional; a segunda seção discute o direito à aposentadoria no serviço público e evolução desse direito desde as alterações na legislação federal por meio da Emenda Constitucional n.º 20 de 15 de dezembro de 1998, pela Emenda Constitucional n.º 41, de 19 de dezembro de 2003 e pela Emenda Constitucional n.º 47 de 05 de julho de 2005, seguidas por alterações nos Estados.

Na terceira seção, apresenta-se a descrição do perfil dos servidores efetivos e, por último, as conclusões refletem sobre as possibilidades e desafios expressos nessa realidade, assim como, a necessidade de maiores contribuições científicas acerca do tema no que se refere ao impacto dessas aposentadorias para a preservação da memória organizacional.

II. ENVELHECIMENTO POPULACIONAL E APOSENTADORIA

No cenário da atual pirâmide etária brasileira, cresce a proporção de idosos na população. No Nordeste, mais precisamente, passou de 5,1% em 1991 a 5,8% em 2000 e 7,2% em 2010, assim como, entre 2002 e 2012 aumentou de

14,9 para 19,6 a razão de pessoas de 60 anos ou mais para cada grupo em idade potencialmente ativa (BRASIL, 2010).

Ao examinar esses indicadores demográficos no mundo atual, Bernhoeft (2009) analisa que um dos mais significativos é o aumento do número de pessoas com mais de 50 anos no país, provocado especialmente pelo crescimento nos índices de longevidade e melhoria da qualidade de vida. Essa sinalização de crescimento vegetativo se reverbera nas organizações públicas tornando-se um dos grandes problemas para os gestores públicos, devido a não reposição rápida do quadro de pessoal.

Decorrente natural do envelhecimento do trabalhador, a aposentadoria é um tema que suscita discussões interdisciplinares nas diversas áreas do conhecimento. Entendida como uma fase final da vida e do trabalho, a aposentadoria tem sido estudada na perspectiva do significativo impacto na identidade dos indivíduos, nas transformações emocionais e psicológicas, que podem gerar ambiguidade nos sentimentos, os medos e os receios, tendo em vista que profissionais especializados não foram substituídos.

Neste estudo entende-se o termo aposentadoria como a perda do papel profissional, seu afastamento das atividades laborais, mas também como reorganização espacial e temporal da identidade pessoal frente ao envelhecimento (CRUZ, 2011).

Apesar da aposentadoria não estar necessariamente vinculada à velhice, o período de transição de carreira para o pós-carreira, em geral, coincide com o processo de envelhecimento, muitas vezes, alterando a vida das pessoas, que pode trazer perdas e ganhos, como também pode ser uma fase de continuidade e de novos projetos de vida (FRANÇA, 2008).

Em virtude da expectativa de vida das pessoas idosas e o aumento da longevidade nos últimos anos, torna-se relevante dispor de métodos e estratégias para identificar os possíveis impactos das aposentadorias na memória organizacional e na manutenção da qualidade dos serviços prestados.

Nesse sentido, as organizações sabem que o servidor experiente, sobretudo, acima de 60 anos, não estará em seu posto para sempre (CRUZ, 2011) e, tanto o servidor, quanto a organização, precisam de decisões acerca do caminho que vai adotar.

Para o servidor, a aposentadoria nem sempre se efetiva quando o tempo de trabalho se completa, e muitos permanecem trabalhando, fazendo opção por Abono de Permanência¹ até completar sua aposentadoria compulsória aos (70) anos, afinal, por que e para que se aposentar se desejam e/ou podem continuar trabalhando?

Para a Organização um dos caminhos é a contratação de novos servidores por concurso público, conforme previsto na Constituição Federal ou aumento do número de comissionados, comprometendo em longo prazo as ações de continuidade e fortalecimento da cultura organizacional.

¹ Parcela criada para estímulo ao servidor que permanece na ativa mesmo após a aquisição dos requisitos para aposentadoria, nos termos do § 1º, III, “a” do artigo 40 da Constituição Federal de 1988 e no artigo 2º da lei complementar nº 056, de 30 de dezembro de 2003, que equivale ao valor da sua contribuição previdenciária até completar as exigências para a aposentadoria compulsória.

III. BREVE HISTÓRICO DAS MUDANÇAS NAS REGRAS DE APOSENTADORIAS NO BRASIL E EM PERNAMBUCO

A aposentadoria é um direito que foi conquistado pelos trabalhadores, ainda no século XIX, emergindo a partir das Caixas Previdenciárias que deram origem ao primeiro Seguro Social Público (BRANDÃO, 2011).

A origem da Previdência Social no Brasil remonta ao Decreto Legislativo nº 4.682, de 24 de janeiro de 1923 – conhecido como Lei Elói Mendes que criou as Caixas de Aposentadoria e pensões que funcionavam de forma independente para os empregados das empresas ferroviárias (INSS, 2010).

A Constituição de 1988 instituiu o Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) para Estados e Municípios. Já o Regime Jurídico Único – RJU, Lei 8.112 de 11 de dezembro de 1990 avançou ao detalhar e regulamentar elementos da seguridade social do servidor, entre outros direitos.

Todavia, com a Reforma do Aparelho do Estado, a partir de 1995, o direito à aposentadoria foi um dos pilares para implementação de mudanças no direito previdenciário dos servidores públicos, tais como: o estabelecimento de idade mínima (55 anos mulher e 60 anos homem); a permanência de tempo mínimo no cargo (10 anos no serviço público e 5 anos no cargo); tempo de contribuição (30 anos mulher e 35 homem), a proibição de contagem do tempo ficto; o estabelecimento de regras de transição para o acesso à aposentadoria integral e proporcional e a criação do abono de permanência para aqueles que preencherem todos os requisitos e que optam por permanecer trabalhando, entre outras mudanças (BRANDÃO, 2011).

O ordenamento jurídico prevê os seguintes tipos de aposentadoria para os servidores públicos: 1) por invalidez; 2) compulsória; 3) especial; 4) voluntária por tempo de contribuição e 5) voluntária por idade.

Designada de “aposentadoria por tempo de serviço” até 1998, a aposentadoria voluntária sofreu grandes modificações nos últimos anos com a publicação das Emendas Constitucionais 20/1998, 41/2003 e 47/2005 (BESSA, 2010).

Em Pernambuco², a Lei Complementar (LC) nº 28, de 14 de janeiro de 2000 que criou o Sistema de Previdência Social dos Servidores do Estado de Pernambuco (FUNAPE) e os Fundos de Previdência e suas alterações posteriores: LC nº 41, de 26 de dezembro de 2001; LC nº 56, de 30 de dezembro de 2003 e LC nº 104 de 13 de dezembro de 2007, entre outras alterações.

Além da legislação supracitada, atualmente estão em tramitação dois projetos de lei de nºs 1735 e 1736, de 20 de novembro de 2013. O primeiro trata da alteração da Lei Complementar nº 28, do Sistema de Previdência Social do Estado, para implantação do Fundo de Aposentadorias e Pensões dos Servidores do Estado de Pernambuco – Funaprev e o segundo projeto institui o regime de previdência complementar e cria um limite máximo para a concessão das aposentadorias e pensões, que não atinge os servidores atuais, destina-se aos novos servidores, a partir de sua vigência.

No caso do Abono de Permanência, observam-se dois objetivos: 1) incentivar o servidor que adquiriu o direito a sua aposentadoria a permanecer na atividade até que

² Legislação estadual disponível em: <http://legis.alepe.pe.gov.br>

complete os 70 anos de idade, data em que, compulsoriamente será aposentado e, 2) promover economia do Tesouro Estadual, pois consegue postergar a saída do servidor e uma nova contratação, via concurso público, de um substituto para o posto vago, o que tão logo será inevitável.

As reformas da previdência social desencadearam evasão de servidores que optaram pela aposentadoria, sem que houvesse a mesma proporção de entrada de novos servidores, gerando uma perda da memória organizacional, devido à falta de realização de concurso público que permitisse a socialização de vivências entre os mais experientes, de saída, e os novatos que chegam.

Nesse sentido, as Casas Legislativas também passaram por mudanças significativas nesse período, como o enxugamento dos seus quadros de servidores de carreira, aumento significativo de aposentadorias e pouca renovação de servidores, como é o caso da ALEPE, cujo último concurso público foi realizado em 1998, há mais de 15 anos, portanto.

Destaca-se que está na raiz dessas questões o grau de valorização da organização em relação a esse servidor acima de 55 anos, que pode ser incentivado a se aposentar ou pode receber orientações quanto aos seus direitos e quanto às perspectivas pós-aposentadoria, no sentido de tomar a decisão mais apropriada seja no campo pessoal, seja no engajamento e compromisso com a Missão Institucional, numa perspectiva de futuro.

IV. PERFIL DOS SERVIDORES

Este trabalho foi desenvolvido através de revisão bibliográfica em artigos, teses e web sites, além de levantamento de dados na ALEPE, com o objetivo de apresentar evidências dos impactos do envelhecimento dos servidores efetivos ativos para a organização, tendo em vista a parcela que já adquiriu o direito a se aposentar até dezembro de 2013 e optou por continuar a sua vida laboral, com direito ao Abono de Permanência.

Considerando a projeção para os próximos cinco anos a situação é preocupante, sobretudo se não houver a realização de concurso público, face às especificidades das carreiras no Poder Legislativo, à natureza do vínculo laboral estabelecido com a instituição e personificação nos cargos de liderança.

Em levantamento de dados realizado na ALEPE em dezembro de 2013, segundo base de dados do Sistema de Gestão de Pessoas (SGP) o quadro de pessoal dos servidores efetivos tem um total de 261 servidores ativos, destes, 96% com mais de 40 anos e 67% com mais de 50 anos e idade média ponderada de 53 anos.

Descreve-se a seguir a distribuição atual dos servidores efetivos, por faixa etária, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Distribuição do Quadro de Servidores Efetivos da Alepe por Faixa Etária - Força de Trabalho (FT)

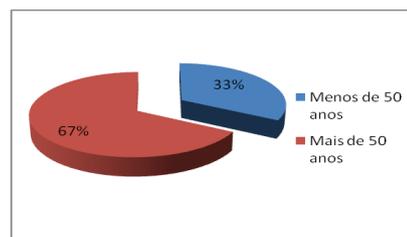
FAIXA ETÁRIA	QTD	%
60-69 anos	68	26%
50-59 anos	106	41%
40-49 anos	77	29%
30-39 anos	10	4%
TOTAL DE SERVIDORES	261	100

Fonte: SGP

De acordo com levantamento feito em 2013 pelo Jornal Zero Hora³, a ALEPE é a Casa Legislativa estadual com a menor Força de Trabalho (FT) no Brasil, com apenas 261 servidores efetivos ativos (Tabela 1), quando a média nacional dessas Casas está em torno de 719 profissionais. Portanto, a ALEPE, com apenas 36% desse número, estaria desfalcada em 458 servidores em relação à média nacional.

Por representar a grande maioria no perfil de servidores, mais de dois terços, o grupo daqueles que ultrapassaram os 50 anos de idade (ver Gráfico 1) mostra que o problema não só é grave mas possui ainda a perspectiva de que, no curto prazo, haja a aquisição natural dos requisitos de aposentadoria por uma parcela de componentes desse grupo, uns por tempo de serviço, outros por idade.

Gráfico 1 - Proporção de Servidores Ativos Efetivos da Alepe em Grupos Etários



Fonte: SGP

Quando se faz uma projeção dos servidores aptos a se aposentar nos próximos cinco anos, considerando as regras de aposentadoria voluntária (art. 40 da CRFB; art. 6º da EC 41/2003 e art. 3º da EC 47/2005) e aposentadoria compulsória (art.40, § 1º, I da CRFB), a Tabela 2 alerta para a possibilidade de que 41% do atual efetivo em 2017 já estaria em condições de passar para a aposentadoria e, se exercido esse direito, que é vontade unilateral do servidor, o órgão teria uma queda bastante acentuada desse número, o que expõe a vulnerabilidade da instituição, sob pena de comprometimento da continuidade dos serviços, com segurança. Ressalta-se que desse percentual previsto, 19 (dezenove) servidores se aposentam por completar 70 anos.

Tabela 2 - Distribuição dos Servidores Efetivos da Alepe Aptos a Aposentadoria até 2017, por Grupo Ocupacional.

GRUPO OCUPACIONAL	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL SERV. APTOS
UNIVERSITARIO	24	02	01	-----	02	29
ADMINISTRATIVOS E TÉCNICOS	39	06	04	10	06	65
MANUAIS/ OPERACIONAIS	05	06	01	01	-----	13
TOTAL	68	14	06	11	08	107
TOTAL ACUMULADO	68	82	88	99	107	107
% ACUMULADO DA FT	26%	31%	34%	38%	41%	41%

Fonte: SGP

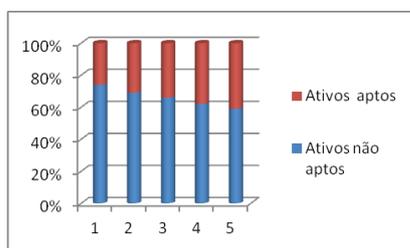
Os números do quadro acima podem variar, considerando as aposentadorias concedidas e as averbações de tempo de serviço, após dezembro de 2013, já que, como

³ Jornal Zero Hora, dados disponibilizados foram solicitados às Assembleias Legislativas do Brasil, da forma explicitada pela matéria. Para apuração dessa média foram coletados dados de 14 Casas. Disponível em <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/politica/pagina/o-raio-x-das-assembleias.html>>

se trata de um ato voluntário, à exceção das aposentadorias compulsórias, os totais aplicados a cada ano não implicam necessariamente em aposentadorias.

O gráfico 2 releva a evolução da proporção cada vez maior de servidores que podem deixar o serviço ativo a qualquer momento, onde se verifica o encolhimento da parcela de servidores efetivos que não teriam ainda atingido os requisitos para aposentadoria (parte inferior da barra), o que ressalta a vulnerabilidade da já enxuta FT ao longo desses 5 exercícios (de 2013 a 2017).

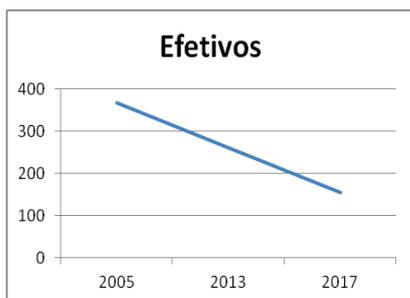
Gráfico 2 - Relação Evolutiva da Proporção de Servidores Ativos Efetivos da Alepe Aptos à Aposentadoria e Não Aptos.



Fonte: SGP

O Gráfico 3 evidencia que o ritmo de decréscimo vegetativo, no período de 2005 a 2017, é bastante acentuado, reflexo associado ao envelhecimento de grupos de servidores que foram admitidos há mais tempo e que estão atingindo a faixa etária para aposentadoria por tempo de serviço e/ou por idade, acarretando vacâncias em áreas importantes da administração pública.

Gráfico 3 - Curva de Tendência do Ritmo de Decrescimento Vegetativo de Servidores Efetivos da Alepe



Fonte: SGP

Segundo os dados coletados, em 2005 a ALEPE possuía 367 servidores efetivos. Em 2013, se não houver baixas imprevistas, encerra com 261, um quantitativo de 106 servidores, ao passo que, a projeção para o ano de 2017 é de 107 aposentáveis, chegando ao número alarmante de 154 servidores efetivos.

Há que se registrar que, diante desses dados alarmantes, é bem verdade que a atual Administração da Casa acena com a intenção de realização de um concurso público para preenchimento de 100 vagas em 2014, portanto 16 anos depois do último certame.

Se essa intenção se concretizar e também as aposentadorias que poderão ser efetivadas até 2017, verificaríamos que esses novos 100 concursados nem ao menos reporiam os 107 postos deixados pelos aposentáveis. Isso por si só, já demonstra que outros reforços precisam ser feitos em número maior e com intervalo bem menor que 16 anos.

Ademais, esse concurso não há de ter um efeito de reposição dos postos deixados vagos. Isso porque, como é desejável, a Casa vislumbra a prestação de novos serviços como Consultoria Institucional e Convergência Contábil e ainda guarnecer os postos de TV/Rádio/Jornalismo com esses novos efetivos. Só com essas atividades, estima-se empregar aproximadamente a metade dos recém-admitidos (49 das 50 vagas). Novos serviços são bem-vindos, mas para os atuais serviços, e reforço seria na prática bem pequeno (51 vagas).

Por fim, aponta-se que um programa amplo de Gestão de Pessoas precisa ser empreendido, contemplando a realização de concursos periódicos, até que se estabeleça um número mínimo adequado para o funcionamento de uma Casa que tem por missão exercer, por meio de suas atribuições constitucionais⁴, o Poder Legislativo em prol do cidadão pernambucano.

V. CONCLUSÃO

Estudos revelam que a aposentadoria é um dos acontecimentos mais marcantes na vida e carreira do ser humano. Devido ao enxugamento dos seus quadros, aumento significativo de aposentadorias nos próximos cinco anos, a falta de realização de concurso público, verifica-se que a possibilidade de aposentadoria dos 107 servidores como uma grande perda para a preservação da memória institucional.

Com os resultados levantados até aqui, observa-se a importância da elaboração de um programa direcionado aos momentos pré e pós – carreira dos servidores, enquanto cidadão que conclui sua etapa de vínculo empregatício e retorna à sociedade, ou ao mercado, assim como a realização periódica de concursos públicos e a profissionalização dos servidores públicos, por meio de ações de integração dos novos servidores, programas de trocas de experiências e desenvolvimento de carreira.

Com os dados apresentados conclui-se que o envelhecimento populacional é um problema que cresce gradativamente e traz para a ALEPE uma realidade em que será necessária a colaboração de gestores na criação de soluções estratégicas e criativas, visando manter os servidores acima de 50 anos comprometidos e atuantes em suas áreas, respeitando as limitações provenientes da idade, valorizando o conhecimento e a experiência profissional.

Desse modo, o envelhecimento e o conseqüente momento de aposentadoria resultam na necessidade de redimensionamento do servidor do mundo profissional para entrada nessa nova fase de sua vida. Por outro lado, ressalta-se a importância desta Casa Legislativa realizar concurso público para renovação no perfil etário e estimular a criatividade diante da modernização nos processos administrativos. Por óbvio, não é pretensão do artigo esgotar a discussão de um tema que, outrossim, se apresenta como de fundamental importância para a organização o seu estudo mais aprofundado, visando a identificação de fatores relevantes, possíveis causas e, mais importante ainda, apontar para a adoção de medidas preventivas e sanativas com o fim de amenizar os efeitos indesejáveis sobre o dia a dia da organização na boa prestação dos serviços públicos à sociedade.

⁴ Constituição do Estado de Pernambuco Capítulo II, Seções I e II (art. 6º a 15).

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNHOF, Renato. Origens e Perspectivas do “Pos-Carreira” no Brasil. Disponível em <http://www.rh.com.br/Portal/Carreira/Artigo/6230/origens-e-perspectivas-do-pos-carreira-no-brasil.html> Acesso em 15.11.13.

BESSA, Emanuelle Dantas Saraiva. A aposentadoria por tempo de contribuição dos servidores públicos federais. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XV, n. 100, maio 2012. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11567 Acesso em 30/11/13.

BRANDÃO, Thiago Bazi. Previdência Social no Serviço Público e os Programas de Preparação para a Aposentadoria: uma relação necessária?. **Revista SER Social**. Brasília, v. 13, n. 28, p. 231-252, jan./jun. 2011. Disponível em <http://seer.bce.unb.br/index.php/SER_Social/article/view/5627/4676>. Acesso em 03.11.13

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao-de-vida/indicadoresminimos/>. Acesso em 20/11/2013

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.html >. Acesso em 22/11/13.

CRUZ, Mauro André Gouveia da. Adiado o pós-carreira: Um estudo sobre os fatores que levam os servidores federais a adiar a aposentadoria em uma instituição de pesquisa. Disponível em <http://mtcm19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm19/2011/05.02.13.44/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 25/11/13.

FRANÇA, L. F. H e CARNEIRO, V. L. Programas de preparação para a aposentadoria: um estudo com trabalhadores mais velhos em Resende. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. 2009; 12(3a):429-447. Disponível em <http://www.observatorionacionaldoidoso.fiocruz.br/biblioteca/artigos/150.pdf> Acesso em 20/11/13.

Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS). Disponível na Internet via <<http://www.inss.gov.br/conteudoDinamico.php?id=64>>. Acesso em 20/11/13.

LANCMAN, S.; SZNELWAR, L. I. ; JARDIM, T. A. **Sofrimento psíquico e envelhecimento no trabalho: um estudo com agentes de trânsito**. Rev. Ter. Ocup. Univ. São Paulo, vol. 17, nº 3, p. 129-136, set./dez., 2006. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rto/article/viewFile/13964/15782>. Acesso em 20/11/13.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



ABORDAGEM DE EFICIÊNCIA NAS AUDITORIAS OPERACIONAIS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

MARCELO DA SILVA MAFRA¹; JERÓNIMO TAUNDI GUILHERME¹; LUIZ ALBERTON¹; ERNESTO FERNANDO RODRIGUES VICENTE¹

1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
marcelolusiada@hotmail.com

Resumo - O Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina é órgão encarregado da fiscalização da gestão pública catarinense, estadual e municipal. A modernização da administração pública exige uma análise de desempenho do gestor que cause impacto no dia a dia do cidadão. Investiga-se, por meio deste trabalho, se as auditorias operacionais, realizadas pelo Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, estão apontando questões acerca da eficiência da gestão do jurisdicionado na conclusão dos seus relatórios. O objetivo geral é identificar a ocorrência desta situação. E como objetivos específicos busca-se identificar a utilização de indicadores de desempenho para avaliar a eficiência da gestão; e identificar se a posição sobre eficiência adotada no relatório foi mantida na decisão do processo, nos casos em que já houver decisão. Para alcançar os objetivos do trabalho foram obtidos 19 relatórios de auditorias operacionais, procedeu-se uma coleta de referencial teórico acerca do tema, e realizou-se análise dos relatórios de auditoria. Analisando-se as determinações e recomendações consignadas nos relatórios pesquisados não se identificou análise direta da eficiência da gestão. Corroborando-se, desta forma, estudos de pesquisadores da área que afirmam que a transição da auditoria de conformidade com foco em legalidade para auditoria operacional com foco em desempenho é gradual e possui suas dificuldades, no entanto, vem sendo realizada como demonstram estudos em outros países e no Brasil.

Palavras-chave: Auditoria Operacional. Tribunal de Contas. Avaliação de eficiência.

I. INTRODUÇÃO

Com a chegada das ideias da nova gestão pública (NPM) ao Brasil na década de 90, passou-se a buscar formas de implementá-las na administração pública brasileira. Destacando-se a avaliação da administração pública por uma gestão de desempenho, que foi elencada por Hoggett (1996) como uma nova forma de controle do serviço público. Em decorrência desse movimento, incluiu-se o princípio da eficiência no texto constitucional por meio da Emenda Constitucional n. 19/1998, determinando-se que a administração atinja seus objetivos com o menor consumo de recursos possível.

Nesta análise de aplicação do princípio de eficiência uma ferramenta possível de se utilizar é a auditoria de natureza operacional (ANOP), modelo pelo qual se avaliaria o desempenho do auditado (HEDLER; TORRES, 2009; GRACILIANO; *et al.*, 2010; CASTALDELLI; AQUINO, 2011). Inclusive, pode-se divulgar os resultados desta avaliação para fins de controle social. Situação que poderia auxiliar a resolver o problema da falta de controle e

acompanhamento do governante pelo cidadão no período posterior a eleição (MENINI, 2013).

O Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina é órgão encarregado de fiscalizar a administração pública estadual e municipal no território do estado catarinense.

O problema de pesquisa emerge da necessidade de uma avaliação do desempenho do gestor público que cause impacto no dia a dia do cidadão como complemento da análise de legalidade.

Da convergência entre as atribuições do Tribunal de Contas e da aplicação do princípio da eficiência na administração pública surge a questão proposta para este estudo: As auditorias operacionais, realizadas pelo Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, estão apontando questões acerca da eficiência da gestão do jurisdicionado na conclusão dos seus relatórios? Derivado da questão proposta o estudo tem como objetivo geral identificar se as auditorias operacionais, realizadas pelo Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, estão apontando questões acerca da eficiência da gestão do jurisdicionado na conclusão dos seus relatórios.

Têm-se, ainda, como objetivos específicos propostos:

- Identificar a utilização de indicadores de desempenho para avaliar a eficiência da gestão.
- Identificar se a posição sobre eficiência adotada no relatório foi mantida na decisão do processo, nos casos em que já houver decisão.

O estudo justifica-se pela possibilidade de se abordar uma forma da fiscalização do Tribunal de Contas que auxilie na propagação e implantação de ideias da NPM na administração pública catarinense, uma vez que a eventual cobrança deste tema pelo Tribunal provocará a movimentação dos gestores públicos. Contribui-se, assim, lançando à discussão se as auditorias operacionais realizadas adentraram no mérito da eficiência das gestões.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Auditoria Operacional

A auditoria de natureza operacional (ANOP) também denominada auditoria operacional e auditoria de gestão é um modelo de auditoria que busca verificar princípios como economicidade, eficiência e efetividade. Com o surgimento da nova gestão pública (NPM) este tipo de auditoria ganhou destaque (POLLITT; *et al.*, 2008).

Almeida (2012) ao estudar a contabilidade e auditoria na sociedade atual, entre suas conclusões, identifica uma interdependência entre sociedade, economia e contabilidade. E afirma que deficiências da auditoria ou da clareza de conceitos fundamentais produzem dilemas e conflitos, gerando expectativas na sociedade que não são atendidas.

A auditoria clássica de regularidade não tem como foco o resultado, mas sim a forma, situação que abriu espaço para o surgimento da auditoria operacional. Hedler e Torres (2009) pesquisando meta-avaliação de auditoria de natureza operacional do Tribunal de Contas da União (TCU) abordam a discussão se este tipo de auditoria seria uma avaliação ou uma auditoria, concluindo que se trata de auditoria, embora os termos empregados causem uma certa ambiguidade. Estes pesquisadores entenderam que as ANOPs realizadas pelo TCU demonstram uma evolução passando de uma semelhança com a auditoria clássica para uma forma realmente mais avaliativa.

Este movimento em direção à auditoria operacional é amplo. Kerber e Siqueira (2012) realizaram estudo de caso na marinha do Brasil sobre auditoria de avaliação da gestão, onde destacam as normas criadas pela marinha para este tipo de auditoria em comparação com as prescrições da literatura especializada, e sugerem melhorias nos relatórios de auditoria produzidos. Por fim, destacam o esforço da entidade para desenvolver este tipo de auditoria que alia a verificação das conformidades com medições do desempenho.

A avaliação de desempenho passou a ser uma demanda. Castaldelli Júnior e Aquino (2011) pesquisando sobre indicadores de desempenho em entidades fiscalizadoras superiores, no contexto da NPM, entendem que estas entidades buscam superar o modelo de fiscalização *ex post* onde o foco é conformidade e legalidade dos atos, para uma fiscalização preventiva onde se busca alcançar a economicidade, eficiência e efetividade na aplicação dos recursos públicos. Os autores analisaram relatórios de gestão divulgados pelo TCU, buscando informação sobre seu desempenho e os compararam com entidades semelhantes de alguns países. Concluíram que apesar das entidades caminharem na direção da auditoria por resultado, na divulgação de seus resultados por meio de indicadores ainda ocorrem deficiências.

Neste mesmo sentido encontra-se estudo na Inglaterra. Micheli e Neely (2010) pesquisaram acerca da avaliação de desempenho no setor público da Inglaterra, destacam que o sistema ainda está em construção e necessita de cautela, pois usar a mesma medida para fins diferentes pode levar a mensagens confusas e abordagens contraproducentes para a melhoria do processo.

Graciliano *et al.* (2010) estudaram a contribuição das auditorias operacionais do TCU para o *accountability* na administração pública federal. Para isto analisaram algumas auditorias de natureza operacional realizadas pelo TCU e concluíram que o controle externo pode superar a verificação de conformidade de procedimentos, para a verificação da melhoria de desempenho, isto por meio de auditoria operacional, o que contribui para o *accountability*.

Contudo, como todo processo as auditorias operacionais podem ser aperfeiçoadas. Ribeiro Filho *et al.* (2010), pesquisando 231 (duzentos e trinta e uma) recomendações realizadas em auditorias operacionais do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, encontraram

fragilidades nestas recomendações. As recomendações estudadas e consideradas frágeis foram classificadas em 05 grupos: elásticas; com foco em objetos voláteis; com foco em planejamento; normativas; e agrupadas. Os autores prescrevem um plano de contingência para cada tipo de recomendação classificada como frágil. Concluem que as fragilidades existem e devem ser trabalhadas pelo órgão de fiscalização.

Gendron *et al.* (2007) abordaram como construir perícia na auditoria de medição de desempenho do governo, a partir do estudo do caso do escritório do auditor geral de Alberta (CAN). Demonstraram como até a década de 90 o escritório focava na auditoria de regularidade, e posteriormente, com o surgimento de uma nova lei, passou a focar em eficiência e eficácia do governo. Destacam o conhecimento que o auditor deve possuir para medir desempenho, inclusive sendo isto uma necessidade para se legitimar frente ao auditado.

Boyne *et al.* (2011) estudaram a NPM orientada para o mercado, considerando que se houvesse competidores na área pública seria importante para o aperfeiçoamento dos serviços. Concluem que na orientação para o mercado o efeito positivo é percebido pelos cidadãos e tem pouco efeito sobre o julgamento do desempenho pelos próprios gestores públicos.

Hawke (2012) pesquisou a gestão de desempenho do setor público da Austrália, buscando identificar se ela atingiu o sucesso ou está estagnada. Ele argumenta que conforme a teoria principal-agente acabava havendo uma promoção de resultados positivos e ocultamento de resultados negativos na gestão por desempenho. O autor conclui que a variabilidade e fraqueza geral das medidas de desempenho são desafios persistentes a serem enfrentados para uma possível evolução da “gestão de desempenho” para “desempenho da governança”.

Pires (2009) estuda o dilema entre controle do poder administrativo e capacidade de implementação, num contexto maior de burocracia, discricionariedade e democracia. Neste estudo o autor aborda que a NPM com sua abordagem gerencialista já é questionada por alguns autores e estudos que apontam falhas na sua aplicação. Uma nova tendência seria a EG (governança experimentalista) de abordagem experimentalista. Isto em razão da relação agente-principal, já que na abordagem gerencialista os resultados da gestão por desempenho seriam maquiados. No estudo conclui que a análise do controle tem que ser dinâmica e atualizada sempre para evitar que se estabeleçam ameaças ao objetivo pretendido.

Lapsley (2009) questiona se a nova gestão pública seria a invenção mais cruel do espírito humano, ele aborda a NPM por meio de quatro dimensões: dependência de consultores de gestão, desenvolvimento do governo eletrônico, surgimento da “sociedade de auditoria”, e importância da gestão de riscos. Destaca a explosão de auditoria, inclusive da auditoria de gestão, no atual cenário. Há também o destaque de algumas metas não alcançadas e como isto acaba incentivando a fabricação de números para maquiagem o desempenho.

2.2 Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina

O Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina - TCESC é instituição encarregada de exercer o controle externo na administração pública estadual e municipal.

Encontra-se sua previsão nos artigos 59 e 61 da Constituição Estadual.

A regulamentação de suas competências realizou-se por meio do artigo 1º da Lei Complementar Estadual 202/2000. (SANTA CATARINA, 2000), de onde se destaca:

VIII - auditar, por solicitação da Comissão a que se refere o § 1º do art. 122 da Constituição Estadual, ou de comissão técnica da Assembléia Legislativa, projetos e programas autorizados na Lei Orçamentária Anual do Estado, avaliando os seus resultados quanto à eficácia, **eficiência** e economicidade; (grifou-se)

No artigo 18 da Lei Complementar Estadual 202/2000, estipula-se que as contas serão julgadas regulares quando demonstrarem a economicidade dos atos de gestão.

Contudo, em diversos casos noticiados de fraude, onde recursos públicos foram desviados de sua finalidade e, portanto, não houve eficiência, os órgãos de controle não foram capazes de detectar por si só estes casos. Tal situação explica-se pela ausência de instrumentos de detecção que possam ser utilizados pelos tribunais, Costa *et al.* (2011) apontam como exemplo desta dificuldade o sigilo bancário.

Entende-se que um meio de superar essas dificuldades e adentrar no mérito de eficiência da gestão seria a fiscalização por meio de auditorias de natureza operacional (ANOP), também chamadas de auditorias operacionais e auditorias de gestão.

O TCESC seguindo nesta direção editou a Instrução Normativa 003/2004 onde são definidos critérios gerais para este tipo de auditoria.

III. METODOLOGIA DA PESQUISA

A abordagem do problema foi qualitativa e quantitativa. Trata-se a pesquisa de um estudo de caso com levantamento de dados. A coleta dos dados ocorreu por meio do sítio eletrônico do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, onde foram obtidos 19 relatórios de auditorias operacionais, ali disponibilizados pela instituição.

A pesquisa consistiu na análise de 195 determinações e 288 recomendações emanadas nos relatórios de auditoria operacional que compõem a amostra.

Coletou-se o referencial teórico das bases científicas abaixo relacionadas, por meio dos seguintes passos:

- 1) Em 06/11/2012 acessou-se a base dados ISI, pesquisou-se a base com a combinação de 03 palavras chave na opção *topic: audit; management; e public*; os resultados desta busca foram refinados por *public administration*, após a refinação localizaram-se 75 artigos. Julgando-se o alinhamento dos artigos com o tema da pesquisa pelos títulos sobraram 07 artigos.
- 2) Em 07/11/2012 acessou-se a base de dados SPELL, pesquisou-se a base na forma de pesquisa simples com a palavra chave *audit* na opção título do documento; localizaram-se 63 artigos. Julgando-se o alinhamento dos artigos com o tema da pesquisa pelos títulos sobraram 08 artigos.
- 3) Em 08/11/2012 acessou-se a base dados SCOPUS, pesquisou-se a base com a combinação de 03 palavras na opção combinando *title; abs. key: audit; management; e public*. Isto limitado às áreas de *Social*

Sciences e Business, Management and Accounting. Localizaram-se 383 artigos. Julgando-se o alinhamento dos artigos com o tema da pesquisa pelos títulos sobraram 11 (onze) artigos.

Pela impossibilidade de acesso gratuito, por meio da instituição de ensino, aos artigos e pela leitura do seu resumo e entendimento pelo descarte, chegou-se a leitura completa de 13 artigos. Além destes artigos, para construção do referencial teórico, também foram utilizados livros acerca do tema, legislação e outros artigos científicos referenciados.

Na análise se os relatórios abordaram questão de eficiência, utilizou-se o conceito exposto por Cruz e Platt (2007, p. 158) “Eficiência: por eficiência se entende otimizar o uso dos recursos disponíveis, visando ao menor esforço e ao menor custo na execução das tarefas. Tem foco nos meios, procedimentos e métodos.”

A partir deste conceito procedeu-se a identificação e leitura das determinações e recomendações constantes nos relatórios de auditoria pesquisados. Isto para verificar se elas tratavam da otimização dos recursos públicos.

Os resultados foram tabulados e demonstrados.

IV. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os relatórios das auditorias operacionais disponibilizados no sítio eletrônico do TCESC foram agrupados pelos seguintes temas: cultura, educação, meio ambiente, saneamento, saúde, e trânsito.

4.1 Cultura

Dentro do tema cultura foi disponibilizado no sítio eletrônico 01 relatório de auditoria operacional, o qual determinava a adoção de plano de ação onde constavam 10 determinações e 24 recomendações à Secretaria de Estado de Turismo, Cultura e Esporte (SOL), e 03 recomendações ao Conselho Estadual de Cultura (CEC).

Esta auditoria formou o processo N° RLA 08/00544471 e realizou-se no Fundo Estadual de Incentivo à Cultura – Funcultural. O objetivo geral desta auditoria operacional, conforme descrito no seu relatório, foi avaliar se as ações do Governo Estadual, implementadas pela SOL e pelas Secretarias de Estado de Desenvolvimento Regional, estão incentivando e valorizando as formas de expressão cultural e proporcionando condições para a realização de projetos que promovam a cultura catarinense.

Observa-se que todas as determinações apresentadas visam ao atendimento de disposições legais, não se identificou nenhuma determinação diretamente ligada à eficiência. Identificou-se a seguinte recomendação, que procura instituir uma avaliação de resultado pelo próprio órgão auditado “Definir objetivos e metas quantificáveis/mensuráveis para a política cultural do Estado e estabelecer indicadores para avaliação dos seus resultados”.

4.2 Educação

Dentro do tema educação localizou-se 05 relatórios de auditoria operacional, os quais são especificados a seguir:

Processo N° RLA 08/00640004 que trata da fiscalização das ações de formação continuada de professores do ensino fundamental da rede pública

estadual/SC. Neste relatório foram consignadas 04 determinações e 13 recomendações à Secretaria de Estado da Educação. Entende-se que o foco concentrou-se em estabelecer ações de planejamento, e não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° RLA 09/00642246 que trata da fiscalização transporte escolar público no âmbito da Secretaria de Estado da Educação. Neste relatório foram consignadas 01 determinação e 04 recomendações à Secretaria de Estado da Educação. Tais apontamentos versaram sobre o relacionamento entre a Secretaria de Estado e os municípios catarinenses não adentrando no princípio constitucional que se estuda neste trabalho.

Processos N° RLA 09/00642408, RLA 09/00642599 e RLA 09/00642327 tratam, respectivamente, de fiscalização no transporte escolar público dos municípios de Cerro Negro, Bom Jardim da Serra, e Vitor Meireles. E, na mesma ordem, os relatórios tiveram consignadas: 13 determinações e 11 recomendações; 12 determinações e 12 recomendações; e 13 determinações e 11 recomendações. Por tratarem do mesmo assunto e os apontamentos serem quase todos os mesmos estes relatórios serão tratados em conjunto, demonstrando-se os apontamentos mais relevantes no Quadro 1.

Quadro 1 - Determinações e recomendações encontradas nos relatórios de auditorias operacionais sobre transporte escolar

Determinações/Recomendações	
Município	Determinações
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Providenciar semestralmente a Autorização dos veículos próprios para o Transporte Coletivo de Escolares junto ao órgão de trânsito competente e mantê-la afixada nos veículos, conforme o art. 136, inciso II e art. 137 do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Exigir dos contratados do transporte escolar (terceirizados), e em futuro processo licitatório, a Autorização para o Transporte Coletivo de Escolares emitida pelo órgão de trânsito competente dos veículos que realizam o serviço e a sua renovação a cada semestre, bem como a sua fixação nos veículos, em respeito aos arts. 136 e 137 do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro	Incluir nas licitações e contratos de serviço terceirizado de transporte coletivo de escolares a exigência da inscrição/dístico "ESCOLAR", conforme determina o inciso III, do art. 136, do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Exigir a identificação de "ESCOLAR" nos veículos que realizam o transporte escolar, conforme art. 136 do Código de Trânsito Brasileiro
Bom Jardim da Serra; Vitor Meireles	Providenciar a identificação "ESCOLAR" nos veículos próprios que realizam o transporte escolar, conforme o art. 136 do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Exigir dos terceirizados a existência de cintos de segurança em número igual ao da lotação dos veículos que realizam o transporte escolar, em atenção aos arts. 105 e 136, VI, do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Exigir no processo licitatório e no contrato de prestação de serviço de transporte escolar (terceirizado), a habilitação na categoria "D" e curso especializado dos condutores de veículos, inclusive curso de reciclagem, em respeito aos incisos II e V do art. 138 do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Exigir na nomeação para o cargo de motorista escolar da Prefeitura a habilitação na categoria "D" e curso especializado para os condutores dos veículos, inclusive para os contratados em caráter temporário, em respeito ao art. 138, do Código de Trânsito Brasileiro

Cerro Negro e Bom Jardim da Serra	Exigir dos funcionários que atuam na função de condutor de veículos escolares a habilitação na categoria "D", em respeito ao inciso II do art. 138, do Código de Trânsito Brasileiro
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Providenciar o curso especializado para os funcionários que atuam na função de condutor de veículos escolares que ainda não possuem e, periodicamente, curso de reciclagem, em respeito ao inciso V do art. 138 do Código de Trânsito Brasileiro e à Resolução Contran nº 789/1994
Cerro Negro	Instituir um sistema de controle de frota e programar a emissão de relatórios sobre consumo médio de combustíveis e custo de manutenção, bem como porcentagem de acréscimo de custo anual por veículo, dentre outros, conforme determina o parágrafo terceiro do art. 50, da Lei Complementar nº 101/2000
Cerro Negro e Bom Jardim da Serra	Exigir no contrato de fornecimento de combustíveis e na prática a individualização da nota fiscal pelo fornecedor, com a anotação da placa do veículo e a quilometragem, conforme determina o art. 60 da Resolução TC 16/94
Cerro Negro	Exigir na licitação e contratos futuros de fornecimento de combustíveis a individualização do cupom ou nota fiscal por placa de veículo, facilitando o controle da frota conforme determina o art. 60 da Resolução TC 16/94
Cerro Negro e Vitor Meireles	Utilizar a capacidade dos veículos estabelecida pelos fabricantes para planejar o transporte escolar, a fim de evitar a ociosidade da capacidade ou a superlotação, conforme dispõem os arts. 136, inciso VI e 137, do Código de Trânsito Brasileiro
Município	Recomendações
Cerro Negro e Bom Jardim da Serra	Exigir no processo licitatório que o serviço prestado por veículos adequados para o transporte de escolares
Cerro Negro e Bom Jardim da Serra	Elaborar planejamento para a substituição da frota própria dos veículos de transporte escolar com idade superior a dez anos
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Efetuar trabalho de conscientização com alunos, pais e professores sobre a importância da conservação dos veículos escolares e comportamento no interior do veículo
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Priorizar a aquisição de veículos novos de transporte escolar com características específicas para as estradas do Município
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Efetuar manutenção preventiva dos veículos, conforme especificação do fabricante
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Adotar critérios para contratação de serviço terceirizado para o transporte escolar, incluindo a idade máxima do veículo e a Autorização do Órgão competente para o Transporte Coletivo de Escolares
Cerro Negro; Bom Jardim da Serra e Vitor Meireles	Proibir o transporte de não-alunos nos veículos escolares, exceto professores
Cerro Negro e Vitor Meireles	Fiscalize o transporte escolar quanto à existência de carona
Cerro Negro	Disponibilizar a quantidade de veículos que atenda ao número de alunos a serem transportados de forma que haja assento para todos
Cerro Negro e Vitor Meireles	Providenciar hodômetros em perfeito funcionamento para os veículos da frota própria que realizam o transporte escolar
Bom Jardim da Serra; Vitor Meireles	Incluir no controle da frota os custos de contratos de locação individualizados por veículo escolar substituído
Cerro Negro	Utilizar os recursos do transporte escolar exclusivamente para esta finalidade

Fonte: Dados da pesquisa.

Constata-se que o foco destas auditorias foi a segurança do transporte dos alunos, podendo a determinação do procedimento no controle de combustível ser entendida

como uma medida que no futuro poderia fornecer informações para a implantação de um controle de eficiência, mas somente da forma como foi preconizada ela não atende por si só este princípio.

4.3 Meio Ambiente

Dentro do tema meio ambiente localizou-se 01 relatório de auditoria operacional, o qual é especificado a seguir:

Processo N° AOR 07/00373535 que trata da fiscalização da atividade de fiscalização ambiental desenvolvida pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA. Neste relatório foram consignadas 19 determinações e 19 recomendações à FATMA, e 01 determinação e 08 recomendações à Guarnição Especial da Polícia Militar Ambiental – GuEspPMA.

Entende-se que o foco dos apontamentos concentrou-se em melhorar a estrutura das instituições para a fiscalização, pela disponibilização de equipamentos e pela capacitação dos seus recursos humanos.

4.4 Saneamento

Dentro do tema saneamento localizou-se 05 relatórios de auditoria operacional, os quais são especificados a seguir:

Processo N° RLA 07/00603395 que trata de fiscalização no sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos de Itajaí e no programa “Lixo Reciclado - Tarifa Zero”. Neste relatório foram consignadas 03 determinações e 17 recomendações ao Município de Itajaí. Entende-se que o foco concentrou-se em disciplinar aspectos de publicidade do programa e exigir adequação de critérios técnicos por parte da concessionária do serviço, portanto, não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° AOR 04/05801564 que trata de fiscalização no Sistema de Esgoto Insular de Florianópolis. Neste relatório foram consignadas 03 determinações e 13 recomendações à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN, e 05 recomendações à Fundação do Meio Ambiente - FATMA. Entende-se que o foco concentrou-se em exigir a adequação de procedimentos técnicos e requisitos ambientais, portanto, não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° AOR 06/00449262 que trata de fiscalização no sistema de tratamento de esgoto da Lagoa da Conceição Sistema de Esgoto Insular de Florianópolis. Neste relatório foram consignadas 05 determinações e 05 recomendações à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. Entende-se que o foco concentrou-se em exigir a adequação de requisitos ambientais, portanto, não se adentrou em eficiência.

Processo N° RLA 09/00547928 que trata de fiscalização no serviço de abastecimento de água de Florianópolis. Neste relatório foram consignadas 05 determinações à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável; 11 determinações e 12 recomendações à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN; e 07 determinações e 03 recomendações à Prefeitura Municipal de Florianópolis. Entende-se que o foco concentrou-se em medidas que protejam os recursos hídricos do município, portanto, não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° RLA 10/00467209 que trata de fiscalização no sistema de esgotamento sanitário de Balneário Camboriú. Neste relatório foram consignadas 14 determinações e 11 determinações à Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú.

Entende-se que o foco concentrou-se em medidas que atendam aos requisitos de proteção ambiental, portanto, não se adentrou no aspecto de eficiência.

4.5 Saúde

Dentro do tema saneamento localizou-se 06 relatórios de auditoria operacional, os quais são especificados a seguir:

Processo N° AOR 07/00373373 que trata da fiscalização programa de medicamentos de dispensação excepcional. Neste relatório foram consignadas 24 determinações e 29 recomendações à Secretaria de Estado da Saúde - SES. Entende-se que o foco concentrou-se na organização da guarda e entrega de medicamentos, e não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° AOR 07/00373454 que trata da fiscalização no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU/SC. Neste relatório foram consignadas 30 determinações e 24 recomendações à Secretaria de Estado da Saúde; e 02 determinações e 03 recomendações à Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa do Cidadão - SSP. Apesar de que uma das recomendações do relatório (item 11.6.16) tratava da necessidade da produção de diversos indicadores de números de atendimentos, esta recomendação buscava a produção de estatísticas para a decisão de políticas públicas, contudo foi uma medida para o futuro. Entende-se que o foco concentrou-se em estabelecer o atendimento de disposições legais, e não se adentrou no aspecto de eficiência.

Processo N° RLA 10/00758602 que trata de fiscalização no Hospital Regional Hans Dieter Schmidt - HRHDS, de Joinville. Neste relatório foram consignadas 02 determinações e 04 recomendações ao hospital. Tais apontamentos versaram sobre controle de equipamentos e contratação de pessoal, não adentrando no princípio constitucional que se estuda neste trabalho.

Processos N° RLA 09/00594179, RLA 09/00594764 e RLA 09/00594845 tratam, respectivamente, de fiscalização na estratégia da saúde da família dos municípios de Biguaçu, Palhoça, e São José. E, na mesma ordem, os relatórios tiveram consignadas: 01 determinação e 18 recomendações; 01 determinação e 17 recomendações; e 01 determinação e 20 recomendações, aos municípios. Por tratarem do mesmo assunto e os apontamentos serem quase todos os mesmos estes relatórios serão tratados em conjunto, demonstrando-se os apontamentos mais relevantes no Quadro 2.

Quadro 2 - Determinações e recomendações aos municípios encontradas nos relatórios de auditorias operacionais realizadas na Estratégia da Saúde da Família.

Determinações/Recomendações	
Município	Determinações
Biguaçu; Palhoça e São José	Adequar a legislação municipal que trata da contratação de pessoal para a ESF ao art. 37, II e art. 198, §§ 4º e 5º da Constituição Federal, aos arts. 27 a 30 da Lei Nacional n.º 8.080/1990 e à Lei Nacional n.º 11.350/2006, e promover concurso público para seleção e admissão dos profissionais da ESF, afastando a contratação com vínculo precário
Município	Recomendações
Biguaçu; Palhoça e São José	Adequar a estrutura física das UBS às exigências da Resolução – RDC nº 50 da ANVISA que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde e observar a referida norma quando da implantação de novas unidades
Biguaçu; Palhoça e São José	Identificar as necessidades estruturais das UBS e equipá-las com materiais e equipamentos adequados e suficientes para a realização das atividades da ESF

Biguaçu; Palhoça e São José	Implantar sistema de controle de estoque e dispensação de medicamentos que interligue as UBS e o Almoxarifado Central
Biguaçu; Palhoça e São José	Dispensar medicamentos exclusivamente mediante cadastro e identificação dos usuários
Biguaçu; Palhoça e São José	Reavaliar o procedimento de planejamento para aquisição de medicamentos, vacinas e métodos contraceptivos, objetivando regularizar a oferta
Biguaçu; Palhoça e São José	Recompor as Equipes de Saúde da Família de acordo com o preconizado pela Portaria 648/GM/2006 e substituir seus componentes quando de afastamentos ou licenças prolongadas (maternidade, tratamento de saúde, etc)
Biguaçu; Palhoça e São José	Implantar as equipes já credenciadas e providenciar o credenciamento e implantação do teto da ESF no Município
Biguaçu; Palhoça e São José	Promover o treinamento introdutório e desenvolver e implementar plano de capacitação permanente a todos os componentes das equipes, conforme preconizado pela Portaria n.º 648/GM/2006
Biguaçu; Palhoça e São José	Elaborar plano para realização de atividades de educação e promoção da saúde, inclusive em horários alternativos, que possibilitem a participação de grupos populacionais específicos
Biguaçu; Palhoça e São José	Realizar planejamento e desenvolver rotinas e instrumentos que permitam monitorar as atividades das equipes
Biguaçu e São José	Implantar sistema eletrônico de controle de ponto
Biguaçu e Palhoça	Priorizar a ESF na alocação dos recursos da saúde e incrementar a participação do município no seu financiamento
Biguaçu	Criar um Projeto/Atividade específico para as dotações da ESF e contabilizar as despesas pertinentes nessa rubrica
Biguaçu; Palhoça e São José	Difundir a ESF, suas diretrizes e normas de funcionamento para a comunidade
Biguaçu; Palhoça e São José	Identificar visualmente na parte externa de cada UBS a existência da Estratégia e das Equipes de Saúde da Família
Biguaçu; Palhoça e São José	Demandar junto à SES o aumento da oferta de vagas para atendimento especializado (consultas e exames) aos pacientes do Município ou assumir os serviços, estabelecendo metas de redução da fila e do tempo de espera a níveis aceitáveis, considerando as especificidades de cada especialidade
Biguaçu	Instrumentalizar a central de marcação de consultas e exames de modo a possibilitar a imediata e regular inserção das requisições nos sistemas de regulação
Biguaçu; Palhoça e São José	Elaborar estudo objetivando a disponibilização de atendimento em horários alternativos, para possibilitar o acesso das pessoas que trabalham em horário comercial
São José	Instrumentalizar as UBS e/ou a central de marcação de consultas e exames de modo a possibilitar a imediata e regular inserção das requisições nos sistemas de regulação
Palhoça e São José	Realizar manutenção e reparo nas UBS para corrigir problemas de infiltrações, adensamento de piso, mofo, falta de laje ou forro e demais problemas estruturais, providenciando a responsabilização dos construtores e ordenadores, quando for o caso

Fonte: Dados da pesquisa.

As principais manifestações constantes do relatório referem-se a aspectos de estrutura física e de recursos humanos. Existe uma recomendação sobre controle de estoque situação que deve levar a uma melhoria da eficiência, contudo, tal recomendação não vem expressa com indicadores de medição, ou seja, não diz em que ponto está a situação e até que ponto deve avançar. Por esta razão entende-se que não ocorreu análise de eficiência diretamente.

4.6 Trânsito

Dentro do tema trânsito localizou-se 01 relatório de auditoria operacional, o qual é especificado a no Processo Volume 9 – n. 98 – Fevereiro/2014

Nº RLA 11/00386499 que trata da fiscalização da atividade de fiscalização de trânsito do município de Florianópolis. Neste relatório foram consignadas 04 determinações e 01 recomendação à Prefeitura Municipal de Florianópolis; e 09 determinações e 01 recomendação ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF.

Entende-se que o foco dos apontamentos concentrou-se em aspectos legais das penalidades de trânsito e capacitação dos agentes. Portanto, não se adentrou em questões diretas de eficiência.

4.7 Síntese dos focos em cada tema

Sintetizando-se as análises dos relatórios de auditorias operacionais por cada tema auditado, elaborou-se o quadro 3 a seguir disposto:

Quadro 3 - Focos de cada tema de auditoria.

Tema	Focos
Cultura	- atendimento de disposições legais;
Educação	- estabelecer ações de planejamento; - relação entre Secretaria de Estado e Municípios; - segurança do transporte dos alunos;
Meio ambiente	- melhoria da estrutura institucional de fiscalização;
Saneamento	- disciplinar aspectos de publicidade; - exigir adequação de critérios técnicos ambientais; - medidas de proteção de recursos hídricos;
Saúde	- organização da guarda e entrega de medicamentos; - atendimento de disposições legais; - controle de equipamentos e contratação de pessoal;
Trânsito	- aspectos legais das penalidades de trânsito e capacitação dos agentes.

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que não houve foco na questão de eficiência nestas auditorias, no conceito estabelecido neste estudo descrito na metodologia do mesmo.

V. CONCLUSÃO

Demonstra-se na análise das determinações e recomendações anotadas nos relatórios de auditoria operacionais estudados que estas versam sobre conformidade, legalidade e até eficácia. Contudo, não se identificou abordagem direta sobre eficiência. Tal resultado vem ao encontro de estudos (HEDLER; TORRES, 2009; CASTALDELLI JÚNIOR; AQUINO, 2011; GENDRON *et al.*, 2007) que demonstram que a transição da auditoria de conformidade (modelo burocrático) para a auditoria operacional (modelo gerencialista) é paulatina.

No estudo se identificou recomendações quanto à implantação de indicadores de desempenho pelos órgãos fiscalizados, contudo não houve avaliação de eficiência da gestão fiscalizada com base nestes indicadores. Indicando-se que a questão avança gradativamente para que chegue o dia em que a gestão seja, enfim, avaliada por estes indicadores.

Como a NPM e a gestão por resultados, ou seja, avaliação de desempenho, é um tema que é explorado pela mídia chegando ao conhecimento do cidadão, seria interessante estudar como esse cidadão percebe essa forma de gestão, se ela existe e se produz resultados práticos no dia a dia dele. E se no momento do seu exercício democrático de escolha dos seus governantes este cidadão leva esta questão em consideração.

O objetivo geral pretendido neste trabalho que era identificar se as auditorias operacionais, realizadas pelo Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, estão apontando questões acerca da eficiência da gestão do jurisdicionado na conclusão dos seus relatórios. Foi alcançado, embora de forma negativa pela identificação da ausência desta questão nos relatórios. Contudo, frisa-se que o processo de implantação de uma gestão gerencialista no serviço público é paulatino. Assim, espera-se que a implantação deste tipo de administração avance cada vez mais até atingir um nível similar a países que hoje são referência na área, e continue em evolução permanente.

Quanto aos objetivos específicos só foi possível alcançar o primeiro identificando-se que não há utilização de indicadores para avaliar a eficiência da gestão; não foi possível alcançar o segundo objetivo específico, pois não houve posição sobre eficiência nos relatórios para confrontar com a decisão final.

VI. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Bruno José Machado de. A Contabilidade e Auditoria na Sociedade Atual: uma análise sistêmica. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 54, p. 15 – 26, mai./ago. 2012.
- BOYNE, George A., et al. Market Orientation and Public Service Performance: New Public Management Gone Mad? **Public Administration Review**. September/October 2011.
- CASTALDELLI JÚNIOR, Eduardo, e AQUINO, André Carlos B. de. Indicadores de Desempenho em Entidades Fiscalizadoras Superiores: o caso brasileiro. **Revista Contabilidade Vista & Revista**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 15 – 40, jul./set. 2011.
- CRUZ, Flávio da; PLATT, Orion Augusto Neto. **Contabilidade de custos para entidades estatais: metodologia e casos simulados**. Belo Horizonte: Fórum, 2007.
- COSTA *et al.* Atuação dos Tribunais de Contas no combate à corrupção: uma análise dos requisitos para uma ação eficaz na visão do corpo técnico do TCE/PE. **V Congresso Anpcont** – Vitória, ES, Brasil – 20 a 23 de junho de 2011.
- GENDRON, Yves, et al. The construction of auditing expertise in measuring government performance. **Accounting, Organizations and Society** 32, 101 – 129, 2007.
- GRACILIANO, Erivelton Araújo, *et al.* *Accountability* na Administração Pública Federal: Contribuição das Auditorias Operacionais do TCU. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 47, p. 43 – 51, jan./mar. 2010.
- HAWKE, Lewis. Australian public sector performance management: success or stagnation? **International Journal of Productivity and Performance Management**, Vol. 61 Iss: 3 pp. 310 – 328, 2012.
- HOGGETT, Paul. New modes of control in the public service. **Public Administration**, Vol. 74 Spring 9-32, 1996.
- HEDLER, Helga Cristina, e TORRES, Cláudio Vaz. Meta-avaliação de Auditorias de Natureza Operacional do Tribunal de Contas da União. **RAC**, Curitiba, v. 13, n. 3, art. 7, p. 468 – 486, Jul./Ago. 2009.
- KERBER, Carlos Roberto, e SIQUEIRA, José Ricardo Maia de. Auditoria de Avaliação da Gestão: um estudo de caso na marinha do Brasil. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 54, p. 27 – 37, mai./ago. 2012.
- LAPSLEY, Irvine. New Public Management: The Cruellest Invention of the Human Spirit? **ABACUS**, Vol. 45, No. 1, 2009.
- MENINI, Lillian Castilho. Democracia Brasileira em Crise – uma reflexão. **Revista Sodebras**, v. 8, n. 95, Nov. 2013.
- MICHELLI, Pietro, NEELY, Andy. Performance Measurement in the Public Sector in England: Searching for the Golden Thread. **Public Administration Review**, July/August 2010.
- PIRES, Roberto Rocha Coelho. Burocracia, discricionariedade e democracia: alternativas para o dilema entre controle do poder administrativo e capacidade de implementação. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 14, n. 54 – Jan./Jun. de 2009.
- POLLITT, Christopher; *et al.* **Desempenho ou legalidade?: auditoria operacional e de gestão pública em cinco países**. Tradução Pedro Buck. Belo Horizonte: Fórum, 2008.
- RIBEIRO FILHO, José Francisco, *et al.* Recomendações em auditoria operacional: uma prospecção de fragilidades, com base na inteligência competitiva. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v. 3, n. 2, p. 191 – 204, mai./ago. 2010.
- SANTA CATARINA. **Lei Complementar nº 202**, de 15 de dezembro de 2000. Disponível em: <http://www.pge.sc.gov.br/index.php?option=com_wrap_per&Itemid=163>. Acesso em 08 nov. 2012.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



A UTILIZAÇÃO DA PARTE MINERAL DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO PARA O CONCRETO

DEBORA ATILA COSTA PARISI; GERLANDO PARISI JUNIOR; SUELLEM ATILA PARISI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
parisi@ufpe.br;gerlandojr@gmail.com.br;suellem.parisi@gmail.com.br

Resumo - O objetivo do trabalho foi analisar a reciclagem da parte mineral do resíduo da construção civil (RCC), utilizando-a como agregado na confecção do concreto. Como no Brasil a cultura da reciclagem deste tipo de resíduo ainda é muito incipiente, não existe o cuidado em separar os diversos tipos de constituintes do resíduo. Assim, para o desenvolvimento deste estudo optou-se por utilizar o resíduo como ele sai. Somente após a obtenção dos resultados se analisou as possibilidades de uso do produto obtido. O resíduo utilizado, coletado de uma unidade de reciclagem de RCC pioneira no estado de PE, foi estudado granulométrica e qualitativamente. A primeira etapa do trabalho foi analisar a viabilidade do uso do agregado de RCC em traços de concreto. A análise granulométrica dos agregados de RCC mostra similaridade com os agregados naturais. As massas específicas aparentes apresentam valores inferiores aos dos agregados naturais, sugerindo maior porosidade e um concreto mais leve que o de referência. Foi produzido concreto, com a parte mineral do resíduo, em diferentes traços e fator água/cimento. Realizaram-se ensaios à compressão simples e à abrasão, em idades distintas. Os testes mostraram uma alta absorção de água do resíduo em relação aos agregados naturais e o elevado fator a/c para melhoria da plasticidade contribuiu para a baixa resistência à compressão quando comparado ao concreto de referência. O concreto com resíduos apresentou menor resistência ao desgaste por abrasão que o concreto de referência, mas todos inferiores a 3 mm. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o resíduo pode ser utilizado como agregado, na confecção de concreto não estrutural destinados a fabricação de peças de concreto para a infraestrutura urbana como elementos de drenagem, guias, sarjetas ou outras aplicações onde não se exijam resistências elevadas como na confecção de blocos de concreto e argamassa que tem as menores exigências de qualidade. Sugere-se um adequado controle, permitindo a valorização do resíduo.

Palavras-chave: Agregados. Reciclagem. Resíduo da Construção Civil.

I. INTRODUÇÃO

O modelo de gestão comumente adotado pela maioria das cidades brasileiras para os RCD é o corretivo. Este modelo de gestão acarreta efeitos “perversos” uma vez que a prática contínua de aterramento, nos ambientes urbanos, com volumes tão significativos, elimina, progressivamente, as áreas naturais (várzeas, vales, mangues e outras regiões de baixada), que servem como escoadouro dos elevados volumes de água concentrados nas superfícies urbanas impermeabilizadas.

Segundo PINTO (1999), a intensidade de geração de resíduos e a extensão dos impactos por ele causados nas

áreas urbanas apontam claramente para a necessidade de ruptura com a ineficácia da Gestão Corretiva. A gestão dos espaços urbanos em municípios de médio e grande porte não mais comporta intervenções continuamente emergenciais.

Somente nas últimas décadas a questão da geração de Resíduos Sólidos Urbanos vem sendo vista como parte importante do saneamento dos ambientes urbanos, uma vez que tem influência direta na qualidade de vida da população. Entre os resíduos gerados no ambiente urbano, estão os chamados Resíduos de Construção e Demolição – RCD, que de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc.

Na composição dos RCD predomina a fração mineral, porém é importante ressaltar que o entulho apresenta características bastante peculiares. Existe uma grande diversidade de matérias-primas, técnicas e metodologias, empregadas na construção civil, que afetam de modo significativo, as características dos resíduos gerados, principalmente quanto à composição e à quantidade. Portanto, o nível de desenvolvimento da construção local reflete-se nas características dos materiais constituintes do entulho, ou seja, a caracterização desse resíduo está condicionada a parâmetros da região de origem (CARNEIRO *et al.*, 2000).

No que se refere aos resíduos provenientes de atividades da indústria da construção civil, somente a partir de janeiro de 2003, quando entrou em vigor a Resolução nº 307 do CONAMA, é que se passou a ter um dispositivo legal capaz de tratar questões específicas dos RCD. Tal Resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção, definindo e ressaltando a responsabilidade do gerador sobre os seus resíduos.

Dentre os muitos aspectos tratados pela Resolução nº 307 do CONAMA, pode-se destacar alguns pontos:

- a classificação dos resíduos da construção de acordo com o seu potencial para reutilização e reciclagem (Art. 3º);
- a proibição da disposição dos resíduos da construção em aterros de resíduos domiciliares (Art. 4º);

- a obrigatoriedade da elaboração, como instrumento de gestão dos resíduos de construção, do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (Art. 5º), o qual deverá incorporar:
 - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores (Art. 7º);
 - projetos de gerenciamento dos resíduos da construção civil, que deverão ser elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos (Art. 8º).

Além das leis e decretos municipais que tratam dos resíduos sólidos urbanos de uma forma geral e aquelas que tangem ao transporte e disposição desses resíduos, algumas cidades brasileiras possuem legislação própria para a questão dos RCD.

Este estudo busca colaborar, com base na legislação vigente, com a correta gestão dos RCD, uma vez que os gastos no sentido de minimizar os impactos negativos gerados pelo não cumprimento das diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção preocupam bastante o poder público e também a sociedade em geral, que constitui a principal vítima dos impactos gerados por esses resíduos.

II. PROCEDIMENTOS

- Metodologia e Desenvolvimento da Pesquisa

As amostras do resíduo de construção utilizadas nesta pesquisa foram coletadas numa unidade de reciclagem de resíduos da construção civil do estado de Pernambuco, a Ciclo Ambiental. Utilizaram-se três amostras (A1, A2, A3) coletadas em meses distintos ao longo de um ano, de forma a obter-se uma boa representatividade do resíduo.



Figura 01 - Unidade de reciclagem de RCC situada em Camaragibe, município da região Metropolitana do Recife

A empresa Ciclo Ambiental é uma empresa pernambucana, pioneira no tratamento de resíduos da Construção Civil, e recebe entulho de construção tanto de obras novas quanto de demolições, produzindo quantidades

substanciais de RCC moído. O material ainda não é utilizado em larga escala por várias razões, sendo a principal, a falta de conhecimento das características do material e seu desempenho.

Os resíduos são descarregados no pátio de estocagem e triagem, onde funcionários retiram manualmente resíduos estranhos ao processo (metal, vidro, madeira, papel e plástico), classificando-os e estocando conforme sua tipologia, a fim de obter-se um agregado reciclado de qualidade definida.

Os RCC são britados, tendo seus componentes desagregados e suas partículas diminuídas. Os resíduos britados são transportados através de correia transportadora até o sistema de peneiramento mecânico. Neste processo os RCC são classificados de acordo com sua granulometria. Nesta etapa os metais, presente no concreto armado, são removidos por um sistema de eletroímã.

As coletas foram realizadas seguindo-se as prescrições da NBR 10007/ 87 - "Amostragem de Resíduos".

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Estruturas que fica no Galpão do Departamento de Engenharia Civil no Centro de Tecnologia e Geociências - CTG da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

Na primeira etapa foi efetuada a determinação das características físicas: composição, granulometria, absorção, massa específica e massa unitária tanto dos agregados naturais como dos resíduos de construção.

Na sequência passou-se a confeccionar traços de concreto com os resíduos utilizando-se os agregado miúdo e graúdo das amostras coletadas para os traços rico (1:3,5), médio (1:5,0) e pobre (1:6,5) por se tratarem de traços abrangentes em termos de dosagens comerciais e o cimento foi o CP II E – 32, de fácil disponibilidade no mercado. Para a obtenção do concreto de referência (R) utilizou-se a areia grossa tradicional e brita nº 1, com diâmetro máximo característico de 19 mm.

Cada traço foi misturado em betoneira, tendo sido medido o abatimento, a massa específica e moldados 12 corpos de prova para ensaios a resistência a compressão simples e resistência do concreto ao desgaste por abrasão, sendo dois para as idades de 7, 28 e 63 dias.

Os corpos de prova cilíndricos de 10x20 cm foram adensados e após 24 horas eram desmoldados e colocados em uma câmara úmida. Para regularização das superfícies de topo dos corpos nos ensaios de compressão foi utilizado o enxofre.

III. RESULTADOS

- Composição do resíduo utilizado

A composição do resíduo de construção civil é muito importante na análise da influência do comportamento deste material para produção de concreto. Nesta análise, a determinação da composição do resíduo foi feita após o beneficiamento do mesmo. Sendo assim, a determinação foi realizada somente para os agregados retidos na peneira 4,8 mm, visto que para os grãos de menor dimensão seria impossível identificar a olho nu de qual tipo de material se tratava.

Utilizou-se a NBR NM 27/ 2001 - "Redução de Amostra de Campo de Agregados para Ensaios de Laboratório", para obter as parcelas analisadas.

Com o objetivo de obter a porcentagem existente de cada constituinte do resíduo, efetuou-se uma análise qualitativa das amostras coletadas.

Depois de concluída a separação do material, cada fração foi pesada e a partir dos resultados das massas obtidas determinou-se a porcentagem de cada constituinte do resíduo, como está apresentado na Tabela 01. O resultado revelou uma predominância do concreto (66,5%), seguido pelas pedras (21%).

Tabela 01- Constituintes percentuais do resíduo de construção e demolição das amostras coletadas

Constituinte	Amostra A1 (%)	Amostra A2 (%)	Amostra A3 (%)	Valor Médio (%)
Argamassa	11,7	0,7	5,8	6,1
Concreto	64,4	59,2	76	66,5
Material Cerâmico	5,8	1,2	7,2	4,7
Pedras	13,6	38,7	10,8	21
Cerâmica polida	1,2	-	0,2	0,5
Asfalto	2,4	0,2	-	0,9
Outros	0,8	-	-	0,3

A Figura 02 apresenta a distribuição média da composição do resíduo analisado.

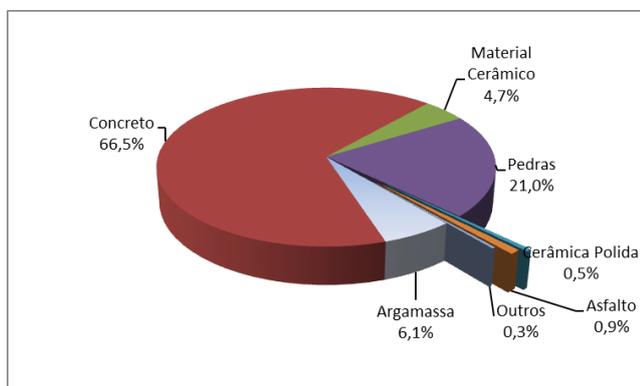


Figura 02- Distribuição média da composição do resíduo

- Caracterização granulométrica do resíduo

O estudo da composição granulométrica dos agregados, tanto natural quanto reciclado, miúdo e graúdo, foi realizado de acordo com as especificações da NBR NM 248 /2001- “Agregados - Determinação da composição granulométrica”.

As amostras ensaiadas foram de 1000 g para o agregado miúdo e de 5000g para o agregado graúdo, com teor de umidade $h = 0\%$.

A análise granulométrica dos agregados de RCC mostra similaridades com os agregados naturais. O aspecto do material pode ser visualizado na Figura 03.

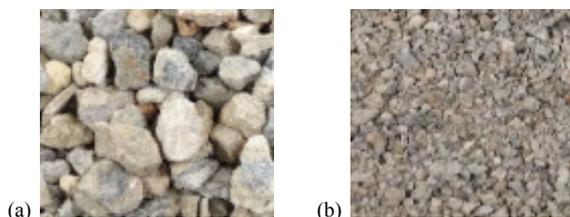


Figura 03 – (a) Agregado graúdo utilizado; (b) Agregado miúdo utilizado

Os resultados da composição granulométrica dos agregados miúdo e graúdo estão apresentados nas Figuras 04 e 05.

Os módulos de finura encontrados para os agregados miúdos foram: 3,19 (amostra A1), 2,49 (amostra A2), 2,78(amostra A3) e 2,48 (agregado natural).

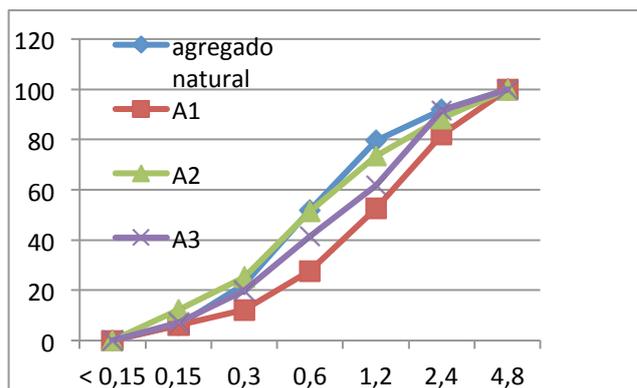


Figura 04 – Curvas granulométricas do agregado miúdo natural e reciclado (máximo 100%)

Os módulos de finura encontrados para os agregados graúdos foram: 3,83 (amostra A1), 4,14 (amostra A2), 3,97 (amostra A3) e 4,05 (agregado natural).

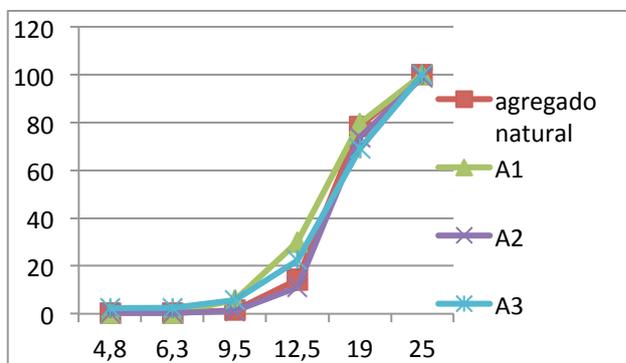


Figura 05 – Curvas granulométricas do agregado graúdo natural e reciclado (máximo 100%)

Os resíduos analisados apresentaram uma boa distribuição granulométrica, com a presença de diferentes diâmetros o que permite um melhor arranjo das partículas.

- Determinação da absorção dos agregados miúdo e graúdo de RCC

Calculada para o agregado miúdo segundo a NM 30/2000 - “Agregado miúdo - Determinação da absorção de água”, e para o agregado graúdo segundo NM 53/ 2009- “Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água”.

Os resultados das taxas de absorção dos agregados miúdos e graúdos estão apresentados nas Tabelas 02.

Tabela 02 - Taxas de absorção dos agregados miúdos e graúdos reciclados e do agregado miúdo natural.

Amostras	A (%) Agregado miúdo	A (%) Agregado graúdo
A1	6,89	3,29
A2	14,06	3,49
A3	10,37	4,17
Agregado natural	0,8	0,16

As taxas médias de absorção dos agregados miúdo e gráudo reciclado foram 10,44 % e 3,65 %, respectivamente.

- Determinação da massa específica e da massa unitária dos agregados miúdo e gráudo de RCC

Utilizou-se a orientação da NM 52: 2002 – “Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente”, e a NM 53/ 2009- “Agregado gráudo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água”.

Os resultados estão apresentados na Tabela 03.

A massa unitária do agregado é definida como a relação entre a massa e o volume de uma determinada quantidade de agregado seco. Ela difere da massa específica absoluta e da massa específica aparente, pois o volume a ser considerado é o volume de agregado e dos vazios presentes. A massa unitária solta é obtida considerando-se o volume da amostra lançada a uma altura de 10 cm sem que seja comprimida.

A massa unitária dos materiais depende do grau de adensamento e da compacidade do material, ou seja, da quantidade de vazios existentes entre suas partículas.

Segundo MEHTA e MONTEIRO (1994), a massa unitária aproximada dos agregados comumente utilizados em concreto normal varia de 1,30 a 1,75 kg/dm³, citado por Zordan (1997).

Estudos de SILVA, SOUZA e SILVA (1996), mostraram que a massa específica média do entulho por eles analisados, era da ordem de 2,52 kg/ dm³, citado por Zordan (1997).

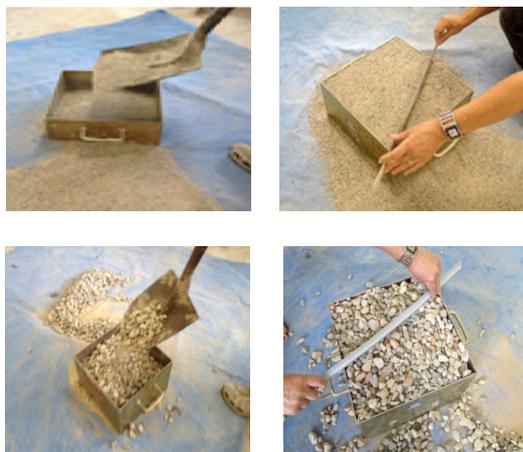


Figura 06 – Determinação da massa unitária dos agregados no estado solto

O ensaio foi realizado conforme a NBR NM 45: 2006- “Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios” e os resultados apresentados na Tabela 03.

Tabela 03- Massa específica e Massa unitária dos agregados miúdos e gráudos das amostras e do agregado miúdo e gráudo natural

Faixa Granulométrica	Agregado miúdo		Agregado gráudo		
	Amostra	γ (g/dm ³)	Massa unitária (kg/ dm ³)	γ_s (kg/ dm ³)	γ_{sss} (kg/ dm ³)
A1	2,43	1,31	2,35	2,43	1,30
A2	2,47	1,31	2,39	2,47	1,31
A3	2,38	1,23	2,29	2,39	1,24
Agregado natural	2,63	1,54	2,76	2,76	1,46

γ - massa específica do agregado miúdo; γ_s – massa específica do agregado gráudo na condição seca; γ_{sss} – massa específica do agregado gráudo na condição saturada superfície seca

A massa específica dos agregados reciclados foi 7 % e 15 % menor que a massa específica dos agregados naturais miúdos e gráudos, respectivamente. Também a massa unitária dos agregados reciclados foi inferior à massa unitária dos agregados naturais miúdos e gráudos, 17% e 13 %, respectivamente.

Confecção do concreto

O cimento utilizado na pesquisa foi o CP II E - 32, por tratar-se de um material de fácil disponibilidade no mercado e, principalmente, por ser o cimento geralmente utilizado na produção dos elementos construtivos não estruturais de infraestrutura urbana.

Além do resíduo utilizado no concreto objeto de análise desta pesquisa, usou-se também areia grossa tradicional e brita nº 1, com diâmetro máximo de 19 mm, por ser uma granulometria comumente utilizada nos canteiros de obras da região, para a confecção dos concretos de referência, destinado na comparação dos resultados.

- Traços utilizados

Utilizou-se os traços, em massa, de 1:3,5; 1:5 e 1:6,5, por se tratarem de traços abrangentes em termos de dosagens comerciais

- Relação água/ cimento

O estudo de dosagem experimental foi feito seguindo o método de dosagem IPT/EPUSP, apresentado por Helene e Terzian, tendo sido escolhido o teor ideal de argamassa dos concretos de 55%. A relação água/ cimento utilizada em cada traço e para cada amostra, foi definida por tentativas, durante o estudo de dosagem e estipulada, em abatimento, de 30 ± 10 mm para o concreto feito com o resíduo e de 50 ± 10 mm para o concreto de referência, valores obtidos no estudo realizado por Zordan (1997), visando a melhor trabalhabilidade do concreto e o menor consumo de água.

Tabela 04 - Resultados da consistência, relação a/c.

Amostra Utilizada	Traço Utilizado	Consistência (cm)	a/c
A1	1:3,5	3,97	0,81
	1:5	4,0	0,88
	1:6,5	3,67	1,13
A2	1:3,5	4,0	0,80
	1:5	3,83	0,94
	1:6,5	3,70	1,14
A3	1:3,5	4,17	0,72
	1:5	3,5	0,93
	1:6,5	4,67	0,97
R	1:3,5	4,0	0,45
	1:5	4,07	0,66
	1:6,5	4,0	0,74

Os valores da relação a/c são maiores no concreto com resíduos que o utilizado na confecção do concreto de referência, em virtude da grande capacidade de absorção do resíduo, principalmente pela fração constituída por material pulverulento.

Observando a relação a/c para cada traço de concreto com resíduo de construção, verifica-se que a relação mais próxima do concreto referência é a do traço 1:5 que ficou 38% acima, enquanto nos traços 1:3,5 e 1:6,5 ficou 54% e 45% maior que a do concreto de referência.

No estudo realizado por Zordan & Paulon, utilizando um concreto de referência, com agregados naturais, e 4 famílias utilizando agregados reciclados de resíduos da construção e demolição, os resultados mostraram que para se obter consistências semelhantes houve a necessidade de se aumentar a relação água/cimento nos concretos com agregados reciclados.

- Resistência à compressão simples

Analisando os concretos onde se utilizou as amostras de resíduos como agregado, pode-se ver que a resistência diminui à medida que o consumo de cimento diminui para os traços mais fracos.

Tabela 05- Resultados da resistência a compressão simples aos 28 dias com a porcentagem atingida pela resistência de cada amostra, em relação àquela atingida pelo concreto de referência.

Amostra Utilizada	Traço Utilizado	Resistência (MPa)	% da Resistência em relação ao Concreto de referência
		28 dias	
A1	1:3,5	14,95	66%
	1:5	10,85	71%
	1:6,5	9,75	66%
A2	1:3,5	13,83	61%
	1:5	11,95	78%
	1:6,5	7,35	50%
A3	1:3,5	14,50	64%
	1:5	12,05	79%
	1:6,5	6,6	45%
R	1:3,5	22,65	100%
	1:5	15,30	100%
	1:6,5	14,70	100%

Comparando-se os concretos com resíduos e o de referência, observa-se que quanto mais fraco o traço menor a resistência dos concretos com resíduos e o de referência.

A Tabela 06 mostra os resultados da resistência à compressão simples obtida aos 63 dias.

Tabela 06 - Resistência à compressão aos 63 dias - Valores médios (MPa)

AMOSTRAS UTILIZADAS				
TRAÇOS	A1	A2	A3	Agregado natural
1:3,5	17,6	15,9	14,95	27,18
1:5	13,2	13,45	14,09	18,2
1:6,5	10,4	8,75	7,65	17,7

Há uma relação semelhante àquela apresentada aos 28 dias.

O aumento de resistência do concreto ocorrido dos 28 aos 63 dias foi mais significativo no traço 1:5 (17%).

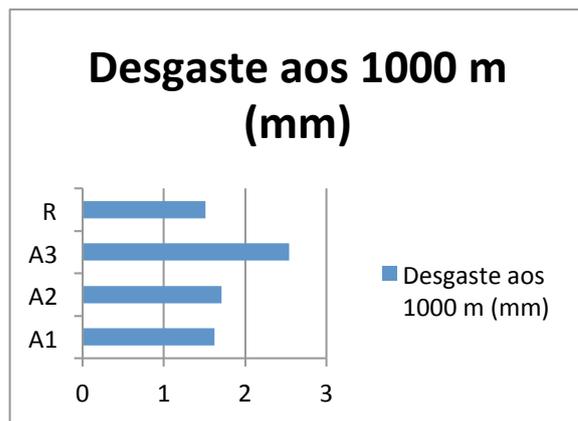
No estudo realizado por Zordan & Paulon, utilizando um concreto de referência, com agregados naturais, e 4 famílias utilizando agregados reciclados de resíduos da construção e demolição, os resultados mostraram que o concreto de referência apresentou resistências à compressão superiores aos concretos com agregados reciclados. Nos traços mais pobres (menor consumo de cimento) os valores de resistência obtidos pelo concreto com resíduos se aproximaram mais dos apresentados pelo concreto de referência.

- Resistência do concreto ao desgaste por abrasão

Nos ensaios realizados, a resistência ao desgaste por abrasão dos concretos com resíduos foi menor que a obtida nos ensaios do concreto de referência, conforme apresenta a Figura 07. O parâmetro utilizado para medir esta resistência é o desgaste sofrido pelo corpo de prova aos 1.000 metros de percurso. Ele ficou em média, 29,8% maior que o medido no concreto de referência.

Segundo a NBR 9457 –“Ladrilhos hidráulicos para pavimentação — Especificação e métodos de ensaio”, utilizada para avaliar este ensaio em pisos de concreto, os concretos confeccionados com as diferentes amostras de resíduo satisfazem as prescrições desta norma, já que segundo ela, o desgaste aos 1.000 m deve ser inferior a 3 mm.

Tabela 07- Valores obtidos no ensaio de desgaste à abrasão



IV. CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos realizados permitiram concluir que:

- 1) O resíduo de construção utilizado no desenvolvimento desta pesquisa apresentou na sua composição grande quantidade de concreto (66,5%), seguido por pedras (21%), conforme pode ser visto na Tabela 01 e Figura 02.
- 2) O agregado miúdo e graúdo reciclado evidenciou um material com granulometria contínua, aspecto considerado positivo para produção de concretos devido ao melhor arranjo existente entre as partículas;

- 3) A massa específica e a massa unitária do agregado miúdo reciclado foi 7% e 17% inferior do agregado miúdo natural enquanto a massa específica na condição seca e a massa unitária do agregado graúdo reciclado foi 15% e 13% inferior do agregado graúdo natural (resultados esperados). Tais reduções nas massas específicas e unitárias dos agregados reciclados ressaltam a necessidade de compensar o volume de material reciclado utilizado em misturas de concreto obtidas a partir de traços de concreto convencional.
- 4) As taxas de absorção dos agregados miúdos e graúdos reciclados são bastante elevadas, 10,44 % e 3,65%, respectivamente (resultado esperado). Os concretos com agregados reciclados necessitam de mais água que os concretos convencionais em virtude da alta taxa de absorção apresentada pelo material reciclado.
- 5) O aumento de resistência do concreto ocorrido dos 28 aos 63 dias, foi mais significativo no traço 1:5 (17%) que nos traços 1:3,5 e 1:6,5 (12 % e 13%, respectivamente). Isto pode ter ocorrido pelo fato de que a relação a/c mais próxima ao concreto de referência é a do traço 1:5, que ficou 38% acima, enquanto nos traços 1:3,5 e 1:6,5 ficou 54% e 45% maior que a do concreto de referência.
- 6) A resistência à compressão simples, aos 28 dias, obtida pelos concretos com resíduo reciclado, representou em média, 64%, 76% e 54% da resistência do concreto de referência, utilizando-se os traços 1:3,5, 1:5 e 1:6,5, respectivamente. Novamente, observa-se que a resistência obtida no traço 1:5 no concreto com resíduo reciclado se aproxima mais do concreto de referência.
- 7) A resistência ao desgaste à abrasão apresentada pelo concreto com resíduos ficou em média 29,8% menor que o medido no concreto de referência;

Os resultados dos ensaios permitiram concluir que o resíduo pode ser utilizado como agregado, na confecção de concreto não estrutural destinados à infraestrutura de pavimentação urbana, que tem as menores exigências de qualidade.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. São Paulo, 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli (1); ZORDAN, Sérgio Eduardo (2); JOHN, Vanderley Moacyr (3) Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.

CARNEIRO, Alex Pires; BRUM, Irineu S.; COSTA, Dayana B.; ALBERTE, Elaine P. V.; SAMPAIO, Tais S.. Reciclagem do entulho da região metropolitana de Salvador para a produção de materiais de construção de baixo custo. IX - SILUBESA, PORTO SEGURO, 2000. ARTIGO TÉCNICO, 2000, Porto Seguro, BA, 2000. 10p

JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção, 1996, São Paulo.

Anais... São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. 161 p. p. 21-30.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001, 290 f. Tese (Doutorado em engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2001.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p.

ZORDAN, S. E. A Utilização do Resíduo como Agregado na Confecção do Concreto. Campinas: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), 1997. 140p

ZORDAN, S. E.; PAULON, V. A. A utilização do entulho como agregado para o concreto. In: Reciclar para Construir. Artigos Técnicos. 12 p.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.



AVALIAÇÃO DA USINABILIDADE DO FERRO FUNDIDO VERMICULAR CLASSE 350 ATRAVÉS DO PROCESSO DE FRESAMENTO FRONTAL

ELÇO DA SILVA¹; WILSON LUIZ GUESSER¹

1-UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC)

elco@tupy.com.br

Resumo - Atualmente trabalha-se muito na melhoria da resistência mecânica dos materiais utilizados na confecção de peças automotivas. E está sendo um desafio para a usinagem realizar seu processo nesses materiais, devido ao alto tempo de usinagem e alto custo com ferramentas de corte. Esta foi uma dificuldade inicial no desenvolvimento de blocos de motor em ferro fundido vermicular, e que motivou uma série de estudos. O objetivo deste trabalho é avaliar a usinabilidade do ferro fundido vermicular classe 350 comparando com o vermicular classe 400 e 450 e o cinzento classe 300. O ferro fundido vermicular classe 350 está sendo estudado para aplicação em cabeçotes de motores. Para a realização dos testes foram utilizados dois tipos de insertos para a ferramenta (fresa), o inserto de metal duro (MD) e o inserto de nitreto cúbico de Boro (CBN). Adotaram-se duas condições de cortes diferentes para o inserto de MD, com o intuito de avaliar o comportamento da usinabilidade com o aumento da velocidade de corte (V_c) e uma condição de corte para o inserto de CBN. A avaliação da usinabilidade foi realizada através da análise do desgaste de flanco máximo ($VB_{m\acute{a}x.}$) da aresta de corte do inserto. Os resultados mostram que com o aumento da velocidade de corte para ambos os materiais em estudo, há um aumento do desgaste da ferramenta. E que as ligas em ferro fundido vermicular foram as que apresentaram pior usinabilidade, quando comparado com o ferro fundido cinzento. Observou-se também que com o aumento de ferrita na matriz das ligas em vermicular ocorreu um maior desgaste da ferramenta

Palavras-chave: Ferro Fundido Vermicular. Fresamento. Desgaste de Ferramenta.

I. INTRODUÇÃO

Na busca para fabricação de motores a diesel que desenvolvam maiores potências, que desempenham melhores rendimentos e com menor impacto ambiental, se estudam novos materiais para aplicação nos componentes que fazem parte do motor, como é o caso do bloco e o cabeçote de motor.

Com a fabricação de blocos de motores utilizando o ferro fundido vermicular (CGI) alcançou-se maiores potências e conseqüentemente maiores taxas de compressão nestes motores. Isto é devido ao fato que o ferro fundido vermicular apresenta propriedades mecânicas superiores e também características de amortecimento e condutividade térmicas similares quando comparadas ao ferro fundido cinzento. O ferro fundido cinzento é um material muito utilizado na confecção de blocos e cabeçotes de motores. Porém, com o aumento nas taxas de compressão o cabeçote de motor pode sofrer trincas e deformações, motivos pelos quais também devem ser confeccionados com materiais com propriedades mecânicas superiores. Com base nesta diretriz, o intuito deste trabalho será a avaliação da usinabilidade do

ferro fundido vermicular classe 350 para aplicação em cabeçote de motor.

O objetivo deste trabalho é avaliar a usinabilidade do ferro fundido vermicular classe 350 em comparação ao vermicular classe 400 e classe 450 e o cinzento classe 300. A usinabilidade será avaliada através do desgaste da aresta de corte do inserto. Para os ensaios serão utilizados dois tipos de insertos na ferramenta (fresa). Um inserto de metal duro (MD) e o outro de CBN (Nitreto Cúbico de Boro), variando as velocidades de corte (V_c) e mantendo constante o avanço por dente (f_z) e a profundidade de corte (a_p). O processo de usinagem adotado neste trabalho foi o fresamento frontal a seco (sem refrigeração).

Na utilização do CGI para fabricação de blocos e cabeçotes de motores há uma redução das dimensões do motor e conseqüentemente a redução do peso do motor, pois o ferro fundido vermicular possibilita a confecção das paredes da peça com espessuras menores devido a suas melhores características de resistência mecânica. Com esta redução de peso e das dimensões dos motores há diminuição dos impactos ambientais como a redução da emissão de gases devido à combustão mais eficiente, e redução de ruídos devido a menores dimensões da região em contato entre as peças do sistema mecânico.

Os ferros fundidos vermiculares apresentam, de uma maneira geral, propriedades intermediárias entre os cinzentos e os nodulares, e assim também se verifica com relação à usinabilidade. Como a principal aplicação atual dos ferros fundidos vermiculares é em blocos de motor, as tentativas iniciais foram de usinar estas peças em vermiculares nas mesmas linhas de usinagem que operam com ferro fundido cinzento, verificando diferenças consideráveis, principalmente nas operações de usinagem dos cilindros (mandrilamento e acabamento) (GUESSER, 2009).

O principal obstáculo para a introdução de CGI em volume de Produção automotiva é que a sua usinagem é distintamente mais difícil do que o ferro fundido cinzento. Enquanto a vida da ferramenta em alta velocidade de corte é reduzida em cerca de 50% para a operação de corte de fresamento interrompido, que é ainda mais reduzido para menos 10% na operação de corte contínuo de cilindro. Uma diferença essencial do corte contínuo é que as temperaturas das ferramentas são consideravelmente mais elevadas, do que no corte interrompido (REUTER *et al*, 1999).

A morfologia da grafita é um parâmetro chave na determinação da usinabilidade do CGI. Estas formas da grafita prendem as fissuras que se propagam e impõem um modo de fratura dúctil e não quebradiço (ferro fundido

cinzento). A influência da forma da grafita pode ser estendida para explicar a diferença na usinabilidade entre o ferro fundido nodular e o vermicular. Com o aumento da nodularidade no CGI, aumenta a resistência e a ductilidade. Isso explica as observações de que o ferro fundido tem aproximadamente a metade da vida útil da ferramenta no CGI em conteúdos iguais de perlita e sob condições de usinagem iguais. As mudanças também no conteúdo de perlita não fornecem uma usinabilidade para o CGI igual ao ferro fundido cinzento. Em geral, os três caminhos disponíveis para aperfeiçoar a usinabilidade do CGI incluem: a melhoria na robustez dos materiais de ferramentas, a melhoria das técnicas de usinagem, e a melhoria do CGI em si (DAWSON, 1999).

II. PROCEDIMENTOS

2.1 Corpo de Prova

O corpo de prova utilizado para realização dos testes está apresentado, conforme ilustrado e dimensionado na figura 1. O custo para o processo de fundição desse corpo de prova é baixo, pois não apresenta cavidades complexas, além de favorecer o estudo do processo de fresamento devido a apresentar corte interrompido.

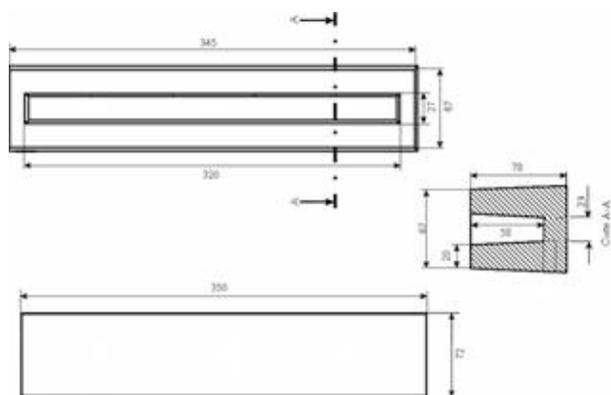


Figura 1 - Desenho do corpo de prova para ensaios de usinabilidade por fresamento

2.2 Materiais Utilizados

Os materiais utilizados neste trabalho foram: o ferro fundido vermicular classe 450 (FV 450), vermicular classe 400 (FV 400), vermicular classe 350 (FV 350) e o ferro fundido cinzento classe 300 (FC 300).

Na tabela 1, estão apresentados os teores de cobre que é o elemento utilizado para obter diferentes quantidades de perlita na matriz. Com base nesta tabela, verifica-se que com a redução do percentual de cobre há uma diminuição na quantidade de perlita na matriz. No caso do FV 350 com 0,204% de Cu, obteve-se uma matriz 30% perlítica.

Tabela 1 - Percentual de Cobre em cada material estudado.

Material	Cu (%)
FC 300	0,906
FV 450	0,966
FV 400	0,434
FV 350	0,204

Para a análise microestrutural, foram retiradas amostras em regiões determinadas do corpo de prova. As

amostras foram polidas com pasta de diamante de três microns e quimicamente atacadas com nital 3%.

A caracterização microestrutural das amostras foi realizada através de um microscópio óptico da marca Nikon com ampliação de 50 a 1000 vezes. Para obtenção das fotos, foi ligada ao microscópio uma câmera e esta a um computador. Utilizou-se o software Image Pro Plus versão 6.1 para formatação das imagens.

Para realização da medição da dureza em escala Brinell (HB) nos materiais estudados, foi utilizado um durômetro da marca Wolpert, com capacidade de 187,5 a 3000 Kgf. E fez-se o uso de uma esfera de 5 mm de diâmetro e carga de 750 Kgf para as identações. Para as medições de microdureza em escala Vickers (HV), utilizou-se o microdurômetro da marca Leitz Wetzlar e também o microdurômetro da marca Shimadzu. O primeiro foi utilizado para aplicar uma carga de 100g e o segundo uma carga de 10g sobre os microconstituintes das amostras (ferrita e perlita). Isso se fez necessário devido à ferrita existente na liga do ferro fundido vermicular classe 400 ser muito fina, impossibilitando ser medida a microdureza com uma carga acima de 10g.

Para determinação das propriedades mecânicas, utilizou-se uma máquina de tração universal da marca EMIC com capacidade de 60 KN. Utilizou-se a norma DIN 50125, como referência para preparação das amostras das ligas em ferro fundido vermicular, e a norma DIN EN 1561 para preparação da amostra da liga em ferro fundido cinzento. Ressalta-se que os valores das propriedades mecânicas assim obtidas não caracterizam a classe de material, já que não foram obtidos de amostras com as dimensões padrões.

2.3 Preparação dos Corpos de Prova

Os corpos de prova foram pré-usinados antes de realização dos testes. Foi realizado o faceamento na parte inferior (para melhor assentamento na mesa da máquina) e na face superior (para eliminar qualquer resíduo proveniente do processo de fundição que possa interferir no desgaste do inserto no primeiro passe). Para realizar este processo de faceamento foi necessária a retirada de 2,00mm de material em ambas as faces. Os corpos de prova também foram esquadrejados, nas partes laterais de sua base (face inferior), com uma altura de 32mm para uma melhor robustez na fixação do mesmo na mesa da máquina.

2.4 Ferramentas Utilizadas

A ferramenta utilizada neste trabalho foi um cabeçote de fresar com o diâmetro de 80mm. Confeccionado pela empresa UBRA, modelo UBR 126961, com alojamento para oito insertos. Os insertos utilizados são de dois tipos de materiais. Um de metal-duro (MD) denominado como PR905 e o outro de CBN (Cubic Boron Nitride). Os dois insertos são de geometria semelhante, por serem do mesmo modelo (SNMN), porém o de CBN possui um raio de 1,2 mm na aresta de corte e o de MD um raio de 0,8mm.

2.5 Critério de Fim de Vida

O critério utilizado para o fim de vida da ferramenta foi o desgaste máximo de flanco ($VB_{máx}$) de 0.6mm, também utilizado por Viana (2009) e usual em vários trabalhos realizados, disponíveis na literatura, utilizando o processo de fresamento frontal.

2.6 Máquina Utilizada

Os ensaios, para a avaliação de vida das ferramentas, foram realizados na área de usinagem da Tupy SA. Foi utilizado um centro de usinagem da marca Mazak (modelo FJV 200).

Esta máquina possui as seguintes características: capacidade de potência máxima igual a 35,2 KW e rotação máxima de 12.000 rot/min. O cone utilizado nessa máquina é do modelo HSK (cone com haste vazada).

2.7 Sistema de fixação

Os corpos de prova foram fixados através de um sistema de fixação excêntrico. Os dois encostos fixos tem como função, apoiar e alinhar os corpos de prova, ou seja, são as referências laterais. Já o encosto com sistema excêntrico funciona para realizar o aperto e a fixação do corpo de prova contra os encostos fixos. Este sistema foi escolhido por propiciar uma fixação robusta e de fácil manuseio para retirada e colocação dos corpos de prova na máquina.

2.8 Medição do Desgaste de Ferramenta

A avaliação do desgaste do inserto foi realizado através de um microscópio Olympus, com ampliação máxima de 45 vezes, interligado a um computador. Através do software Image Pró-Express pôde-se avaliar e medir o desgaste ocorrido na aresta de corte do inserto utilizado na fresa.

2.9 Metodologia dos Ensaios de Usinagem

Estão apresentadas na tabela 2 as quantidades de ensaios para cada liga em estudo, com suas respectivas condições de corte. Desta forma, foram realizados 32 ensaios: o inserto de metal duro foi utilizado em duas condições de corte diferentes e o inserto de CBN em uma única condição de corte, ambas para cada liga. Realizaram-se duas repetições para cada ensaio com inserto de metal duro e uma repetição para o ensaio com inserto de CBN.

Utilizou-se para cada ensaio um único inserto na ferramenta (fresa) para a avaliação da usinabilidade.

Tabela 2 - Quantidades de ensaios para os testes de usinabilidade.

Ensaio	Material	Inserto	Vc [m/min]	fz [mm/dente]	ap [mm]	Repetições
1	FC 300	MD	250	0,1	1	2
2	FC 300	MD	380	0,1	1	2
3	FC 300	CBN	1600	0,1	1	1
4	FV 450	MD	250	0,1	1	2
5	FV 450	MD	380	0,1	1	2
6	FV 450	CBN	1600	0,1	1	1
7	FV 400	MD	250	0,1	1	2
8	FV 400	MD	380	0,1	1	2
9	FV 400	CBN	1600	0,1	1	1
10	FV 350	MD	250	0,1	1	2
11	FV 350	MD	380	0,1	1	2
12	FV 350	CBN	1600	0,1	1	1

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização dos Materiais em Estudo

A caracterização microestrutural das amostras foi realizada através de um microscópio óptico. Com base nas imagens obtidas no microscópio foi possível determinar nos materiais estudados o tipo de grafita e sua forma e a quantidade de ferrita e de perlita, conforme tabela 3.

Tabela 3- Análise Microestrutural

Material	% vermicular	% nodular	Forma da Grafita	% perlita	% ferrita
FC 300	0	0	I	100	0
FV 450	90	10	III e VI	100	0
FV 400	88	12	III e VI	87	13
FV 350	90	10	III e VI	30	70

As imagens abaixo (figura 2, 3, 4 e 5) mostram as micrografias dos materiais em estudo, sendo a imagem à esquerda sem ataque, ou seja, somente polida e a direita com ataque nital 3%. Estas imagens estão com um aumento de 100 vezes de ampliação.



Figura 21 - Micrografias do ferro fundido cinzento classe 300

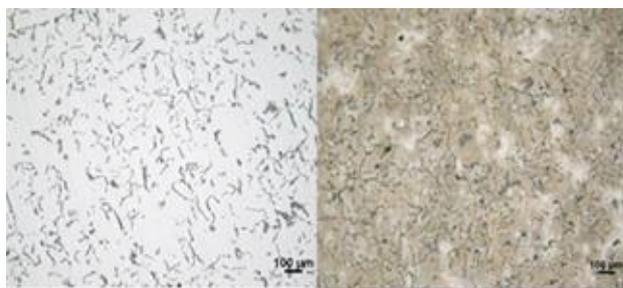


Figura 3 - Micrografias do ferro fundido vermicular classe 450



Figura 4 - Micrografias do ferro fundido vermicular classe 400

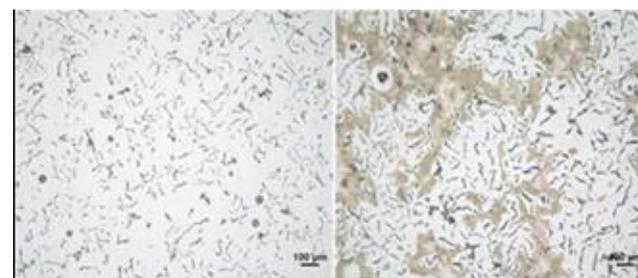


Figura 5 - Micrografias do ferro fundido vermicular classe 350

A dureza superficial e a microdureza obtidas nas ligas dos materiais estudados estão apresentados da tabela 4 e 5.

Tabela 4 - Resultados da Dureza Superficial.

Material	FC 300	FV 450	FV 400	FV 350
Dureza Superficial [HB]	232	234	223	148
Desvio Padrão	9	10	8	7

Tabela 5 - Resultados da Microdureza.

Material	FC 300	FV450	FV 400		FV 350	
	Perlita (HV _{0,05})	Perlita (HV _{0,05})	Ferrita (HV _{0,05})	Perlita (HV _{0,05})	Ferrita (HV _{0,05})	Perlita (HV _{0,05})
Microdureza	325	335	220	319	197	327
Desvio Padrão	7	9	9	8	5	10

A análise da resistência mecânica foi realizada em um corpo de prova de cada liga estudada, os resultados estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Resultados da resistência mecânica dos materiais estudados.

Material	FC 300	FV 450	FV 400	FV 350
LE [MPa]	-	370	339	258
LR [MPa]	327	522	500	348
Aalongamento [%]	-	1,02	1,64	5,1

Através das tabelas acima, podem-se verificar: que a diferença de nodularidade entre as amostras de ferro fundido vermicular é muito pequena, o que mostra o bom controle de processo na obtenção destes materiais. A liga FV 350 apresenta um percentual de ferrita de consideravelmente superior ao FC 300, ao FV 450 e ao FV 400, e esta é uma diferença microestrutural importante. Com relação à dureza superficial o FC 300 e o FV 450 apresentam resultados similares; os valores de dureza decrescem para as classes FV 400 principalmente para a liga FV 350. O FC 300, como era esperado, é o que apresenta o menor limite de resistência quando comparado ao FV 350 e ao FV 450. Verifica-se que nas ligas em ferro fundido vermicular com o aumento do percentual de perlita há um aumento na dureza e consequentemente no limite de resistência.

3.2 Ensaios de Vida da Ferramenta

As curvas de vida da ferramenta foram determinadas através da média dos três ensaios para os insertos de metal duro (MD) e dois ensaios para os insertos de CBN, conforme descrito na tabela 2, que mostra a sequência destes ensaios. Os ensaios foram realizados sem refrigeração e adotou-se como fim de vida da ferramenta um desgaste máximo de flanco da aresta de corte de 0,6mm (VB_{máx} = 0,6mm). Para o inserto de metal duro utilizou-se duas condições de cortes diferentes, no intuito de avaliar o comportamento do desgaste da ferramenta com relação ao aumento da velocidade de corte para os materiais em estudado. Para o inserto de CBN utilizou-se somente uma condição de corte. Os resultados de desgaste dos insertos de metal duro para os materiais estudados, estão apresentados nas figuras 6 e 7.

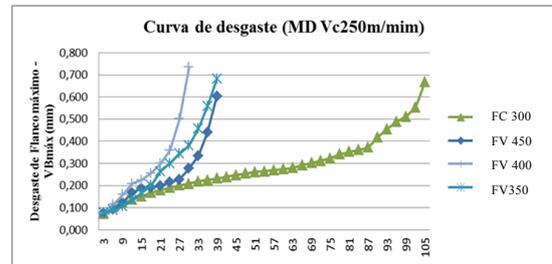


Figura 6 - Curvas de desgaste para os Insertos de Metal Duro

Através da figura 6 pode-se observar que com o inserto de metal duro utilizando uma velocidade de corte igual a 250m/mim, o FC 300 foi o que apresentou uma melhor usinabilidade dentre os materiais estudados, realizando 103 passes sobre o corpo de prova. O desgaste de flanco máximo (VB_{máx}) no ferro fundido vermicular classe 450 (FV 450) até o passe 27 comportou-se muito próximo do desgaste apresentado no FC 300 porém, na sequência a aresta de corte começou a apresentar um desgaste acentuado atingindo o seu VB_{máx} com 39 passes. O ferro fundido vermicular classe 400 (FV 400) foi o que apresentou uma pior usinabilidade para esta condição de corte, realizando somente 28 passes sobre o corpo de prova. Na sequência, o ferro fundido vermicular classe 350 (FV 350) que apresentou 37 passes ficando com sua usinabilidade entre o FV 450 e o FV 400. Na figura 7 pode-se observar que utilizando o mesmo inserto de metal duro, porém, com uma velocidade de corte de 380m/mim, o FC 300 também foi o que apresentou a melhor usinabilidade, realizando 70 passes sobre o corpo de prova.

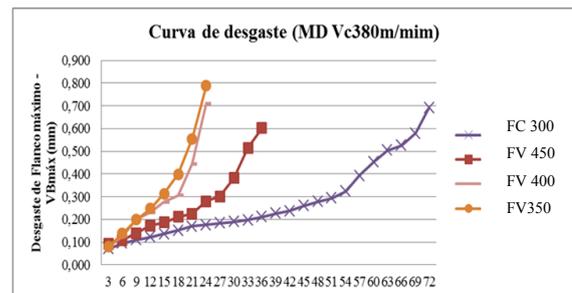


Figura 7 - Curvas de desgaste para os Insertos de Metal Duro

O FV 450 até o passe 21 apresentou um desgaste de flanco máximo muito próximo do desgaste apresentado no FC 300 sendo que na sequência a aresta de corte começou a apresentar um desgaste maior chegando a 36 passes. Para esta condição de corte o FV 350 foi o que apresentou uma pior usinabilidade, atingindo 23 passes sobre o corpo de prova. O FV 400 apresentou 24 passes ficando ligeiramente superior a sua usinabilidade em relação ao FV 350. Compararam-se esses dados com o resultado mostrado na figura 6, notou-se que com o aumento da velocidade de corte o FV 350, que antes a sua usinabilidade era intermediária ao FV 450 e o FV 400, passou a apresentar uma pior usinabilidade para esta condição de corte que é superior.

Na figura 8 estão apresentados todos os dados coletados para o inserto de metal duro, para uma melhor comparação entre as curvas de desgaste para os materiais em estudo, com as suas respectivas condições de corte.

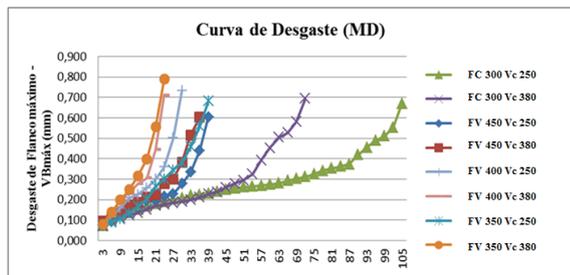


Figura 8 - Curvas de desgaste para os Insertos de Metal Duro

Na figura 9 pode-se avaliar o comportamento do desgaste da ferramenta de CBN para os materiais estudados.

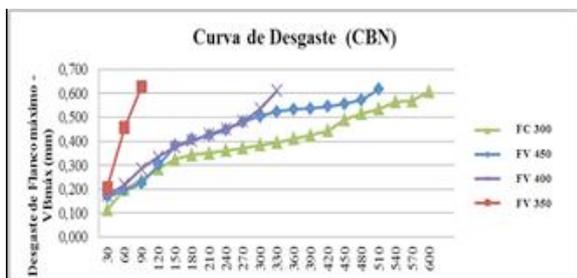


Figura 9 - Curvas de desgaste para o Inseto de CBN

O FC 300 é o que apresenta uma melhor usinabilidade, efetuando 600 passes sobre o corpo de prova. Segue-se o FV 450 com 500 passes. Em seguida situa-se o FV 400, com 330 passes. O FV 350 foi o que apresentou a pior usinabilidade realizando somente 88 passes. Esta sequência é similar à observada com os ensaios de metal duro.

Nas figuras 10 e 11 pode-se visualizar o comprimento usinado por cada inserto em diversas velocidades de corte, até atingir o desgaste máximo estabelecido ($VB_{max} = 0,6mm$).

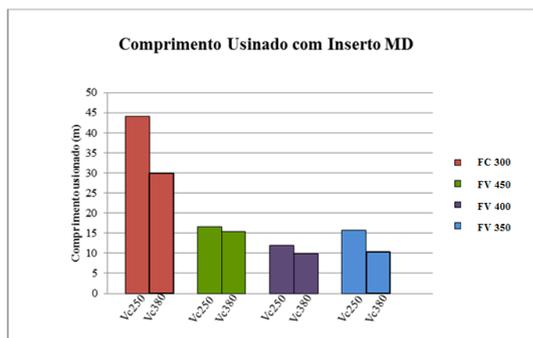


Figura 10 - Curvas de desgaste para o Inseto de MD

O comprimento usinado pelo inserto de metal duro, nas duas velocidades de corte utilizadas, pode ser avaliado através da figura 10. O FC 300 atingiu um comprimento usinado muito superior, tendo uma diferença acima de duas vezes o comprimento usinado quando comparado aos vermiculares. Os vermiculares apresentam resultados muito similares, de 10 a 15m de comprimento usinado. Entre os vermiculares, os que apresentaram o menor comprimento usinado foram: FV 400 e o FV 350 fresados com uma velocidade de corte de 380m/min. Obtiveram resultados similares atingindo em torno de 10m de comprimento usinado.

A figura 11 mostra o comprimento usinado pelo inserto de CBN, sendo este muito superior quando comparado ao inserto de metal duro. Analisando o ferro fundido cinzento (FC 300), o mesmo foi o que apresentou o maior comprimento usinado atingindo em torno de 250 metros. Aqui os ferros vermiculares apresentaram maiores diferenças entre si, piorando a usinabilidade à medida que aumenta a quantidade de ferrita.

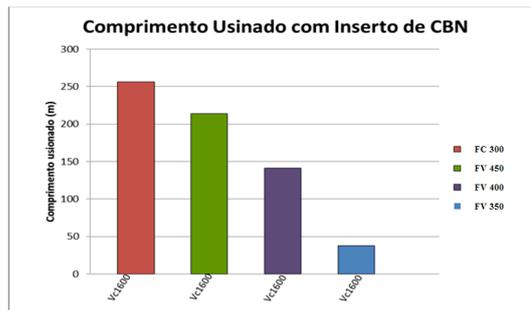


Figura 11 - Curvas de desgaste para o Inseto de CBN

Comparando o comprimento usinado do CBN com o metal duro para o FC 300, verifica-se que o comprimento usinado foi superior sendo cinco vezes ao comprimento utilizando o inserto de metal duro. No caso do FV 450 essa diferença aumenta ainda mais, chegando a onze vezes acima do resultado apresentado pelo metal duro. Apesar do inserto de CBN custar um valor mais elevado, entende-se que neste caso existe um grande potencial de pesquisa para análise econômica na utilização do inserto de CBN no fresamento deste material. O FV 350 foi o que apresentou o menor comprimento usinado atingindo um valor próximo a 38 metros.

Verifica-se, através da figura 8, que com o aumento da velocidade de corte para todos os materiais há um aumento do desgaste da ferramenta e com isso uma redução da usinabilidade em todas as ligas. Para Xavier (2009) dentre os parâmetros de corte da usinagem, a velocidade de corte é um dos que mais influencia na vida da ferramenta, possuindo grande correlação com a geração de calor na zona de corte. Notou-se que as ligas em ferro fundido vermicular foram as que apresentaram pior usinabilidade, quando comparado com o ferro fundido cinzento. Isso pode ser motivado pela morfologia da grafita deste material vermicular, resultando em maior limite de resistência, o que dificulta a formação de cavaco e com isso reduz a usinabilidade deste material. Outra explicação é com relação à usinagem do FC 300, que durante esse processo há uma formação de sulfeto de manganês (MnS) na superfície da ferramenta e que atua como função protetora e responsável pela redução do desgaste da aresta de corte. Observa-se também que com o aumento da quantidade de ferrita na matriz das ligas em vermicular ocorreu um maior desgaste da ferramenta. Estes resultados concordam com que foi descrito por Dawson *et al* (2001), de que no fresamento há uma melhora na vida da ferramenta com o incremento da proporção de perlita, ou seja uma redução de ferrita. Um aumento 70-80% perlita para um valor acima 95% melhora a vida da ferramenta de metal duro por um fator de 2-3 e para a ferramenta de CBN a vida útil aumenta de 1,5-3 vezes. A melhora da vida útil da ferramenta ocorre tanto para baixas velocidades de corte (150m/mim para Metal duro e 400m/mim para CBN), quanto para altas velocidades

de corte (250m/mim para Metal duro e 800m/mim para CBN).

No trabalho realizado por Naves (2009) que utilizou o fresamento frontal para avaliar a usinabilidade de dois tipos de ferros fundidos cinzento ligados (CrCuSn e CrCuSnMo) e um ferro fundido vermicular classe 350 (44% de ferrita) similar ao que utilizou-se neste trabalho, obteve como resultado uma pior usinabilidade o ferro fundido vermicular classe 350 o que também pode ser verificado neste trabalho.

Resultado diverso foi verificado no trabalho realizado por Massirer (2010) que avaliou a usinabilidade das ligas de ferro fundidos similares às que foram utilizadas neste trabalho, porém através de ensaios de furação. Percebeu-se que para este processo de usinagem (furação) o comportamento do desgaste da ferramenta para a liga em vermicular classe 350, foi o inverso do que o apresentado pelo processo de fresamento, ou seja, nos ensaios de furação a liga em vermicular classe 350 apresentou a melhor usinabilidade, comparativamente ao vermicular 450 e ao cinzento 300.

A liga FV 350 apresenta um percentual de ferrita muito superior ao FC 300 e ao FV 450. E conforme explicado anteriormente, com o aumento do percentual de ferrita há uma redução da vida da ferramenta e conseqüentemente um menor comprimento usinado, ou seja, há uma pior usinabilidade do material.

Verifica-se que nas ligas em ferro fundido vermicular com o aumento do percentual de perlita há um aumento na dureza e conseqüentemente no limite de resistência. Porém, estas características não foram as que influenciaram negativamente na usinabilidade para o processo de usinagem realizado neste trabalho e sim o aumento de ferrita.

IV. CONCLUSÕES

Através dos ensaios realizados e das análises e avaliações feitas com base nos resultados apresentados neste trabalho, podem ser obtidas as seguintes conclusões:

- O ferro fundido vermicular classe 350 foi o que apresentou pior usinabilidade tanto utilizando o inserto de CBN com velocidade de corte 1600m/min quanto com o inserto de metal duro (MD) com velocidade de corte 250m/mim. Este material possui em sua matriz 70% de ferrita o que teve grande influência no desgaste das ferramentas.
- Com o inserto de metal duro e velocidade de corte de 380m/mim, o ferro fundido vermicular classe 400 foi o que apresentou a pior usinabilidade. Este material possui uma matriz ferrítica/perlítica com 13% de ferrita.
- Para este processo de fresamento nas condições determinadas, verificou-se que com o aumento do percentual de ferrita na matriz do ferro fundido vermicular houve uma tendência de pior usinabilidade deste material.
- O ferro fundido cinzento (FC 300) foi o que apresentou a melhor usinabilidade para as três condições determinadas, com inserto de metal duro e velocidades de corte 250 e 380m/min e com inserto de CBN com velocidade de corte de

1600m/min. Isso mostra que para este processo o limite de resistência e a morfologia da grafita são características de grande influência na usinabilidade.

- Com o aumento da velocidade de corte no inserto de metal duro de 250 para 380m/min para ambos os materiais obteve-se uma piora na usinabilidade, isto pode ser devido ao aumento da geração de calor entre a superfície de contato peça/ ferramenta.
- O inserto de CBN atingiu uma vida útil muito superior ao inserto de metal duro.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAWSON, S. **Compacted graphite iron: Mechanical and Physical Properties for Engine Design** – Technical Publication, 1999.
- DAWSON, S. HOLLINGER, I. ROBBINS, M. DAETH, J. REUTER, U. SCHULZ, H. **The Effect of metallurgical Variables on the Machinability of Compact Graphite Iron.** Society of Automotive Engineers p. 41-59, 2001.
- GUESSER W.L.; **Propriedades mecânicas dos ferros fundidos**, 1ª Ed. , São Paulo, Editora Blucher, 2009.
- MESSIRER, E. J. **Usinabilidade de Ligas de Ferro Fundido para Aplicação em Cabeçotes de Motor Através de Ensaios de Furação.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville 2010.
- NAVES V. T. G. **Estudo da Usinabilidade dos Ferros Fundidos Cinzentos Ligados (CrCuSn e CrCuSnMo) e Vermicular classe 350 no Fresamento Frontal em alta Velocidade de Corte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia 2009.
- REUTER, U. SCHULZ, H. KONETSCHNY, C. GASTEL, M. MCDONALD, M. **Wear Mechanisms in High-Speed Machining of Compacted Graphite Iron.** CGI Design and Machining Workshop, PTW TU-Darmstadt, 1999
- VIANA, R. **Estudo da Caracterização de Ferramentas de Corte Texturizadas a laser e revestidas utilizadas no Fresamento Frontal de ferro fundido Vermicular.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia 2009.
- XAVIER, F. A. **Estudo dos Mecanismos de Desgaste em Ferramentas de Nitreto de Silício Aplicadas no Torneamento dos Ferros Fundidos Vermicular e Cinzento.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O autor é o único responsável pelo material incluído no artigo.