

# REVISTA



**SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS**

**VOLUME 5 - Nº 50 - Fevereiro / 2010**

**ISSN - 1809-3957**

## **ARTIGOS PUBLICADOS**

---

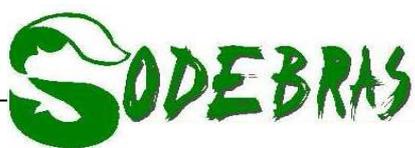
PUBLICAÇÃO MENSAL

### **Nesta edição**

EM BUSCA DE NOVOS CAMINHOS PARA O ENSINO: A SÉRIE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ALTERNATIVA PARA TRABALHAR INTERDISCIPLINARMENTE O TEMA MEIO AMBIENTE - Marlene T. de Muno Colesanti, Valéria G. de Freitas Nehme, Anaisa Moreira Firmino..... 2

BIODIESEL - EVOLUÇÃO NO RENDIMENTO DO CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA - Alfredo Jose de Nardi Bastos, Teófilo Miguel de Souza ..... 6

AUDITORIA ENERGÉTICA NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE RESFRIAMENTO A 5°C DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA - L. Luperni, Teófilo Miguel de Souza ..... 10



Atendimento:

[contato@sodebras.com.br](mailto:contato@sodebras.com.br)

Acesso:

<http://www.sodebras.com.br>



## Em busca de novos caminhos para o ensino: a série educação ambiental como alternativa para trabalhar interdisciplinarmente o tema meio ambiente

ISSN 1809-3957

M. T. M. Colesanti, *IG-UFU*; V. G. F. Nehme, *EAFU* e A. M. Firmino *IG-UFU*

**Abstract.** The aim of this paper is to present a collection of didactic books Series Environmental Education, an initiative to help promote environmental awareness through educational activities. The preparation of the text book requires research and studies. The teacher has at hand a valuable tool to complement their knowledge, expand your culture and operates as a tool to update, and make dynamic classes. Undoubtedly, these books are teaching tools that enable the process of social and political education of the individual as instruct, inform, entertain, but, above all, preparing for freedom, they contribute to the formation of autonomous subjects. It is undeniable that the improvement of teaching involves economic interests, political and strategic. It is necessary to the utilization of quality books. The series presented is thus an effective teaching tool, since it was developed to provide the teacher a different approach to government programs on the subject environment.

**Keywords:** Environmental education, textbooks, environment.

### 1. Introdução

O Consórcio Capim Branco Energia, formado pelas empresas Companhia Vale do Rio do Doce, Companhia Mineira de Metais (do grupo Votorantim), Cemig e Paineiras (do Grupo Suzano), nos anos de 2004, 2005 e 2006 construíram, na região do Triângulo Mineiro, um imponente complexo energético formado pelas Usinas Capim Branco I e Capim Branco II, que juntas têm potencial de geração de 450 MW de energia.

O Consórcio Capim Branco assumiu o compromisso de cumprir todas as condicionantes ambientais impostas pelo Conselho de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais (COPAM). Justifica-se, assim, o programa de Educação Ambiental destinado às populações diretamente afetadas pela construção do empreendimento e em seu entorno. Foram formados 120 agentes em educação ambiental dos municípios de Araguari e Uberlândia (MG). O propósito do curso foi capacitar os participantes a desenvolver projetos de educação ambiental em seus respectivos locais de atuação.

O Plano de Educação Ambiental (PEA) atendeu as indicações da Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, instituídas pela Lei N.º 9795, de 27 de abril de 1999, dando destaque para a forma articulada das ações para sensibilização de membros dos grupos de interesse\* e trabalhadores da obra sobre questões ambientais locais e sobre sua

organização para a garantia de qualidade do meio ambiente.

A fim de cumprir todas as medidas mitigadoras, foram elaborados 12 livros paradidáticos que enriqueceram as aulas ministradas durante a formação dos agentes ambientais. Além de serem utilizados nos cursos, esses livros foram encaminhados a todas as escolas públicas estaduais e municipais do município de Uberlândia-MG e Araguari-MG para auxiliar o trabalho dos professores no tratamento das questões ambientais.

O nosso objetivo com o presente artigo é submeter esta coletânea de livros paradidáticos: Série Educação Ambiental ao prêmio *Fiema*, uma iniciativa que visa reconhecer, entre os candidatos participantes, os melhores projetos que contribuam para a minimização dos impactos ambientais, garantindo a sustentabilidade da geração atual e futura, promovendo a consciência ambiental por meio de atividades educativas.

A confecção do livro paradidático exige pesquisa e estudos. O professor tem em mãos uma preciosa ferramenta para complementar seus conhecimentos, expandir sua cultura e funciona como instrumento de atualização, além de contribuir para tornar dinâmicas as aulas. Indubitavelmente, esses livros são instrumentos pedagógicos que possibilitam o processo de formação social e política do indivíduo, pois instruem, informam, divertem, mas, acima de tudo, preparam para a liberdade, na medida em que contribuem para a formação de sujeitos autônomos.

É inegável que a melhoria do ensino envolve interesses econômicos, políticos e estratégicos. Faz-se necessário também a utilização de livros de qualidade. A Série apresentada constitui, pois, um recurso pedagógico eficaz, visto que foi desenvolvida para proporcionar ao professor uma abordagem diferenciada dos programas oficiais sobre o tema meio ambiente.

### 2. CONHECENDO A SÉRIE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A série Educação Ambiental é composta por doze livros que abordam de forma acessível a inseparável temática: homem e meio ambiente. Eles são apresentados a seguir:

## 2.1 *Homem e Meio Ambiente*

O primeiro livro *Homem e Meio Ambiente* trata das preocupações relacionadas ao modo como o homem se relaciona com o meio ambiente e das questões suscitadas desta relação. Não é possível uma melhor condição de vida social desvinculada do meio ambiente. O ponto chave para o desenvolvimento de melhores posturas nessa relação é o conhecimento do significado do próprio termo meio ambiente.

Palavras empregadas aleatoriamente, sem reflexão prévia dos significados que comportam, acabam perdendo o seu valor e não exercem os efeitos esperados. Portanto, uma das preocupações desse 1º volume é identificar o que é meio ambiente e problema ambiental.

Sinteticamente, demonstrou-se como se desenvolveram as preocupações com a questão ambiental e a formação dos movimentos ambientalistas. Em seguida, focalizados na questão conceitual, explicitamos o que significa meio ambiente e problema ambiental.

Abordaram-se também as tendências de apropriação do meio ambiente e transformação de seus atributos em mercadorias, identificando os aspectos gerais que envolvem esta questão e que fazem parte do conjunto das preocupações recentes em relação ao meio ambiente.

Por fim, a indagação que se faz é: novas práticas e posturas ambientais são possíveis.

## 2.2 *Fauna e Flora do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba*

O segundo volume trata da fauna e da flora no Domínio do Cerrado na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

O Cerrado é o segundo maior Bioma Brasileiro, ocupando cerca de 22% do território nacional. Localiza-se principalmente no Planalto Central do Brasil, abrangendo os estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal.

Fatores históricos e ecológicos, como a idade e a heterogeneidade espacial, fazem com que a flora e a fauna sejam exuberantes no Cerrado. De fato, a diversidade biológica do Bioma é extraordinária. Estima-se que existam 160 mil espécies de plantas, animais e fungos no cerrado. Quanto à diversidade de plantas, estimam-se 10 mil espécies, sendo um dos biomas mais ricos da região tropical. Mas, apesar de ser considerada a savana tropical mais rica do mundo, também é tida como a mais ameaçada.

Acredita-se que a maior parte do Cerrado já tenha sido alterada pela ação humana. Não é por acaso que o Cerrado está incluído entre as 25 áreas globais prioritárias para a conservação da biodiversidade no mundo, os chamados *hot spots*.

Assim, oferece-se ao leitor uma visão da biodiversidade do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, promovendo uma maior sensibilização das comunidades locais, com vista à preservação das

espécies encontradas na região. Aborda aspectos da biologia, ecologia e conservação de espécies da fauna e da flora.

## 2.3 *Recursos Naturais*

No terceiro volume afirma-se que a conservação dos recursos implica explorá-los e usá-los de forma mais equilibrada, para que os recursos renováveis não sejam suprimidos pelo uso irracional e os não renováveis não se extingam tão rapidamente. Isso poderá ser possível pelos planos de manejo adequados para cada tipo de recurso, prevenindo ações humanas, cuja visão de exploração não leve em consideração a questão da sustentabilidade.

Recursos naturais apresentados no referido livro são água, atmosfera, biodiversidade, energia, florestas, minerais, oceanos, pesca, solo.

Enfim, abordou-se neste livro alguns aspectos dos recursos naturais, como suas principais características, formas de uso e propostas de ações, objetivando sua sustentabilidade, pois diante de sua imensa diversidade não seria viável discorrer, detalhadamente, sobre todos eles numa única obra.

## 2.4 *Os Recursos Naturais e a Legislação Ambiental*

O texto do quarto volume dirige-se a todos aqueles que querem saber como as leis podem nos ajudar a proteger o meio ambiente. Seu objetivo é que as informações sirvam como um primeiro contato com o tema.

A legislação brasileira é um instrumento muito importante para a luta contra a degradação do meio ambiente. Na legislação, encontramos inúmeras regras que tratam de assuntos, tais como: produção agrícola e industrial, planejamento da infra-estrutura de transportes e energia, abastecimento de água e esgotos, organização de cidades e, principalmente, a proteção aos seres vivos.

O objetivo central da legislação é proteger o meio ambiente e, por conseqüência, o próprio ser humano. Desse modo, este texto também trata de instrumentos que garantem o exercício dos direitos e o cumprimento dos deveres.

As normas jurídicas, além de regulamentar as ações dos indivíduos, também estabelecem parâmetros para a atuação do Estado. No texto, mostramos a capacidade de atuação do Estado na área ambiental, baseando-se na idéia de responsabilidades entre União, estados, Distrito Federal e municípios, bem como entre esses e os setores da sociedade.

## 2.5 *Solo: manejo, conservação e uso sustentável*

O quinto livro apresenta informações relevantes sobre o manejo dos solos. O uso dos solos sem estratégias de conservação representa elevados custos a sociedade. No Brasil, há extensas áreas improdutivas e abandonadas em decorrência da degradação resultante do mau uso do solo sem práticas de conservação. Abandona-se a terra depauperada,

tomada pela erosão, sobre a qual já não é vantajoso continuar produzindo e isso, sem dúvida, significa uma exploração não sustentável do solo.

Percebe-se que mesmo com todo o conhecimento disponível, não cuidamos bem dos nossos solos, seja por desconhecimento daqueles que cultivam a terra, seja por falta de recursos financeiros para realizar as práticas conservacionistas. Em ambos os casos, precisamos ampliar as ações de Educação Ambiental, em que agentes ambientais (empresas de extensão rural, universidades, técnicos) ensinem aos produtores rurais princípios básicos do conhecimento dos solos e os sensibilizem para o fato de que a conservação dos solos não é gasto, mas investimento.

### **2.6 Desenvolvimento sustentável: homem e natureza no cerrado mineiro**

O sexto livro aborda o fato de que a discussão sobre o desenvolvimento sustentável envolve temas difíceis, não porque não se saiba o que é preciso fazer para que seja alcançado, mas, antes de tudo, porque é preciso ter clareza a respeito do que se está falando. A busca de um novo modelo de desenvolvimento vai requerer, assim, um grande pacto da sociedade que, a depender dos objetivos traçados, terá que enfrentar poderosos grupos econômicos que podem ter seus interesses contrariados.

Após a discussão teórica do tema, o autor aborda como se deu o desenvolvimento rural de nossa região, questionando até que ponto ele se deu de forma sustentável.

### **2.7 Hidrografia da Bacia do Rio Araguari**

O estudo das características ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari é o principal tema focado nesta obra. Informações referentes às características naturais da bacia hidrográfica são apresentadas de modo a informar o leitor sobre sua dimensão, principais características da paisagem atravessada pelo rio, tipos de aquíferos subterrâneos e dados sobre microbacias localizadas na região.

As características básicas de uma bacia hidrográfica são apresentadas em detalhe e a elaboração de um glossário permite um entendimento dos conceitos básicos relativos aos elementos hídricos ou elementos da paisagem que os afetam. Características importantes sobre a qualidade dos recursos hídricos e sua preservação são apresentadas no decorrer da obra, com maior enfoque para a área de entorno das Usinas Capim Branco I e II.

São apresentados dados sobre os municípios inseridos na bacia assim como informações sobre a legislação federal de gestão dos recursos hídricos. As ilustrações em forma de mapas, figuras e tabelas servem para enriquecer as informações, permitindo também um melhor entendimento de conceitos.

### **2.8 Agenda 21 e Desenvolvimento Sustentável**

Este volume é um importante instrumento para explicar a Agenda 21 que constitui um plano de

ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. É a mais abrangente tentativa já realizada com o propósito de orientar um novo padrão de desenvolvimento para o século XXI, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Resumindo, a Agenda 21 é um poderoso instrumento de planejamento.

O livro apresenta a divisão dos cinco temas básicos da Agenda 21: economia da poupança na sociedade do conhecimento, inclusão social para uma sociedade solidária, estratégia para sustentabilidade urbana e rural, recursos naturais estratégicos: água, biodiversidade e florestas, governança e ética para a sustentabilidade. Apresenta ainda, de forma resumida, as quatro seções e os quarenta capítulos da Agenda 21 bem como suas metas.

Ao final a um capítulo que discute como está a implementação da Agenda 21 nos municípios mineiros e apresenta sugestões de como tirar a Agenda 21 do papel.

### **2.9 Lixo: disposição adequada, reaproveitamento, reciclagem e recuperação**

O nono volume nos faz refletir sobre a questão do lixo. Afinal de contas de que adianta separar os resíduos se não conhecemos o processo como um todo? A leitura do volume suscita indagações como: para onde vai o nosso lixo depois que o lixeiro passa? Há alternativas para reduzir o seu volume? Como anda o hábito de consumo das pessoas? O que fazer com o lixo separado? As alternativas de destinação atuais são ambientalmente satisfatórias? Como poderiam melhorar? O que cada um poderia fazer? Essas indagações serão respondidas no decorrer da leitura.

### **2.10 Qualidade de vida: hábitos e atitudes ecologicamente corretos**

A espécie humana encontra-se diante de um dilema: ou nos empenhamos na conservação de nossos recursos naturais ou corremos o risco de ver sucumbir o nosso planeta.

Essa afirmação não pretende ser uma profecia pessimista. A todo o momento, lemos e ouvimos estatísticas sobre o esgotamento de nossas reservas naturais.

Ocorre-nos, incessantemente, alguns questionamentos: podemos afirmar que a preservação do meio ambiente é um obstáculo ao desenvolvimento econômico? Como salvar o nosso planeta da destruição? As respostas a essas indagações são base desta obra, apresentadas de modo acessível. O texto ressalta que é preciso ter coragem moral para a preservação das agressões contra o planeta.

Ações simples podem ser adotadas no dia-a-dia por todos restando uma chance de salvação para o nosso planeta e cabe, a cada um de nós, dar a sua contribuição, adotando para nossas vidas “hábitos e atitudes ecologicamente corretos”.

### 2.11 Agricultura e meio ambiente

O volume onze faz um breve histórico da agricultura na sociedade, destacando que o homem foi, no passado, capaz de criar as condições para o desenvolvimento da agricultura e da criação, adaptando as atividades às suas necessidades e aos seus instrumentos. Posteriormente, aborda o grande desafio enfrentado pela agricultura atualmente: a produção abundante de alimentos e as preocupações ambientais, o cuidado da paisagem rural, o bem-estar dos animais criados nas fazendas e a saúde dos consumidores. Isto é, devemos produzir de acordo com os princípios da “segurança alimentar”.

Neste sentido, o livro traz, ao mesmo tempo, uma discussão das relações da agricultura com a natureza (questão ambiental) articulada aos diversos temas na tentativa de fazer um chamamento para novas leituras e discussões relacionadas à agricultura.

Por fim, a obra também representa uma nova postura diante dos problemas relacionados ou gerados pela agricultura, despertando a consciência de que precisamos nos envolver mais pessoalmente em movimentos coletivos de transformação.

### 2.12 Uso racional da água

O livro doze aborda a água, o mais importante recurso natural para a humanidade e para a vida do planeta, quando considerado individualmente. A superfície terrestre é composta por cerca de 70% de água, dos quais mais de 97% correspondem à água salgada. A água é encontrada superficialmente na forma sólida, líquida e gasosa, e por meio de aquíferos subterrâneos.

O texto nos alerta que a humanidade percebeu, desde os tempos mais remotos, que a água suja pode transmitir uma série de patologias e que seu uso racional e fundamental para o bem-estar da população e para um ambiente saudável sendo, portanto, extremamente importante para os seres vivos. A água é um recurso finito, obedece a ciclo no planeta e a manutenção da sua qualidade envolve a concepção do ambiente como um sistema, a bacia hidrográfica.

### 3. Considerações finais

O Brasil estabeleceu como metas para a área do Meio Ambiente, neste século dar ao patrimônio ambiental o correto tratamento estratégico no planejamento do desenvolvimento nacional e trabalhar para que se assegure qualidade ambiental nas atividades produtivas e qualidade de vida aos brasileiros.

Assim, o desafio deste início de século e de milênio: a manutenção dos processos ecológicos essenciais para a continuidade da vida no planeta é, também, de responsabilidade da comunidade científica que pode contribuir para vencer esses desafios, por meio de projetos educacionais que envolvam a elaboração de livros paradidáticos, ou seja, produzidos sem as características funcionais e de composição do manual didático. A Série Educação Ambiental cumpre

a sua função de focar o ensino das temáticas ambientais, adotando uma abordagem diferenciada do conteúdo dos programas oficiais. Concluindo, os livros tornam o estudo dinâmico de modo a proporcionar o interesse pelo aprendizado, pois essa é a sua função.

Essa contribuição é fundamental para área Educacional. Cabe, também, à universidade articular novas relações entre universidade e sociedade, não somente respondendo pelas demandas desta, mas, sobretudo, agindo efetivamente para sua tomada de consciência em relação às desafiantes questões ambientais.

### 4. REFERÊNCIAS

- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Homem e Meio Ambiente**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 1.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Fauna e Flora do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 2.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Recursos Naturais**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 3.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Os Recursos Naturais e a Legislação Ambiental**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 4.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Solo: manejo, conservação e uso sustentável**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 5.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Desenvolvimento Sustentável: homem e natureza no cerrado mineiro**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 6.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Hidrografia da Bacia do Rio Araguari**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 7.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Agenda 21 e Desenvolvimento Sustentável**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 8.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Lixo: disposição adequada, reaproveitamento, reciclagem e recuperação**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 9.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Qualidade de Vida: hábitos e atitudes ecologicamente corretos**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 10.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Agricultura e Meio Ambiente**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 11.
- COLESANTI, M. T.M. (Coord.). **Uso Racional da Água**. Uberlândia: Roma, 2007. v. 12.
- MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. "Paradidáticos" (verbete). **Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002.

### 5. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.

### Nota

\*Os Grupos de Interesse estão definidos e apresentados no Capítulo 7-Impactos, do RIMA. São os Grupos de Interesse para o AHE Capim Branco II que forma o público alvo principal deste programa: Grupo I – Ocupantes da Área Diretamente Afetada; Grupo II – Ocupantes da Área do Entorno do Reservatório.



A. J. N. Bastos, *Aluno Especial, FEG/UNESP* e T. M. Souza, *FEG/UNESP*

**Abstract-** The article shows the evolution of efficiency of consumption of certain raw materials used in the production of Biodiesel, a natural fuel, Because it is a fuel that is part of the Brazilian energy matrix, the market is regulated, and your marketing and distribution are regulated by the National Petroleum Agency, limiting the management of biodiesel producers in your output, forcing the focus on your entries through new sources of supply that allow earnings by optimizing in raw materials specification with consequent earnings in the production process through improvement in process variables.

**Keywords-** biodiesel, biofuel, natural fuel, efficiency, consumption.

**Resumo -** O artigo mostra a evolução dos índices de rendimento de consumo de algumas matérias primas utilizadas na produção do Biodiesel, um combustível natural, Por tratar-se de um combustível que faz parte da matriz energética brasileira, o mercado é regulamentado, sendo a sua comercialização e distribuição regulada pela Agência Nacional de Petróleo, limitando a gestão dos produtores de biodiesel nas suas saídas, forçando o foco nas suas entradas através de novas fontes de abastecimento que permitem ganhos através de otimizações nas especificações das matérias primas com consequentes ganhos no processo produtivo, através de melhoria nas variáveis de processo.

**Palavras chave -** biodiesel, biocombustível, combustível natural, rendimento, consumo.

#### INTRODUÇÃO

A Energia consumida no mundo atual, origina-se de várias fontes, sendo na sua maior parte proveniente de origem mineral e finita, o petróleo. Assim o surgimento de fontes alternativas de energias, para diminuição da dependência dos combustíveis fósseis, ganham importância no cenário global. O uso de biocombustíveis que reduzam a emissão de gases, ganham destaque, entre estes o Biodiesel, que faz parte da matriz energética brasileira [1]. Como no Brasil, o abastecimento de combustível é considerado de utilidade pública, estando a produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, comercialização, avaliação de conformidade e certificação do biodiesel, regulada pela Agência Nacional do Petróleo [2], ficam os produtores limitados na sua atuação em relação às saídas, não podendo atuar de forma diferenciada dos concorrentes em produtos e serviços ao cliente [3]. Cabe a estes produtores atuarem nas suas entradas na busca por fontes de abastecimento

viáveis técnica e economicamente, além da melhoria contínua de seus processos produtivos.

#### *Biodiesel*

Conhecido como biocombustível ou combustível natural, composto de mono-alquíésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais, é um combustível simples de ser usado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos e pode ser usado em motor de ignição a compressão (diesel) sem necessidade de modificação [4].

O biodiesel por ser uma fonte limpa e renovável de energia, apresenta como principais vantagens, o aproveitamento de uma enorme variedade de oleaginosas, principalmente nos solos menos produtivos, com um baixo custo de produção, combustível com risco de explosão baixo que precisa de uma fonte de calor acima de 150 graus celcius para explodir, o que resulta em um combustível de fácil transporte e armazenamento, devido ao seu menor risco de explosão e ótimo lubrificante que pode aumentar a vida útil do motor [5].

Produzido a partir de um óleo ou gordura, reagido com álcool, através de um processo de reação química, o biodiesel por ser miscível com o diesel de petróleo, podendo ser usado puro ou em mistura com o óleo diesel em qualquer proporção. Nesse processo de reação química denominada de transesterificação, onde a gordura ou óleo vegetal, adicionada com um catalisador, reage com álcool metanol ou etanol, que irá gerar um éster o biodiesel e um sub-produto a glicerina [6]. Este combustível é também definido pela Agência Nacional de Petróleo “Biodiesel – B100 – combustível comercial composto de aquil ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais tendo sua especificação detalhada no Regulamento Técnico” [7]. Assim definido e com a comercialização e distribuição restringida pela legislação, as origens das matérias primas e as melhorias no processo produtivo ganham importância para os produtores deste combustível no Brasil.

#### *Matérias Primas*

As matérias primas utilizadas no processo de transesterificação podem ser classificadas em quatro categorias, A primeira categoria que são os óleos e gorduras animais de origem de matadouros, frigoríficos e curtumes como o sebo, banha de porco. Outra

---

A. J. D. N. Bastos. Aluno especial da UNESP – Universidade do Estado de São Paulo – Campus Guaratinguetá SP, alfredodenardi@globo.com

categoria são os óleos e gorduras vegetais de origem de agriculturas temporárias e permanentes, como óleo de algodão, óleo de soja, óleo de mamona entre outros. A terceira categoria são os óleos residuais de frituras de vindo de cozinhas residenciais, oriundos de restaurantes comerciais e industriais. A última categoria são as matérias graxas de esgotos, originadas das águas residuais de cidades e de certas indústrias alimentícias, como as indústrias de pescado [8].

Entre as matérias primas temos alguns casos que são de especificação comum no mercado como óleo de soja, uma commodity, ou de outras matérias primas, que devido a sua origem, para produção de biodiesel a sua utilização é dependente de características específicas, como ácidos graxos. Para tanto é necessário aos produtores de biodiesel a montagem de uma cadeia de abastecimento que tenha viabilidade econômica (custos compatíveis) e consistência no fornecimento deste suprimento (disponibilidade) em especificação adequada para a produção do biodiesel que permitem otimizações que gerem melhorias no resultado do produto final. As matérias primas como os óleos vegetais, são produtos classificados como commodity, são de fácil aquisição e tem boa disponibilidade, sendo o diferencial o preço e suas flutuações, enquanto as matérias primas específicas com características especiais para o seguimento do biodiesel, tem uma disponibilidade mais restrita, não estando disponível em grande quantidade, o que obriga o fornecimento ser completado por outra matéria prima de disponibilidade maior como uma commodity.

### Otimizações

Na procura por otimizações, em conjunto com uma consistente cadeia de abastecimento, entre as várias matérias primas são possíveis de serem utilizadas no processo de produção do biodiesel. Nesse estudo vamos destacar uma fonte de especificação comum no mercado, como um óleo vegetal de fácil comercialização como uma commodity, que será denominada de Matéria Prima A. Outra fonte com características específicas, com foco em ser um fornecedor para o mercado de biodiesel, denominada de Matéria Prima B. Após o início da produção do biodiesel, com o consumo da matéria prima A, foi apurado nesta fase inicial um rendimento deste novo insumo de 93,80%. Quando do consumo da matéria prima B, foi apurado na fase inicial um rendimento de 92,10%. Após algumas otimizações empregadas na alteração de algumas características na especificação da matéria prima e também com algumas alterações nas variáveis de processo, apurou-se na fase normal de produção um rendimento no consumo de 95,40% para a matéria prima A e de 95,80% para a matéria prima B.

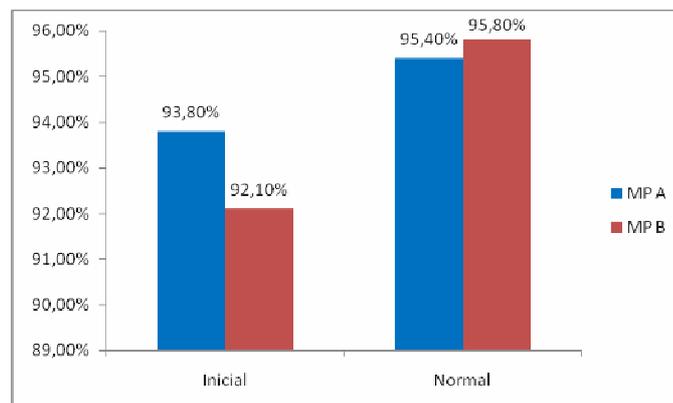


Fig. 1. Demonstração de rendimento do consumo de matéria prima A e B, na fase inicial e na fase normal.

Ao verificar a evolução no rendimento da fase inicial para a fase normal, observa-se que o ganho no rendimento de consumo da matéria prima A é de 1,60%, sendo que 1,41% derivadas de melhorias nas variáveis de processo e 0,19% de ganho derivado da melhoria nas especificações da matéria prima A. Com isso temos que a origem das otimizações que levou a evolução no rendimento do consumo para a matéria prima A, o ganho na especificação, representou 11,80% e 88,20% foi representado pelas otimizações das variáveis de processo.

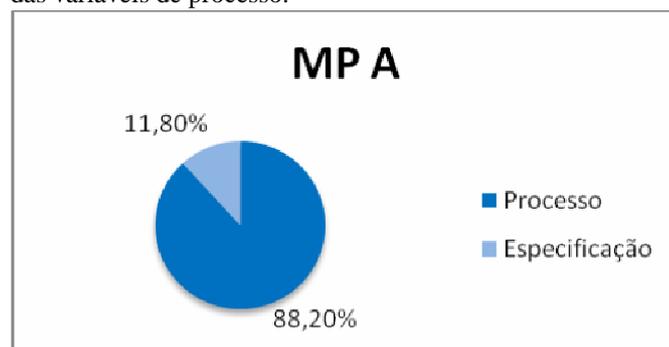


Fig. 2. Demonstração das origens das melhorias no rendimento do consumo da matéria prima A..

Na matéria prima B, a evolução da fase inicial para a fase normal permitiu um ganho de 3,70% sendo 2,11% advindo das melhorias nas variáveis de processos e 1,59% das melhorias nas especificações da matéria prima B. Assim as otimizações nas especificações representaram 49,20% e 57,10% das variáveis de processo.

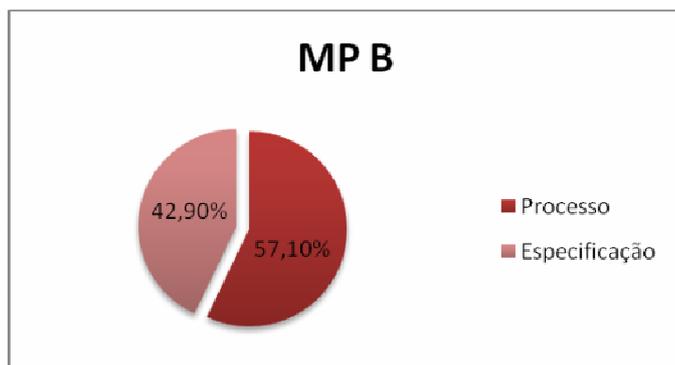


Fig. 3. Demonstração das origens das melhorias no rendimento do consumo da matéria prima B.

Os ganhos da matéria-prima B, oriundos das otimizações nas especificações que representaram 42,90% oriundas de melhoria em algumas características deste material como acidez, umidade e pureza foi possível durante a montagem desta fonte de suprimento em um sistema de parceria com o fornecedor, através de uma gestão na logística de entradas, que permitiu a montagem de uma cadeia de abastecimento consistente [9], que permitiu otimizar as variáveis de processos como tempos e temperatura. Os ganhos com otimizações nas especificações da matéria-prima A, foram limitados a 11,80% por tratar-se de materiais com especificações comuns e padronizados de fácil comercialização, commodity, o que dificulta a obtenção de melhorias nas suas especificações, pois o mercado de óleos vegetais, não prioriza ainda o segmento dos combustíveis naturais como o biodiesel [10].

Na procura por otimizações no rendimento de consumo na fase inicial até fase normal, a limitação se torna em relação a especificação do produto final, pois na busca por otimizações podem apresentar alterações na especificação do biodiesel, que pode levar a um reaproveitamento deste produto através do reprocessamento ou apenas de diluição. Assim na fase inicial em virtude das otimizações 9,1% das bateladas apresentaram um item fora de especificação (off-spec), mas que foram reaproveitadas através de reprocessamento ou diluição. Na fase normal a participação de bateladas com um item fora de especificação foi de 0,8%.

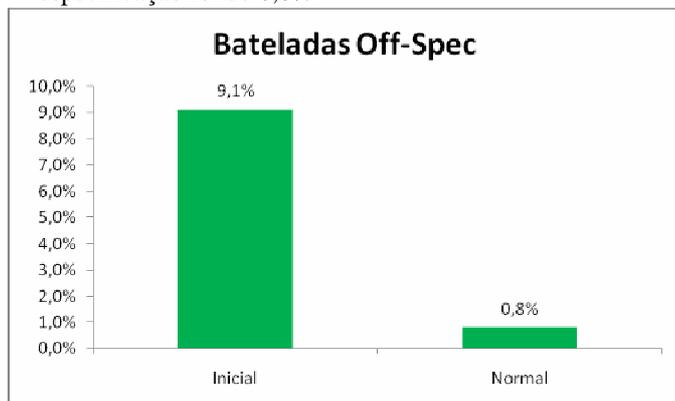


Fig. 4. Comparativo de bateladas fora de especificação (off spec) entre a fase inicial e a fase normal.

### Conclusões:

O artigo mostra que a falta de um mercado livre para comercialização do biodiesel, não permite o oferecimento de produtos diferenciados e o oferecimento de serviços logísticos que agreguem valor ao cliente, limitando uma adequada gestão logística de distribuição [11]. Assim o produtor de biodiesel não pode melhorar os resultados de seus produtos através de campanhas de marketing e de serviços logísticos que permitam aumentar sua competitividade e obter uma maior participação no mercado [12]. Assim o produtor do biodiesel, na procura por melhor resultado de suas operações, passar a priorizar a gestão de suas entradas, procurando matérias-primas que permitem o estabelecimento de parcerias com fornecedores que visem um atendimento as suas necessidades adequando as especificações e suas características ao mercado dos combustíveis naturais como o biodiesel, o que não é possível nas matérias primas de larga escala e de fácil obtenção, como commodity, pois possuem especificações padronizadas para outros segmentos de mercados, não sendo as mais adequadas ao segmento de mercado do biodiesel. O estabelecimento de parcerias com fornecedores de matérias primas de características específicas para o mercado do biodiesel, além de permitir melhores performances no consumo com especificações adequadas, permitem potencializar os ganhos nos rendimentos do consumo através das melhorias nas variáveis de processo, sem alterar a especificações do produto final.

### REFERENCIAS

- [1] Presidência da República, Casa Civil, Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, dados acessados no site [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2005/Lei/L11097](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/Lei/L11097.html). Abril de 2009.
- [2] Presidência da República, Casa Civil, Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, dados acessados no site [www.biodiesel.gov.br/docs/lei11097\\_13jan2005.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/lei11097_13jan2005.pdf). Março de 2009.
- [3] CHRISTOPHER, M., Logística Empresarial. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 308 p.
- [4] AMBIENTE BRASIL, Revista eletrônica, disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/energia/index.html&conteudo=/energia/artigos/biodiesel.html>. Março, 2009
- [5] BIODIESELBR, Revista eletrônica, disponível em [www.biodieselbr.com/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=1068](http://www.biodieselbr.com/index2.php?option=com_content&task=view&id=1068). Janeiro de 2009.
- [6] KNOTHE, G. et al., Manual do Biodiesel. 1ª Edição. São Paulo: Editora Blucher, 2006. 340 p.
- [7] Agência Nacional do Petróleo – ANP - Resolução ANP nº 7 de 19.03.2008, dados acessados no site [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2008/mar%C3%A7o/ranp%207%20-%202008.xml?f=templates\\$fn=document-frame.htm\\$3.0\\$g=\\$x=\\$nc=6637](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2008/mar%C3%A7o/ranp%207%20-%202008.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$g=$x=$nc=6637). Março de 2009.
- [8] TECPAR, Serviço Brasileiro de resposta técnica, disponível em [www.sbri.ibict.br/SBRT-CENTRAL/tecpar](http://www.sbri.ibict.br/SBRT-CENTRAL/tecpar). Janeiro de 2009.

- [9] BERTAGLIA, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento. São Paulo: Saraiva, 2005, 280p.
- [10] BONALUME, W. L. Biodiesel a solução do agronegócio. Monte Alto: Letra Boreal, 2007. 199 p.
- [11] BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006, 616p.

- [12] LARRAÑAGA, F. A. A Gestão Logística Global. São Paulo: Aduaneiras, 2003. 250 p.

### **Direitos autorais**

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.



L. Luperni, *FEG/UNESP* e T. M. Souza, *FEG/UNESP*

**Resumo--** Este trabalho tem como objetivo de estudo fazer uma auditoria energética na distribuição de um sistema de resfriamento de água gelada a 5°C de uma indústria química.

Neste trabalho serão descritas as principais formas de economizar energia, uma vez que conservar energia significa eliminar desperdício e preservar o meio ambiente de forma inteligente. Descreve-se então a visão geral do processo em questão e de sua energia consumida. Com base nos dados fornecidos pela empresa e colhidos em campo, faz-se uma análise dos pontos críticos, ou seja, análise dos componentes que oferecem a melhor economia de energia são eles tubulações, bombas e motores. Com a ajuda do software *BDmotor* e da planilha desenvolvida para cálculo das bombas, encontra-se algumas oportunidades de economia. Sugerem-se alterações nos equipamentos e nas tubulações para que a eficiência dos resultados encontrados se mantenha e desta forma o objetivo seja alcançado.

*PALAVRAS-CHAVE:* Eficiência energética, distribuição de água, tubulação, bombas, motores e economia.

#### NOMENCLATURA

V	Unidade de tensão que significa volt;
W	Unidade de potência que significa watt;
S	Área de seção transversal do tubo - m <sup>2</sup> ;
L	Comprimento - m;
°C	Unidade de temperatura graus Celsius;
K	Unidade de temperatura kelvin;
mcl	Unidade de perda de carga que significa metro de coluna de líquido;
Q	Vazão - m <sup>3</sup> /h;
d	Diâmetro interno - mm;
e	Rugosidade absoluta - mm;
r	Peso específico - kg/m <sup>3</sup> ;
μ	Viscosidade Absoluta - Centipoise;
h	Perda de carga - mcl;
v	Velocidade - m/s;
P	Potência do motor - cv, kW;
PS	Potência de saída do motor – cv, kW;
PN	Potência nominal do motor – cv, kW;
Re	Número de Reynolds;
V	Tensão - volts;
I	Corrente - ampare;
WEG	Indústria de motores elétricos;
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz;
SDCD	Sistema digital de controle e distribuição;
PROC	Programa Nacional de Energia Elétrica;
EL	
ANEE	Agência Nacional de Energia Elétrica;
L	

#### INTRODUÇÃO

Atualmente a eficiência energética em todas as etapas do uso da energia é muito bem vinda para se evitar desperdícios. Como a energia elétrica nos

proporciona vários benefícios e é muito utilizada, é necessário adotar uma postura inteligente e racional na sua utilização. Com os programas de conservação de energia é possível diminuir consideravelmente estes desperdícios sem perder o conforto que nos é tão necessário. Várias são as possibilidades de efficientização desde a readequação do sistema de iluminação e climatização, até a substituição dos motores. O retorno desse investimento pode significar uma quantidade de recursos sobressalentes para a aplicação em outras atividades e necessidades ou simplesmente o incremento dos resultados financeiros da organização.

#### VISÃO GERAL DO PROCESSO E ENERGIA CONSUMIDA

Nesta planta são produzidas 238 toneladas mensais de matéria prima para fabricação de inseticida. Para esta produção, são necessários 55 funcionários que são divididos em 4 turnos. A entrada de energia é de 13,2 kV, que passam por dois transformadores antes de entrar no prédio. A baixa tensão é 380 V. A demanda de energia no horário de ponta é de 1.763KW por hora, o valor médio do kW por hora é de R\$ 0,1086 e a conta média mensal é de R\$ 130.320,00.

#### Dados gerais do sistema em análise

O processo de produção é dividido em vários sistemas. Dentre estes sistemas, destaca-se o sistema de Utilidades, o qual é considerado de extrema importância para o processo produtivo. O sistema de utilidades alimenta a planta com:

- Nitrogênio,
- Ar de instrumento,
- Gás natural,
- Vapor,
- Sistemas de resfriamento.

O estudo de eficiência energética será feito apenas no sistema de resfriamento da planta, que pode ser subdividido em quatro partes:

- Água a 30°C – Torres de resfriamento,
- Água a 5°C – Chillers,
- Água /Meg a 15°C – Chillers,
- Dowterm a -12°C.

Especificamente o estudo se dará na distribuição de água gelada a +5°C do sistema de resfriamento que é composto por quatro chillers, seis bombas e dois tanques.

Para facilitar e simplificar o sistema, os

equipamentos serão referidos apenas pelo seu TAG, conforme tabela 1.

TABELA I  
LEGENDA COM TAG DOS EQUIPAMENTOS.

P	Bomba
PM	Motor da bomba
B	Tanque
A	Chiller
AM	Motor do chiller

A tabela 1 mostra, na primeira coluna, a sigla ou Tag que representa cada equipamento e na segunda coluna é descrito o tipo de equipamento.

O esquema de funcionamento e geração do sistema de água gelada a 5°C será mostrado na figura 1.

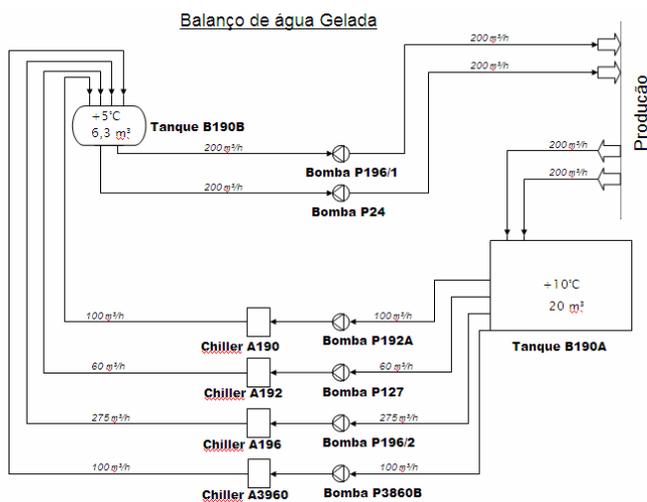


Fig. 1. Sistema de água gelada 5°C.

A figura 1 mostra o funcionamento do sistema que pode ser explicado da seguinte forma: As bombas P192A, P127, P196/2 e P3960 succionam água a 10°C do tanque de concreto B190A e mandam para os chillers A190, A192, A196 e A3960. Os chillers fazem o trabalho de resfriamento da água até chegar a 5°C.

A água a 5°C é armazenada em um tanque AISI 304L B190B. As bombas P24 e P196/1 succionam água a 5°C e distribuem para prédio.

*Dados operacionais do sistema em análise.*

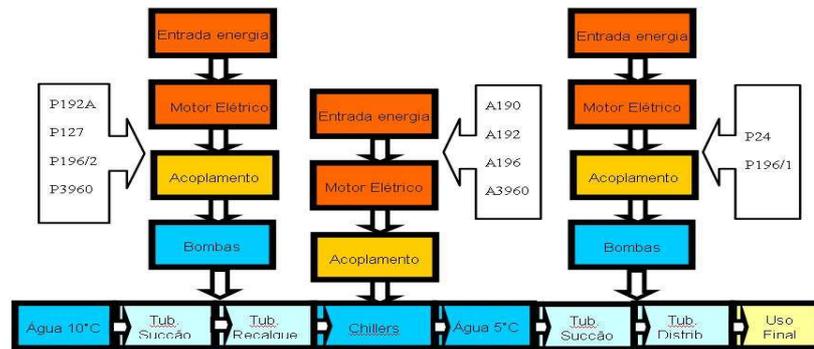


Fig. 2. Sistema Industrial de Compressores e bombas.

A figura 2 mostra o sistema industrial de compressores e bombas, por onde foi baseada toda ordem e seqüenciamento das informações contidas neste artigo.

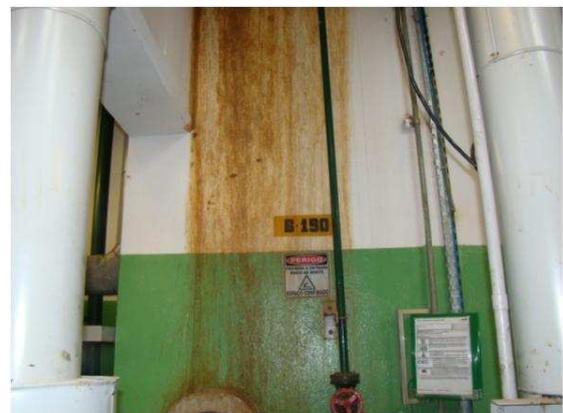


Fig. 3. Tanque de concreto 20,0m³ - água a 10°C.

A figura 3 mostra o tanque de concreto B190A, onde é armazenada a água com temperatura de 10°C após o resfriamento dos equipamentos.



Fig. 4. Bombas P192A, P127, P196/2 e P3960.

A figura 4 mostra as bombas P192A, P127, P196/2 e P3960 que succionam água a 10°C do tanque de concreto B190A e mandam para os chillers. A bomba P192A é uma bomba tipo centrífuga Omel modelo UND/II-A40, pressão de trabalho 2,8 bar, vazão de 100 m³/h, altura de elevação de 28,0m e regime de trabalho

de 8760h, manutenção periódica. Seu motor é comum marca Weg, potência 20cv, corrente de placa 30,5 A, corrente de motor 26,60 A, partida convencional, revisão juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

A bomba P127 é uma bomba tipo centrifuga Omel modelo UND/A40, pressão de trabalho 2,1 bar, vazão de 60 m<sup>3</sup>/h, altura de elevação de 21,0m e regime de trabalho de 8760h, manutenção periódica. Seu motor é comum marca Weg, potência 20cv, corrente de placa 28,90 A, corrente de motor 21,66 A, partida convencional, revisão juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

A bomba P196/2 é uma bomba tipo centrifuga Omel modelo UND/II-A80, pressão de trabalho 1,70 bar, vazão de 275 m<sup>3</sup>/h, altura de elevação de 35,0m e regime de trabalho de 8760h, manutenção periódica. Seu motor é comum marca Weg, potência 30cv, corrente de placa 43,70 A, corrente de motor 40,83 A, partida convencional, revisão juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

A bomba P3960 é uma bomba tipo centrifuga Omel modelo UND/II-A80, pressão de trabalho 1,70 bar, vazão de 100 m<sup>3</sup>/h, altura de elevação de 22,0m e regime de trabalho de 8760h, manutenção periódica. Seu motor é comum marca Weg, potência 50cv, corrente de placa 70,60 A, corrente de motor 38,00 A, partida com inversor de frequência e trabalha a 75% de sua capacidade, revisão juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.



Fig. 5. Chillers A190, A192, A196A/B e A3960.

A figura 5 mostra os chillers que fazem o trabalho de resfriamento da água de 10°C para 5°C.

O A190 é fornecido pelo fabricante York modelo SMC112S tem capacidade de 530m<sup>3</sup>/h, sua pressão nominal é de 18,0 bar, o fluido Refrigerante é R717 e a temperatura do fluido refrigerante é de 1,80°C. Seu motor é Comum da marca Weg, tem potencia 150cv, corrente de placa 214,0 A, corrente de motor 118,0 A, trabalha com 50% de sua capacidade e a revisão é juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

O A192 é fornecido pelo fabricante York modelo SMC112S tem capacidade de 667m<sup>3</sup>/h, sua pressão nominal é de 21,0 bar, o fluido Refrigerante é R717 e a temperatura do fluido refrigerante é de 3,0°C. Seu motor é Comum da marca Weg, tem potencia 150CV, corrente de placa 214,0 A, corrente de motor 139,0 A, trabalha com 67% de sua capacidade e a revisão é juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

O A196A/B é fornecido pelo fabricante Sabroe modelo SMC tem capacidade de 160L, o fluido Refrigerante é R22. Seu motor é Comum da marca Weg, tem potencia 150cv, corrente de placa 148,0 A, e a revisão é juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.

O A3960 é fornecido pelo fabricante Sabroe modelo, seu tamanho é 1 x 450kW, o fluido Refrigerante é R22. Seu motor é Comum da marca Weg, tem potencia 150cv, corrente de placa 214,0 A, corrente de motor 126,0 A e a revisão é juntamente com análise de vibração de 2 em 2 meses.



Fig. 6. Tanque de AISI304L 6,3m<sup>3</sup> - água a 5°C.

A figura 6 mostra o tanque AISI304L que armazena água a 5°C que será succionada e bombeada para resfriar os principais equipamentos do prédio.



Fig. 7. Bombas P196/1 e P24.

A figura 7 mostra as bombas P196/1 e P24 que podem ser consideradas às principais bombas do sistema, pois são elas que fazem a distribuição da água para o resfriamento dos equipamentos.

## FERRAMENTAS UTILIZADAS NOS CÁLCULOS

O BDMotor é um software computacional de fácil utilização que faz uma avaliação de motores de indução trifásicos (MIT) e tem como objetivo minimizar o desperdício de energia. Seu banco de dados possui uma ampla faixa de fabricantes, potências e tensões, permitindo uma análise do carregamento e da economia do motor. Faz uma verificação da relação custo/benefício entre dois motores, podendo analisar motor novo x novo, usado x novo, reparado x novo. Apresenta como resultado um gráfico com o ponto de operação do motor e também sua condição, ou seja, se está bem dimensionado, super dimensionado ou sub dimensionado. Apresenta também qual a melhor opção e o payback.

Foi utilizada como suporte nos cálculos, uma planilha desenvolvida para dimensionamento de bombas e tubulação. Ela auxilia nas melhores escolhas de uma forma prática e eficaz para um bom projeto.

## RESULTADOS PARA BOMBAS E TUBULAÇÕES

Nesta etapa do estudo, será utilizada uma planilha desenvolvida no software Excel especificamente para cálculos de bombas e tubulações. As bombas e tubulações instaladas hoje no sistema serão comparadas com as calculadas pela planilha. A partir desta comparação serão analisados os resultados e propostas melhorias.

TABELA 2  
SITUAÇÃO ATUAL DAS BOMBAS E TUBULAÇÕES.

SITUAÇÃO ATUAL DAS BOMBAS E TUBULAÇÕES									
Equipamentos	Vazão (m³/h)	Diâmetro tubulação sucção (pol.)	Velocidade na tubulação de sucção (m/s)	Diâmetro tubulação recalque (pol.)	Velocidade na tubulação de recalque (m/s)	Perda de carga	Potência (CV)	Energia anual gasta (KWh)	Custo operacional anual (valor energia 0,10885\$/KWh) (R\$)
P192A	100,00	4,00	3,38	4,00	3,38	11,53	20,00	128.859,60	13.994,15
P127	60,00	4,00	2,03	4,00	2,03	3,65	20,00	128.859,60	13.994,15
P196/2	275,00	6,00	4,09	6,00	4,09	27,03	30,00	193.289,40	20.991,23
P3960	100,00	8,00	0,86	8,00	0,86	1,83	55,00	354.363,90	38.483,92
P24	200,00	10,00	1,09	6,00	2,98	8,75	55,00	354.363,90	38.483,92
P196/1	200,00	10,00	1,09	6,00	2,98	5,44	55,00	354.363,90	38.483,92
<b>TOTAL</b>								<b>1.514.100,30</b>	<b>164.431,29</b>

A tabela 2 mostra a real situação em que se encontra o sistema hoje, ou seja, o que cada bomba consome de energia e também o custo operacional de cada uma delas.

TABELA 3  
PRIMEIRA PROPOSTA PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES.

PRIMEIRA SITUAÇÃO PROPOSTA PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES									
Equipamentos	Vazão (m³/h)	Diâmetro tubulação sucção (pol.)	Velocidade na tubulação de sucção (m/s)	Diâmetro tubulação recalque (pol.)	Velocidade na tubulação de recalque (m/s)	Perda de carga	Potência (cv)	Energia anual gasta (KWh)	Custo operacional (valor energia 0,10885\$/KWh) (R\$)
P192A	100,00	6,00	1,49	4,00	3,38	10,73	20,00	128.859,60	13.994,15
P127	60,00	4,00	2,03	3,00	3,50	10,14	12,00	77.315,76	8.396,49
P196/2	275,00	8,00	2,37	6,00	4,09	22,43	30,00	193.289,40	20.991,23
P3960	100,00	8,00	0,86	6,00	1,49	4,83	15,00	96.644,70	10.495,61
P24	200,00	10,00	1,09	8,00	1,72	2,60	55,00	354.363,90	38.483,92
P196/1	200,00	10,00	1,09	8,00	1,72	1,89	55,00	354.363,90	38.483,92
<b>TOTAL</b>								<b>1.204.837,26</b>	<b>130.846,33</b>

A tabela 3 mostra a primeira proposta de melhoria onde foram sugeridas algumas modificações nos diâmetros para que a velocidade ficasse mais coerente com o recomendado e também obter uma diminuição na perda de carga, o que não ocorreu em todas as

bombas. Na P127 e P3960, sugeriu-se a diminuição do diâmetro de recalque para que a velocidade ficasse mais coerente, no entanto, ocorreu um aumento na perda de carga.

TABELA 4  
SEGUNDA PROPOSTA PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES.

SEGUNDA SITUAÇÃO PROPOSTA PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES										
Equipamentos	Vazão (m³/h)	Diâmetro tubulação sucção (pol.)	Velocidade na tubulação de sucção (m/s)	Diâmetro tubulação recalque (pol.)	Velocidade na tubulação de recalque (m/s)	Perda de carga	Potência (cv)	Energia anual gasta (KWh)	Custo operacional (valor energia 0,10885\$/KWh) (R\$)	
P192A	100,00	6,00	1,49	6,00	1,49	1,89	12,00	77.315,76	8.396,49	
P127	60,00	6,00	0,89	6,00	0,89	0,67	10,00	64.429,80	6.997,08	
P196/2	275,00	8,00	1,72	8,00	1,72	8,50	45,00	289.934,10	31.486,84	
P3960	100,00	8,00	0,86	8,00	0,86	1,83	10,00	64.429,80	6.997,08	
P24	200,00	10,00	1,09	10,00	1,09	1,02	55,00	354.363,90	38.483,92	
P196/1	200,00	10,00	1,09	10,00	1,09	2,23	55,00	354.363,90	38.483,92	
<b>TOTAL</b>								<b>1.204.837,26</b>	<b>130.846,33</b>	

A tabela 4 mostra uma segunda proposta na tentativa de uma economia maior. Vale ressaltar que apesar das mudanças sugeridas, um resultado compensou o outro e o valor permaneceu o mesmo.

TABELA 5  
MELHOR RESULTADO PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES.

MELHOR RESULTADO PARA AS BOMBAS E TUBULAÇÕES										
Equipamentos	Vazão (m³/h)	Diâmetro tubulação sucção (pol.)	Velocidade na tubulação de sucção (m/s)	Diâmetro tubulação recalque (pol.)	Velocidade na tubulação de recalque (m/s)	Perda de carga	Potência (cv)	Energia anual gasta (KWh)	Custo operacional (valor energia 0,10885\$/KWh) (R\$)	
P192A	100,00	6,00	1,49	6,00	1,49	1,89	12,00	77.315,76	8.396,49	
P127	60,00	6,00	0,89	6,00	0,89	0,67	10,00	64.429,80	6.997,08	
P196/2	275,00	8,00	2,37	6,00	4,09	22,43	30,00	193.289,40	20.991,23	
P3960	100,00	8,00	0,86	8,00	0,86	1,83	10,00	64.429,80	6.997,08	
P24	200,00	10,00	1,09	10,00	1,09	1,02	55,00	354.363,90	38.483,92	
P196/1	200,00	10,00	1,09	10,00	1,09	2,23	55,00	354.363,90	38.483,92	
<b>TOTAL</b>								<b>1.108.192,56</b>	<b>120.349,71</b>	

Na tabela 5 foram selecionados os melhores resultados obtidos das duas propostas obtendo-se então uma economia considerável.

TABELA 6 E 7  
COMPARAÇÃO ENTRE A SITUAÇÃO ATUAL E A PROPOSTA EM KWh E EM R\$ RESPECTIVAMENTE.

COMPARAÇÃO (KWh)		ECONOMIA (KWh)
Energia anual gasta (KWh) atual	1.514.100,30	405.907,74
Energia anual gasta (KWh) proposta	1.108.192,56	
COMPARAÇÃO (R\$)		ECONOMIA (R\$)
Energia anual gasta (R\$) atual	164.431,29	44.081,58
Energia anual gasta (R\$) proposta	120.349,71	

A tabela 6 e 7 mostra a economia alcançada com a comparação dos resultados entre a situação atual das bombas e a proposta em KWh e R\$ respectivamente.

## RESULTADOS PARA MOTORES

Os Motores serão dimensionados pelo software BDMotor, especificamente pela corrente de linha média, e com este dimensionamento o BDMotor irá nos fornecer um gráfico Potência de saída x Corrente medida. Este gráfico nos mostrará se o motor está bem dimensionado, super dimensionado ou sub dimensionado. Posteriormente será feita uma comparação entre os motores instalados hoje no sistema com motores de alto rendimento e apresentado os resultados.

TABELA 8  
ECONOMIA ANUAL COM MOTORES DE ALTO RENDIMENTO.

Economia anual com motores de Alto Rendimento		
Equipamentos	Economia energia (KWh)	Economia Financeira (R\$)
PM192A	11.102,02	1.205,68
PM127	8.150,04	885,09
PM196/2	17.696,17	1.921,80
PM3960	17.397,51	1.889,39
PM24	39.568,34	4.297,12
PM196/1	39.568,34	4.297,12
<b>TOTAL</b>	<b>133.482,42</b>	<b>14.496,20</b>

A tabela 8 mostra a economia alcançada com a substituição dos motores comuns por motores de alto rendimento.

TABELA 9 e 10  
ECONOMIA ANUAL COM MOTORES E BOMBAS EM KWH E EM R\$  
RESPECTIVAMENTE.

MELHORIAS GERAIS PROPOSTAS (KWh)		ECONOMIA ANUAL (KWh)
Motores	133.482,42	539.390,16
Bombas e Tubulações	405.907,74	

MELHORIAS GERAIS PROPOSTAS (R\$)		ECONOMIA ANUAL (R\$)
Motores	14.496,20	58.577,78
Bombas e Tubulações	44.081,58	

As tabelas 9 e 10 mostram a soma das economias alcançadas com a parte das bombas e tubulações e a parte dos motores em KWh e R\$ respectivamente.

### CONCLUSÃO

As ações realizadas garantiram uma redução imediata em torno de 44.949,18 KWh por mês, equivalente a energização de 250 casas com um consumo médio mensal de 180KWh por mês.

Em resumo temos os seguintes aspectos a observar:

Dimensionar as tubulações de modo a reduzir as perdas de carga;

Especificar a bomba para trabalhar próximo ao seu rendimento máximo;

Evitar o super e o sub dimensionamento do motor;  
Trabalhar com motores de alto rendimento.

"Investir em novas tecnologias para melhorar o rendimento energético dos prédios, fábricas e carros é a forma mais viável e garantida de reduzir o ritmo das mudanças climáticas" (LAST UPDATED, 2008).



### REFERENCIAS

#### Livros:

- [13] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Manual para elaboração do Programa de Eficiência Energética – MPEE, 2008.
- [14] BDMOTOR. Rio de Janeiro: Eletrobrás. 2007. Programa para avaliação de comparação e dimensionamento de motores. Versão 4.2. 12 fev. 2008.
- [15] ELETROBRÁS, FUPAI/EFFICIENTIA, Eficiência Energética em Sistemas de Bombeamento – Guia prático. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005a. 103p.
- [16] ELETROBRÁS, FUPAI/EFFICIENTIA. Eficiência Energética em Sistemas de Bombeamento. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005b. 272p.
- [17] ELETROBRÁS. Bombas – Guia avançado. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2004. 316p.
- [18] ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. Apoio Eletrobrás / Procel. Itajubá – MG: FUPAI 2001.
- [19] FILIPPO FILHO, G. Motor de Indução. São Paulo: Érica, 2000.
- [20] GOMES, H. P. Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes e Elevatórias. 2ª Ed. Editora Universitária – UFPB. João Pessoa-PB. 2004. 204p.
- [21] GOMES, H.P. Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: análise econômica de projetos. ABES. Rio de Janeiro-RJ. 2005.114p.
- [22] HIRSCHFELD, H.. Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. São Paulo: Atlas. 1998. 407 pág.
- [23] TSUTIYA, M.T. Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. 1ª ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e ambiental – ABES. São Paulo. 2001.185p.
- [24] TSUTIYA, M.T. Utilização de inversores de frequência para diminuição do consumo de energia elétrica em sistemas de bombeamento. VI SEREA – Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa. Paraíba, junho 2006.
- [25] TSUTIYA, M.T.; Abastecimento de água. 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. 634p.
- [26] WEG. Catálogo Geral de Motores Elétricos. Jaraguá do Sul – SC. 2005. Disponível em <http://www.weg.com.br>. Acesso em 18 Jan. 2008.
- [27] WEG. Motores de indução alimentados por conversores de frequência PWM. Jaraguá do Sul – SC. Setembro 2006. Disponível em <http://www.weg.com.br>. Acesso em 29 Jan. 2008.

#### Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.

**SODEBRAS**