



**XXI SNTPEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
23 a 26 de Outubro de 2011  
Florianópolis - SC

**GRUPO - GIA**

**GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA**

**PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA EMPRESA LIGHT S.A.**

**Carlos Eduardo Leal \***  
UERJ

**José Carlos Xavier**  
UERJ

**Júlio Nichioka**  
UERJ

**Max Pereira de Souza**  
Light S.A.

**Milton Nazareno Neves**  
Light S.A

**Fabiana Fioretti**  
Light S.A

**Daniel C. Vianna**  
Páginas Ambientais Ltda

**Marco Aurélio Moreira**  
Páginas Ambientais Ltda

**Priscila Nicolau**  
Páginas Ambientais Ltda

**Lídia Vitória Alves Leal**  
Páginas Ambientais Ltda

**RESUMO**

Neste trabalho são apresentados os resultados do desenvolvimento de soluções sustentáveis e inovações gerenciais no programa de gerenciamento de resíduos sólidos da empresa Light S.A. A partir do desenvolvimento de um *software* de monitoramento de resíduos, foi possível a elaboração de indicadores com base na quantidade, classificação, sítio de origem e movimentação dos resíduos nas diversas unidades. Além disso, são discutidos os resultados do programa de coleta seletiva dos resíduos recicláveis, assim como, a implantação de soluções alternativas e práticas sustentáveis para o descarte de resíduos perigosos.

**PALAVRAS-CHAVE**

Gerenciamento de resíduos, práticas sustentáveis, resíduos sólidos, sistema de gestão ambiental.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A evolução do modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico, no mundo pós-revolução industrial, está intimamente relacionada com os modos e os costumes da sociedade atual. As principais características deste modelo são o consumo exagerado de bens e serviços atrelados ao conceito de qualidade de vida; a exploração irresponsável dos recursos naturais; a incapacidade da biosfera em absorver a carga de resíduos; a poluição do solo, dos recursos hídricos e da atmosfera; o descaso com as desigualdades sociais; e, mais recentemente, os problemas associados ao aquecimento global e às mudanças climáticas. Como proposta alternativa ao modelo de desenvolvimento existente, foi introduzida pela *Comissão Brundtland*, em 1987, o conceito de Desenvolvimento Sustentável ou simplesmente, Sustentabilidade (1), no qual é esperado uma postura preventiva, por parte das instituições, de modo a maximizar os aspectos positivos e minimizar os impactos e efeitos negativos do desenvolvimento envolvendo, principalmente, as dimensões econômica, social e ambiental.

(\*) Rua São Francisco Xavier, nº 524 – sala 5024 - Bloco A – CEP 20.550-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
Tel: (+55 21) 2334-0268 – Fax: (+55 21) 2334-0536 – Email: ceduardo\_leal@yahoo.com.br

No mundo dos negócios tem-se verificado uma preocupação crescente por parte das grandes empresas no sentido de implementar mudanças em seus paradigmas e modelos gerenciais que satisfaçam as exigências para a construção de um desenvolvimento sustentável global. No futuro próximo, as chamadas organizações sustentáveis serão aquelas comprometidas com a sustentabilidade nos seus diversos aspectos: social, ambiental e econômico, de maneira sistêmica, contínua e simultânea (2).

Inserida nesse cenário, a empresa concessionária de energia elétrica Light S.A, atuante no Rio de Janeiro, tem buscado melhorias em seu modelo de gestão, em particular, no gerenciamento de seus resíduos sólidos, estimulando o aumento da qualidade de seus processos de modo a garantir ganhos ambientais, assim como sociais e econômicos.

Neste trabalho são apresentados os resultados das pesquisas e das inovações metodológicas introduzidas no programa de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) da Light, como parte de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) voltado para a construção de soluções sustentáveis e o desenvolvimento de práticas socioambientais. Este estudo fundamenta-se, ainda, no desenvolvimento de procedimentos visando o tratamento e a análise de dados de monitoramento, controle, classificação e quantificação dos resíduos sólidos nas diversas unidades da empresa, de modo a permitir a construção de indicadores de sustentabilidade para o PGRS.

Além disso, no intuito de promover mudanças comportamentais e sensibilizar o corpo de funcionários quanto aos problemas socioambientais da atualidade, foram desenvolvidas ações educativas e atividades práticas de educação ambiental com foco na construção de uma postura organizacional sustentável. Essas ações tiveram como bases a redução do consumo de materiais e o descarte ambientalmente adequado de resíduos perigosos, a melhoria do programa de coleta seletiva dos resíduos recicláveis e a promoção da eficiência energética, com o objetivo de contribuir para a melhoria do compromisso da empresa com a sustentabilidade.

## 2.0 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é uma ferramenta já consolidada no Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que serve de elemento para promover a sustentabilidade da empresa. Neste sentido, foram elaboradas, recentemente, várias atividades voltadas para a consolidação e melhoria do PGRS da empresa Light. Um marco referencial foi a aprovação de um projeto de P&D com foco no PGRS, iniciado em 2009, que implementou pesquisas para a construção de indicadores ambientais, introduziu inovações gerenciais para controle e monitoramento dos resíduos perigosos e recicláveis e apresentou soluções alternativas para a destinação final dos resíduos especiais com a melhoria da relação custo/benefício.

### 2.1 Ferramentas de Controle e Monitoramento de Resíduos

O trabalho se iniciou a partir dos estudos de identificação e caracterização dos diversos tipos de resíduos perigosos e não-perigosos gerados nas unidades da empresa (cerca de 240 sítios) contabilizando tanto aquelas com atividades administrativas quanto as de atividades operacionais, tais como: sub-estações de manobra, de transmissão, rurais e de linhas de transmissão. Com base no diagnóstico gerado foram elaboradas ferramentas de controle e monitoramento numa base integrada de dados dos resíduos que incluem a classificação e a caracterização dos resíduos gerados, os dados locais da unidade geradora e de seus gestores, os documentos utilizados e de outras informações significativas. Além disso, novas planilhas de medição e controle para o gerenciamento dos resíduos, incluindo a quantidade, movimentação e descarte dos resíduos perigosos e resíduos recicláveis, sendo esse material incorporado ao SGA via gerência de meio ambiente.

Em relação ao gerenciamento de resíduos recicláveis a Light implantou, em meados de 2008, duas centrais de resíduos para a coleta seletiva de seus materiais recicláveis nas unidades Rua Larga e Frei Caneca. Esta iniciativa revelou-se como um marco no processo de divulgação interna de práticas de sustentabilidade adotadas pela empresa, pois agregou valor ao aproveitar a inovação junto à responsabilidade ambiental. Importante ressaltar que, a partir de 2010, a lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, exige que as empresas gerenciem os resíduos sólidos, tornando-as responsáveis pela coleta e tratamento de seus resíduos.

No programa de coleta seletiva da Light os materiais recicláveis (papéis, plásticos, metais e vidros) são encaminhados para uma empresa recicladora ou para reaproveitamento em outras atividades. Em meados de 2009, em parceria com a equipe de P&D, foi implementado um controle diário e um monitoramento contínuo dos resíduos recicláveis dispostos nas respectivas centrais de resíduos. Juntamente a essas ações, foi preparado um estudo detalhado do mapeamento, da disposição espacial e da quantidade dos coletores específicos para os tipos de materiais recicláveis na unidade Rua Larga. Paralelamente às ações voltadas ao monitoramento desses resíduos foram realizados treinamentos internos com os funcionários das empresas terceirizadas de serviços gerais e a empresa recicladora. Essas capacitações tiveram como foco a coleta e a segregação dos resíduos recicláveis, o armazenamento seletivo temporário, o enfiamento, a pesagem dos resíduos, assim como, a preparação para o transporte visando à destinação final adequada de todos os resíduos recicláveis.

Na Figura 1 pode ser observado o resultado direto da melhoria da eficiência das inovações gerenciais com um aumento significativo da quantidade de materiais recicláveis coletados e conseqüentemente, não dispostos em aterros sanitários no período 2008 - 2010.

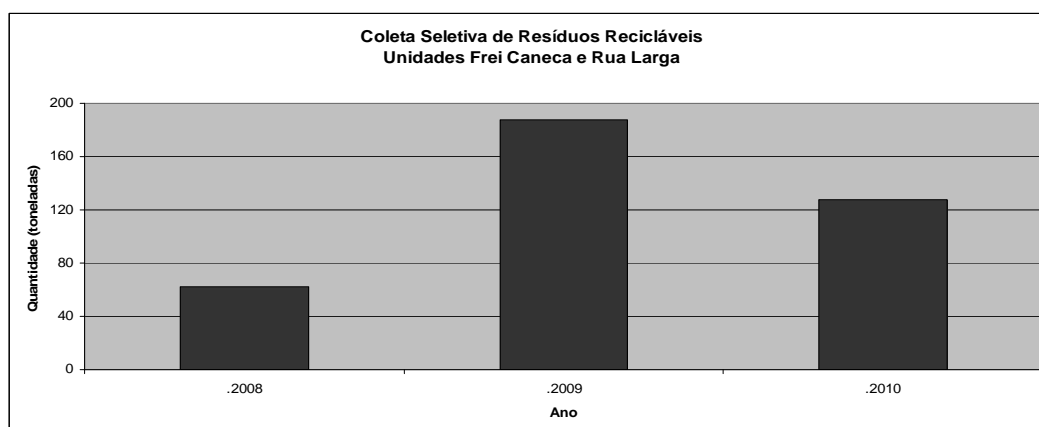


FIGURA 1 – Coleta seletiva de materiais recicláveis no período 2008-2010

O relatório de sustentabilidade de uma empresa é a principal ferramenta de comunicação do desempenho social, ambiental e econômico da organização. O modelo de relatório da *Global Reporting Initiative* (GRI) é atualmente o mais completo e mundialmente difundido. Um dos indicadores de sustentabilidade do GRI trata especificamente do item: peso total de resíduos (por tipo e método de disposição). Esse item aferido no programa de coleta seletiva no período 2008-2010 aponta para um quantitativo de cerca de 400 (quatrocentas) toneladas de material reciclável adequadamente coletado, segregado e destinado de forma ambientalmente correta para a reciclagem. A Figura 1 mostra a análise dos indicadores ambientais de desempenho da coleta seletiva que revelou um aumento significativo no período 2008-2009, e uma ligeira queda em 2010, em virtude da desativação temporária da central de resíduos de uma de suas unidades.

A Figura 2 apresenta a evolução da quantidade de resíduos recicláveis – classe II (papel/papelão, metais e plásticos) coletados nas centrais de resíduos de Frei Caneca e Rua Larga. Em função das características das atividades exercidas nessas unidades da empresa, as quantidades referentes ao resíduo do tipo vidro foram consideradas desprezíveis para efeitos de análise dos dados.

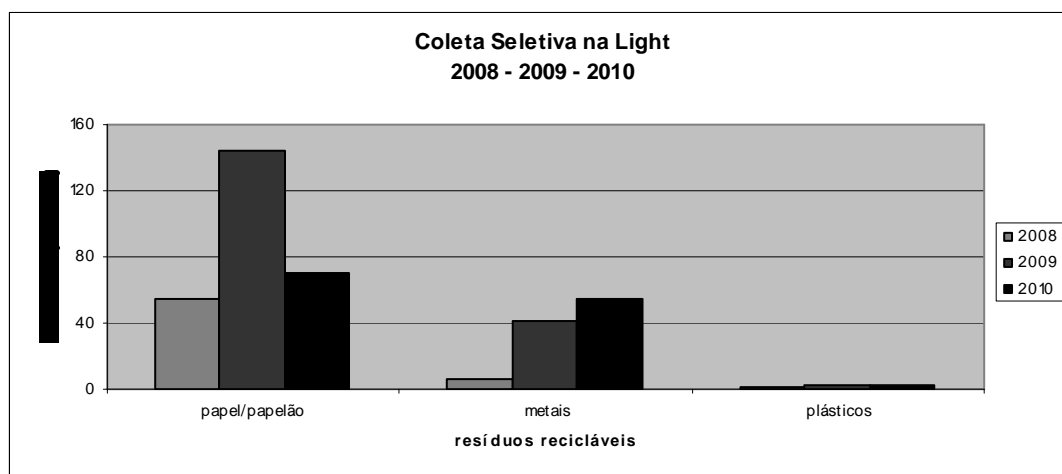


FIGURA 2 – Resíduos recicláveis (papel/papelão, metais e plásticos) coletados no período 2008-2010

Observa-se na Figura 2 uma predominância de descarte de resíduos do tipo papel/papelão nas unidades Frei Caneca e Rua Larga. Este fato revela atividades de trabalho com características predominantemente administrativas. Entretanto, a aparente redução da quantidade desse material (papel/papelão) não expressa a realidade da coleta realizada, visto que em função da paralisação temporária das atividades plenas de uma das centrais de resíduos, uma grande quantidade desse material, gerado em maior escala nessas unidades, está sendo estocado com previsão de pesagem e destinação final em início de 2011. Além disso, nos últimos anos, a quantidade crescente de descarte de metais nas centrais de resíduos tem servido como um indicador da melhoria do programa de destinação ambientalmente correta para esse tipo de resíduo reciclável, caracterizando tanto um maior comprometimento de seu público interno quanto uma maior efetividade das ações gerenciais.

Em um contexto geral, ganhos diretos e indiretos foram gerados para a empresa, tais como: a redução substancial do volume dos resíduos para descarte e conseqüentemente dos custos com a empresa coletora de lixo comum, o atendimento à legislação ambiental vigente, maior qualificação do SGA para atendimento às auditorias externas e melhoria da imagem ambiental da empresa junto aos seus funcionários e demais partes interessadas.

### 2.1.1 Software de Movimentação de Resíduos

Um modelo de gestão empresarial sustentável impõe a adoção de uma série de ações e práticas de sustentabilidade e de responsabilidade social. Segundo a política ambiental da Light, a abordagem sistêmica para uma gestão estratégica requer a adoção de medidas que garantam o atendimento às normas e requisitos legais quanto aos resíduos descartados, ao mesmo tempo em que contribua para a redução dos impactos ambientais e o aumento de receita devido ao manejo, a redução de matéria-prima e a reciclagem desses materiais.

A necessidade de um controle sistêmico sobre a geração, a movimentação e o descarte de todos os tipos de resíduos da empresa, sendo eles classificados como perigosos ou não, estimulou o desenvolvimento de um aplicativo (*software*), em parceria com o setor de Tecnologia da Informação da empresa, que atendesse às legislações em vigor e o programa de gerenciamento de resíduos da empresa. Como resultado da informatização desse banco de dados e registros estabeleceu-se um controle total da destinação, do armazenamento e do descarte dos resíduos gerados, em todas as unidades da empresa, em conformidade com os manifestos de resíduos do órgão ambiental estadual – INEA/RJ.

A Figura 3 apresenta uma simulação de registro de movimentação dos resíduos gerados numa unidade até sua destinação final, contendo as seguintes informações: o número de identificação do controle interno; a unidade geradora do resíduo; a classificação e o tipo de resíduo; a quantidade e a unidade física correspondente; os dados cronológicos envolvendo a movimentação do resíduo entre unidades; o local de armazenamento temporário; os dados sobre a empresa transportadora; o tratamento dado ao resíduo; o local da destinação final, assim como, o número do manifesto INEA/RJ e a identificação do funcionário responsável pelo procedimento.

Essas informações, uma vez organizadas e processadas, formam um banco de dados integrado com o sistema de Registro de Controle Ambiental (RCA) - Módulo de Gerenciamento de Resíduos do SGA da Light, podendo ser uma excelente ferramenta de controle ambiental e com grandes benefícios ao modelo do SGA da empresa. Além disso, o levantamento, o tratamento, a análise e a filtragem dos dados quantitativos referentes aos resíduos gerados contribuem de forma significativa para a elaboração de indicadores de desempenho do PGRS.

FIGURA 3 – Registro de movimentação de resíduos

### 2.2 Soluções Alternativas para Descarte de Resíduos Perigosos - Classe I

Após as etapas de controle e inovações metodológicas no modelo de gerenciamento de resíduos da empresa, foram iniciadas pesquisas voltadas para a busca de soluções alternativas capazes de propiciar melhores relações custo/benefício do uso e descarte dos resíduos especiais, bem como da economia dos recursos com a reutilização de materiais, da redução do volume e da quantidade de resíduos perigosos e da mitigação dos impactos ambientais devido ao descarte desses materiais. Cabos, postes, materiais contaminados com óleos, lâmpadas entre outros, classificados como resíduos perigosos são gerados nas subestações de energia da Light. Essas soluções pesquisadas visam contribuir para as seguintes situações:

- aumento da eficiência operacional de equipamentos e/ou instalações de dispositivos para a redução no consumo de matérias primas e de energia;

- processos de tratamento para resíduos com características peculiares;
- soluções para descontaminação de resíduos tóxicos mediante valorização, com extração dos materiais que os tornam perigosos;
- substituição de resíduos perigosos por uso de materiais ecologicamente corretos;
- instalações para redução ou prevenção da geração de resíduos;
- sistemas de controle e redução dos níveis de contaminação.

A metodologia adotada na busca por soluções inovadoras e eficazes para um determinado problema, segue as seguintes fases (4):

- caracterização do problema e de suas consequências;
- identificação de soluções convencionais;
- busca por soluções não convencionais;
- comparação das alternativas de solução;
- implantação da solução escolhida.

Parte dos problemas aqui abordados, ainda se encontram numa fase preliminar de pesquisa. Por um lado, grande parte de possíveis soluções alternativas podem advir simplesmente da adoção de boas práticas de sustentabilidade. Entretanto, outras mais específicas orientam-se mais para os aspectos técnicos e para certos tipos de resíduos bem definidos, o que requer em alguns casos, investimentos de grande porte com equipamentos e com novas tecnologias. A expectativa da evolução dessa pesquisa é portanto, desenvolver novos paradigmas de ecoeficiência e de consumo sustentável por meio de ecosoluções que conjuguem boas práticas de sustentabilidade, novas tecnologias de recuperação que priorizem o reuso e a reciclagem dos materiais em detrimento da disposição convencional em aterros e que garantam a mitigação dos impactos ambientais.

#### 2.2.1 Descarte de óleo mineral e o uso de óleo vegetal em transformadores elétricos

Tradicionalmente, os transformadores de distribuição instalados na rede elétrica utilizam o óleo mineral isolante (OMI) como líquido dielétrico e como base de refrigeração da máquina. O OMI obtido pela destilação do petróleo pode ser do tipo parafínico ou naftênico. Devido à sua boa associação com os isolantes de papel e o seu preço, o OMI sempre foi considerado como o dielétrico por excelência nesses equipamentos. Entretanto, no momento em que as propriedades físico-químicas do OMI, em uso no transformador, não atendam mais as características dielétricas, o OMI passa a apresentar um alto grau de deterioração oxidativa e térmica. Neste caso, o óleo deve ser substituído por um novo fluido ou submetido a um processo regenerativo, de modo a evitar possíveis danos e degradação prematura do isolamento sólido do equipamento.

Empresas do setor elétrico periodicamente analisam as condições de uso desses óleos minerais e a medida em que eles apresentam desgaste são enviados para um novo processo de rerrefino, podendo vir a ser reutilizado nos equipamentos. Entretanto, após algumas etapas desse processo, a reutilização do OMI compromete a sua qualidade técnica, afetando diretamente a performance e a degradação geral do transformador, sendo portanto, descartado sob a condição de resíduo perigoso. Neste sentido, por ser o descarte do OMI custoso para a empresa, classificado como resíduo classe I, é proposto como uma possível solução a venda desse resíduo não recuperável como matéria prima para a indústria de fabricação de massa de vidraria ou como combustível alternativo para a queima em caldeiras adaptadas ou em fornos de cimento, em substituição aos combustíveis convencionais. Sob a ótica econômica, a valorização desses resíduos pode produzir receitas que, embora marginais, muitas vezes, contribuem para cobrir, pelo menos em parte, os custos com a descontaminação e a destinação final controlada.

Além disso, sob a ótica ambiental, possíveis acidentes provocados por vazamentos ou derramamentos de óleo mineral dos transformadores elétricos podem provocar impactos ambientais significativos, tais com a contaminação do solo e dos recursos hídricos, gerando custos adicionais pelas multas e reparações com os danos ambientais causados.

Com o objetivo de eliminar ou mitigar esse tipo de impacto ambiental, novos fluidos dielétricos tem sido pesquisados como alternativa ao uso do óleo mineral. Em particular, é evidenciado a substituição do OMI por fluidos isolantes a base de óleos vegetais (OVI), denominados de fluidos ecologicamente corretos, por suas características de biodegradabilidade, seu alto ponto de combustão e por serem renováveis (5). Esses novos materiais dielétricos, provenientes de matérias primas renováveis, apresentam propriedades de atendimento aos requisitos de um fluido isolante de alta temperatura, permitindo a sua utilização até mesmo em equipamentos elétricos de alta tensão. Em relação ao efeito da umidade que atua no OMI como agente catalisador na decomposição da celulose, diminuindo, consequentemente, a vida útil do equipamento elétrico, o OVI devido à sua natureza química apresenta grande afinidade com a água. Além disso, em casos de acidentes os processos de remediação dos sistemas impactados pelo OVI são mais simples e com custos mais baixos, pois o OVI é facilmente degradado pelos microorganismos presentes no meio ambiente.

Na Tabela 1 é estabelecida uma comparação, sob o aspecto ambiental, entre as características do óleo mineral e do óleo vegetal.

Tabela 1 – OMI x OVI

<b>Óleo Mineral Isolante (OMI)</b>	<b>Óleo Vegetal Isolante (OVI)</b>
maior probabilidade de incêndio	menor probabilidade de incêndio
lenta biodegradação	rápida biodegradação
derivado do petróleo	derivado de biomassa
não renovável	renovável

Por essas propriedades, sob o ponto de vista dos impactos ao meio ambiente, à saúde humana e à segurança do trabalhador, pode-se considerar o OVI como uma boa alternativa de fluido dielétrico para uso em transformadores, sendo atualmente utilizado em testes por concessionárias de energia no Brasil. Entretanto, aspectos de viabilidade econômica, assim como pesquisas técnicas, principalmente quanto a possibilidade de uso do OVI em transformadores de grande potência, devem ser investigadas de modo a garantir que essa opção se caracterize de fato como uma solução sustentável para a empresa.

## 2.2.2 Descontaminação de brita com óleo

As empresas de energia elétrica em cumprimento às normas ambientais devem possuir um rígido controle e preocupação com o uso, transporte e destino final do OMI. Na Light, os óleos não reaproveitáveis devido à perda dielétrica e propriedades oxidativas, são estocados em tambores de 200 (duzentos) litros em uma central de resíduos especiais, no aguardo da destinação adequada. Os transformadores elétricos nas subestações são envoltos pelo solo com britas, por medidas de segurança, para absorção do OMI caso haja algum tipo de acidente provocado por explosões, derramamentos ou vazamentos, como forma de mitigar danos ao meio ambiente com a contaminação de solos e do lençól freático. Por esse motivo, britas, equipamentos de proteção individual (EPI) e outros materiais são contaminados com óleo, quando da ocorrência desse tipo de acidente, gerando custos para a empresa pela destinação final, remediação do local, além dos custos de reposição dos materiais nos locais dos vazamentos.

Neste sentido, foi realizada uma pesquisa durante esse trabalho verificando-se a possibilidade de utilização de um produto atóxico e biodegradável para a descontaminação de brita e de EPI. O produto designado por MP 570 da empresa ICQL Química Ltda (6) apresenta propriedades ecologicamente corretas que conferem ao produto desempenho bastante significativo como agente de limpeza para a brita e outros materiais contaminados com óleo mineral permitindo a reutilização desses materiais.

Entretanto esse procedimento carece de pesquisas mais aprofundadas que possibilitem a determinação da eficácia desse detergente na limpeza dos materiais contaminados com óleo e a observação dos impactos causados pelos subprodutos oriundos desse processo de descontaminação. Os resultados positivos dessa pesquisa poderão trazer benefícios devido à uma menor impactação ambiental e à redução de custos com a autuação de multas, práticas de remediação e atividades operacionais, agregando valores à imagem da empresa junto à sociedade.

## 2.2.3 Descarte de Podas

Uma das principais medidas de prevenção da rede aérea de uma empresa de energia é a permanente realização de poda das árvores da cidade. Todos os resíduos oriundos desse procedimento: troncos, galhos e folhas, deveriam ser recolhidos e manejados de forma adequada até serem enviados às empresas especializadas em reciclagem, sempre que possível. Por outro lado, em função de dificuldades operacionais verifica-se na prática que o descarte desses resíduos vão diretamente para os aterros. Na Light, em 2009, foram realizadas cerca de 151 mil podas, gerando uma quantidade significativa desses resíduos que foram destinados ao aterro sanitário de Jardim Gramacho/RJ, assim como, o descarte, nas centrais de resíduos de Frei Caneca e Rua Larga, de cerca de 23 (vinte e três) toneladas de sucata de madeira.

Considerando a necessidade de cumprir a lei e mitigar impactos econômicos e ambientais para a empresa, foi proposto o descarte e a comercialização dos resíduos de poda urbana para empresas de transformação de biomassa em biocombustível sólidos, tais como: cavacos, pelotas e briquetes. Da mesma forma, as sucatas de madeira originalmente dispostas em aterros sanitários poderiam, quando da impossibilidade de seu reaproveitamento, sofrer destinação semelhante de coprocessamento. A adoção desse tipo de medida pode representar além do benefício da cogeração de energia, uma significativa diminuição dos custos decorrentes da destinação desses resíduos.

## 2.2.4 Consumo e Descarte de Lâmpadas Fluorescentes

Práticas de eficiência energética tem fomentado a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes e de LED (diodo emissor de luz, na sigla em inglês). Apesar das lâmpadas fluorescentes

apresentarem vantagens energéticas em relação às incandescentes, elas podem provocar danos ao ser humano e ao meio ambiente devido à presença de elementos pesados em sua composição, tais como: cádmio, mercúrio etc. Em casos de ruptura, o vapor de mercúrio da lâmpada fluorescente pode ser absorvido pelo organismo humano, causando doenças e levando muito tempo para ser eliminado, motivo pelo qual é sempre requerido bastante cuidado com o manuseio e o descarte desses tipos de lâmpadas.

Nos últimos anos, tem sido verificado um descarte médio de cerca de dez mil lâmpadas fluorescentes, por semestre, nas dependências da Light. Com o intuito de minimizar o problema gerado com esse descarte e reduzir o consumo desse tipo de resíduo perigoso, conforme norma técnica NBR 10.004:2004 (7), foram propostas uma série de ações de baixo impacto econômico envolvendo boas práticas de sustentabilidade. Essas ações, abaixo elencadas, alcançam a unidade Rua Larga da Light e ao mesmo tempo em que apontam para resultados com maior eficiência energética, sem comprometimento da iluminação ambiental dos escritórios:

- *Redução do número de lâmpadas por metro quadrado* – em atendimento à norma brasileira orientativa NBR 5.413:1992: Iluminância de interiores – Procedimento (8), que estabelece o bem estar em termos da iluminação em ambientes internos, num intervalo de 139 a 966 lux, para o qual o organismo humano funciona melhor;
- *Incentivo ao uso da iluminação natural* – a luz solar, diferentemente da lâmpada fluorescente, possui um espectro de emissão com frequências próximas ao vermelho e ao amarelo, mais sensíveis à vista humana. Além disso, a luz solar incidente através de uma janela pode iluminar uma área que corresponda a aproximadamente duas vezes a área total da janela;
- *Uso de lâmpadas de maior durabilidade* - como a vida útil de uma lâmpada está diretamente relacionada ao grau de pureza dos materiais dos eletrodos, da qualidade do vácuo no seu interior e do gás que a preenche, é fundamental, quando da aquisição das lâmpadas, a verificação das especificações do fabricante para um estudo da relação preço/durabilidade;
- *Redução do número de horas de uso* – lâmpadas fluorescentes acesas, cerca de 8 h/dia, tem uma vida útil média de 10 mil a 20 mil horas, que significa 4 a 8 anos para serem descartadas. A instalação de dispositivos do tipo *timer* e/ou interruptores, com desligamento em horários sem atividades no local de trabalho, podem prolongar significativamente o tempo para descarte.

Outras iniciativas que envolvem a troca de dispositivos tais como: reatores e luminárias, assim como a redução de possíveis flutuações da tensão elétrica da rede, podem contribuir para a prorrogação do tempo de vida útil das lâmpadas fluorescentes. Uma outra proposta é a substituição dessas lâmpadas por dispositivos com tecnologia mais moderna e com baixo consumo de energia que são as lâmpadas de LED. Além de representar uma forte redução no consumo de energia, as lâmpadas de LED não possuem elementos contaminantes em sua composição, podendo ser descartado como resíduo comum. Por outro lado, as lâmpadas LED ainda são caras, porém com tecnologia em evolução constante, com grandes perspectivas futuras, mas que ainda requerem cuidados em relação a confiabilidade do desempenho dos dispositivos e de dados técnicos e especificações disponibilizados pelos fabricantes. Essas iniciativas são apresentadas No Quadro 1 juntamente com as condições de atendimento e recomendações.

item	Proposta	Condição/Meio	Recomendações/Observações
1	Redução do nº de lâmpadas por m <sup>2</sup> para a área de escritórios	Analisar os limites de máximo e mínimo da iluminação nos locais de trabalho	Situação média de conforto 750 lux, desconsiderando o fator idade do trabalhador
2	Controle da iluminação desnecessária	Usar a iluminação natural	Afixar tabela de horário de utilização da iluminação natural por períodos
		Desligar a iluminação, quando não houver necessidade	Instalar <i>timers</i> e sensores de presença nas baias ou setores de trabalho
3	Utilização de lâmpadas mais eficientes, atentando para a relação custo/benefício	Substituir as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED ( <i>Light Emitting Diode</i> )	Vida útil de até 50 mil horas; ecologicamente correto sem emissões nocivas ao meio ambiente
		Comparar marcas e especificações técnicas de lâmpadas fluorescentes tubulares (LFT)	Variação da vida útil das lâmpadas fluorescentes de 7.500 a 75.000 horas
4	Maximização da eficiência energética com iluminação	Troca de reatores eletrônicos e troca/instalação de luminárias reflexivas	Não realizar trocas desnecessárias; Considerar o sistema combinado lâmpada-luminária-reator (9)
5	Redução de flutuações na rede elétrica	Instalar filtros na entrada da alimentação	Efeitos harmônicos na rede reduzem a vida útil das Lâmpadas fluorescentes (10)

QUADRO 1 – Propostas para Redução de Consumo e Descarte de Lâmpadas Fluorescentes

Diante do grave dano causado pelo resíduo, sugere-se que o descarte das lâmpadas fluorescentes inservíveis na empresa seja direcionado para empresas que realizem processos de recuperação completa do mercúrio para reaproveitamento em outros materiais. De outra forma, o tratamento desses resíduos reterá o mercúrio das

lâmpadas sob a forma de compostos não voláteis, o que não eliminaria o risco ambiental comprometendo, entre outros aspectos, o custo com os danos ambientais.

### 3.0 - CONCLUSÃO

Ao longo desse trabalho foram discutidas inovações metodológicas introduzidas no programa de gerenciamento de resíduos sólidos da empresa Light. O desenvolvimento de aplicativos, assim como a adoção de novas práticas de controle e de monitoramento dos resíduos perigosos e recicláveis propiciaram a elaboração de indicadores de desempenho, que são elementos importantes na elaboração dos relatórios de sustentabilidade da empresa. A implementação dessas estratégias gerenciais pode representar, a curto, médio e longo prazo, uma série de benefícios para a empresa, tais como: atendimento às exigências dos órgãos ambientais, redução da geração e dos custos com o tratamento e descarte dos resíduos e recuperação de valores contidos nos resíduos entre outros.

Também foram iniciadas pesquisas em busca de soluções alternativas, com base em tecnologias limpas e boas práticas de sustentabilidade, para o tratamento e descarte de resíduos perigosos – classe I. Vale ressaltar que a adoção por soluções mais limpas, ainda que requeiram maiores investimentos, podem ser sustentadas pela decisão da empresa em fortalecer sua posição no cenário futuro das organizações sustentáveis. Pesquisas em andamento sinalizam possibilidades de práticas sustentáveis e/ou de baixo custo para resolução de problemas de consumo ou descarte de resíduos perigosos, tais como: poda, óleo mineral e lâmpadas fluorescentes.

Por fim, cabe ressaltar que as soluções alternativas apresentadas, embora de simples implementação operacional, requerem mudanças comportamentais e um maior comprometimento com a sustentabilidade organizacional por parte de seu público interno. Neste sentido, tornou-se fundamental a elaboração, por parte desse projeto de P&D, de um programa institucional de educação ambiental para a efetividade das pesquisas para inovações metodológicas e para o desenvolvimento de soluções alternativas no modelo de gerenciamento de resíduos. Do mesmo modo, pesquisas socioambientais realizadas se mostraram uma excelente ferramenta para a elaboração de diagnósticos que serviram como fio condutor para a identificação de carências e o estabelecimento de práticas gerenciais sustentáveis (11).

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, Nosso Futuro Comum, FGV, Rio de Janeiro, 1988
- (2) LEAL, C.E., A Era das Organizações Sustentáveis, Revista Novo Enfoque, vol. 8, 2009
- (3) Disponível em <http://relatoriolight.riweb.com.br>, acesso em 3 de março de 2011
- (4) VALLE, C.E., Qualidade Ambiental – ISO 14.000, Senac, 6ª edição, 2002
- (5) UHREN, W., Aplicação de óleo vegetal como meio isolante em equipamentos elétricos em substituição ao óleo mineral, Dissertação de Mestrado, Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), 2007
- (6) Disponível em <http://www.icql.com.br/>, acesso em 22 de fevereiro de 2011
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Resíduos Sólidos: Classificação, NBR ISO 10.004:2004
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Iluminância de interiores, NBR 5.413:1992
- (9) JANUZZI, G. M. ; GOMES, R. D. M.; MELO, C. A. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. UNICAMP, SP, 2010
- (10) AFONSO, J. L. & MARTINS, J. S. Qualidade da Energia Elétrica. In. Revista o Electricista, nº 9, ano 3, pp. 66-71, 3º trimestre de 2004
- (11) LEAL, C.E. *et al*, Diagnóstico Socioambiental dos funcionários da Light S.A., submetido em anais do XXI SNPTTE, Florianópolis, SC, 2011



## 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Nome: Carlos Eduardo dos Santos Leal

Local e Ano de Nascimento: Rio de Janeiro, 1959

### Formação Acadêmica:

Pós Doutorado em Física – Universitaet Regensburg, Regensburg, Alemanha – 1992

Doutor em Física – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brasil - 1990

Mestre em Física – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brasil - 1985

MBA em Gestão de Negócios Sustentáveis – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil - 2007

Graduação em Física – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil – 1981

### Experiência Profissional:

Coordenador P&D – CEFEN/UERJ e Light – 2009-2011

Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ – 1982/

Diretor Geral, Campus Barra da Tijuca, Universidade Veiga de Almeida – UVA – 2003-2006

Vice-Diretor, Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ – 1996-2000

Pesquisador Sênior, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – 1986-1995

