



Gestão Ambiental dos Sistemas Energéticos

MUDANÇA NO SUPRIMENTO INDUSTRIAL DE ENERGIA E DISSEMINAÇÃO DOS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO: PESQUISA SOBRE A CO-INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM FÁBRICAS DE CIMENTO

Auxiliadora Maria Moura Santi*
Arsênio Oswaldo Sevá Filho**

RESUMO

A indústria de cimento caracteriza-se pelo consumo intensivo de calor nos fornos rotativos de clínquer e pela diversificação crescente, com um leque cada vez mais amplo, dos tipos de combustíveis especificados ofertados no mercado – especialmente óleo combustível, carvão mineral, finos de carvão vegetal e coque de petróleo – e recentemente, com uma infinidade de resíduos industriais que podem ser usados para complementar a queima nesses fornos. A análise retrospectiva do consumo de combustíveis pelo conjunto das cimenteiras brasileiras mostra que os choques do petróleo na década de 1970 e o avanço da legislação ambiental e dos movimentos ambientalistas nos anos 1980 e 1990 tornaram-se fatores determinantes de uma nova matriz energética no setor, crescendo o uso de resíduos industriais em escala sem precedentes, em alguns casos correspondendo de 10% a 20% de todo o combustível alimentado nos fornos. Este artigo destaca os riscos tecnológicos da cadeia de fabricação e uso do cimento e suas implicações nas condições de trabalho e de vida, lembrando que eles podem afetar a saúde de populações numerosas. A noção de risco adotada engloba os eventos já verificados de poluição aguda e de contaminação, os processos que estão se formando, latentes, e os que têm probabilidade de ocorrer. Analisamos, durante a fase de pesquisa, em uma mesma porção territorial, a Região do Calcário ao Norte de Belo Horizonte, as várias alterações ambientais e os riscos envolvidos lá associa-

*Professora do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Engenheira Química. Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP, 2003). Correio eletrônico: auxiliadora@em.ufop.br

**Professor do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Engenheiro Mecânico de Produção. Doutor em Geografia Humana (Universidade de Paris I Panthéon-Sorbonne, 1982). Correio eletrônico: seva@fem.unicamp.br

dos à atividade cimenteira; e registramos também o aumento dos riscos ao longo dos trajetos – que têm centenas de quilômetros de extensão – desde o despacho dos resíduos pela indústria geradora, até sua injeção nos fornos de clínquer. Mencionamos a redução ou realocação dos riscos nas regiões onde estão instaladas tais fontes geradoras de resíduos, já que esses materiais, ao serem despachados para longe, não irão se acumular no solo (disposição clandestina ou em aterros licenciados) ou ficar estocados; e a ampliação dos riscos nas regiões onde estão as fábricas de cimento. A pesquisa foi realizada entre os anos de 1996 e 2002 no pólo cimenteiro da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, onde funcionam quatro fábricas de grande porte e onde a co-incineração¹ de resíduos industriais perigosos veio sendo adotada nesse período.

1. INTRODUÇÃO

Os sítios de produção de cimento são constituídos por duas grandes atividades: a *mineração de calcário*, em grandes lavras mecanizadas a céu aberto, e a *fabricação de cimento*, interligadas fisicamente por correias transportadoras ou teleféricos que transportam o calcário extraído das minas até a área industrial.

A maioria das indústrias brasileiras produz cimento a partir do *processo via seca*, o qual é constituído, basicamente, de quatro etapas: (a) preparação da farinha crua a partir da moagem e homogeneização das matérias-primas: 94% de calcário, 4% de argila e quantidades menores de óxidos de ferro e alumínio (2%); (b) clinquerização da farinha, em fornos rotativos, para a obtenção do clínquer²; (c) moagem do clínquer e adições para obtenção do cimento; (d) ensacamento e expedição do produto final.

A indústria de cimento caracteriza-se pelo consumo intensivo de energia, seja na forma de calor, necessário à produção do clínquer, seja na forma de energia elétrica, consumida em todo o processo industrial para movimentar os fornos rotativos e os moinhos. O consumo específico de energia térmica varia de 3300 a 3800 kJ/ kg de clínquer produzido e o consumo específico de energia elétrica varia de 80 a 150 kWh/ tonelada de cimento produzido (Santi, 1997). Em 2002, a indústria brasileira de cimento consumiu o equivalente a 3,2 milhões de tEP para produzir 38 milhões de toneladas de cimento, o que correspondeu a 5% do consumo total de energia do setor industrial (BEN, 2003; SNIC, 2003).

As séries históricas de consumo de energia evidenciam que as fábricas de cimento brasileiras utilizam de forma intensiva combustíveis *fósseis* (carvão mineral e derivados de petróleo) e combustíveis de *biomassa* (moinha de carvão vegetal), em proporções determinadas pela oferta e preço dos insumos e pelas políticas governamentais. Nos últimos cinco anos, parcela significativa desses combustíveis foi substituída pelo *coque de petróleo* (BEN, diversos anos), cujo consumo cresceu em escala exponencial – em 2002 representou 75,0 % do consumo de energia térmica, contra 4,7 % do óleo combustível 7A, e de quantidades também crescentes de uma infinidade de *resíduos industriais* – borras de

¹Adotamos o conceito de co-incineração especificamente para o processamento de resíduos em fornos de clínquer visando a complementação ou substituição parcial do calor necessário ao processo de clinquerização da mistura de calcário e argila e que usualmente é obtido por meio de um blend, uma mistura de combustíveis especificados (Santi, 2003).

²O clínquer é um produto intermediário, granular e sinterizado, que constitui a base do cimento.

derivados de petróleo, revestimentos de cubas de produção de alumínio, solventes orgânicos usados, tortas de filtração de produtos químicos, lamas de estações de tratamento de efluentes industriais diversos, óleos solúveis, minerais e lubrificantes usados, resíduos plásticos diversos, borras de rerrefino de óleos usados etc. – que, somados aos resíduos agrícolas e das siderúrgicas, que vinham sendo utilizados em pequenas proporções, ampliaram o leque de materiais que estão sendo processados nos fornos de clínquer de cimento (Santi, Sevá F^o, 1998; Santi, 2003).

Embora a prática da co-incineração de resíduos nas plantas cimenteiras esteja na pauta do dia, não há estatísticas sobre as quantidades de resíduos alimentados nos fornos de clínquer das fábricas de cimento instaladas no Brasil. O que evidencia o crescimento dessa atividade são os pedidos para concessão de licenças encaminhados aos órgãos de meio ambiente para a realização da co-incineração de resíduos nos fornos de clínquer e para o transporte de resíduos da unidade geradora até as fábricas de cimento. Outro indicador dessa tendência são os dados do Balanço Energético Nacional assinalados nas planilhas referentes ao setor cimento como “*outras fontes não especificadas*”³ que também apontam o crescimento do emprego desta categoria de energéticos a partir de 1997, as quais, em 2002, representaram 4,8 % da matriz energética para fins térmicos.

A indústria de cimento apresenta elevado potencial poluidor, e suas atividades promovem várias alterações ambientais: destruição do relevo, modificações locais nos ciclos das águas, emissão de poluentes, disseminação de contaminantes pelo uso de resíduos industriais como combustível. Em todas as etapas do processo, desde a moagem e homogeneização de matérias-primas, até o ensacamento e expedição do cimento, há fontes de poluição – material particulado, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, fluoretos, cloretos, compostos de metais pesados, substâncias orgânicas diversas, dioxinas e furanos (USEPA, 1998). Os níveis e as características das emissões dos poluentes dependem das condições operacionais do processo industrial, dos fornos rotativos de clínquer, da composição química e mineralógica das matérias-primas e dos combustíveis empregados. Como estão multiplicando-se as possibilidades de combinações ou misturas dos diversos combustíveis residuais – os *blends* – diversifica-se a composição das emissões, para a atmosfera, de gases e de material particulado gerados principalmente nas plantas de clínquerização, bem como os tipos de contaminantes que podem ficar retidos na estrutura do cimento.

Tal situação está ampliando a relevância da *questão ambiental*, determinada pelo porte considerável da indústria cimenteira e do emprego de grandes fluxos de combustíveis, pelo fato de que, ao mesmo tempo em que se generaliza e se expande o emprego de resíduos industriais para gerar energia térmica nos fornos de clínquer, a atmosfera das regiões vizinhas às plantas recebem volumes constantes ou crescentes de material particulado e de produtos de combustão, com uma diversificação físico-química também crescente, devido à grande variedade de resíduos e de *blends* que são queimados sucessivamente na mesma fábrica. Além disso, a formação de mercados regionais e nacional de resíduos industriais combustíveis promove a circulação desses materiais entre várias localidades, o que significa a promoção da disseminação geográfica e ocupacional do risco químico associado aos resíduos industriais perigosos.

³ Entendemos que se trata dos resíduos industriais empregados como combustíveis.

A *questão social* decorrente também é de primeira grandeza, pois o cimento é de uso generalizado e praticamente não tem sucedâneo. São mercados regionais valiosos, nos quais o maior consumo se dá no mercado varejista (por meio do pequeno consumidor), o que significa que milhões de pessoas estão potencializando os riscos de contaminação pelo uso do cimento que incorporou materiais tóxicos originados dos resíduos durante sua fabricação. Ainda, é de certo modo inevitável que se continue a extrair rochas calcárias para fabricar cimento, e que se continue a processar resíduos industriais perigosos nos fornos de clínquer – neste caso, em vista dos interesses das grandes empresas envolvidas e das permissões concedidas pelos órgãos ambientais para realização de tal prática. Mantendo-se este quadro, é também inevitável que os riscos continuarão sendo ampliados.

2. Retrospectiva das modificações na matriz de combustíveis utilizados nas cimenteiras brasileiras: a influência preponderante da indústria petrolífera e o surgimento das razões e explicações ambientais para a co-incineração

Na década de 1970, a indústria brasileira de cimento empregava mais de 90% de óleo combustível para atender à demanda de energia térmica nos processos industriais (BEN, diversos anos). Após os choques do petróleo, o Governo Brasileiro definiu uma política energética com o objetivo de substituir o emprego de derivados de petróleo, a qual se pautava no aumento significativo dos preços, em especial do óleo combustível; na definição de cotas para o fornecimento de óleo às indústrias, nos níveis praticados em 1979; nos incentivos e subsídios ao desenvolvimento e ao emprego de outros combustíveis similares aos óleos pesados; na assinatura de protocolos com o setor produtivo para a utilização de carvão mineral nacional nas indústrias de aço, papel e celulose e cimento; e na concessão de subsídios para o emprego de energia elétrica nos sistemas de geração de calor e vapor.

Como conseqüência, o setor cimento passou a utilizar de forma crescente o carvão mineral nacional e a moinha de carvão vegetal – resíduo da indústria siderúrgica à carvão vegetal, empregado principalmente nas fábricas instaladas em Minas Gerais –, e o nível de substituição de óleo combustível atingiu 95% em 1985. Nesse cenário, diversas fábricas de cimento optaram por queimar certos tipos de resíduos gerados nas plantas das indústrias siderúrgicas (alcatrão, coque de carvão mineral e moinha de carvão vegetal) e nas indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas (casca e palha de arroz) – considerados, na época, uma espécie de *energético alternativo*. Tal prática dotou as fábricas de cimento brasileiras de alguma experiência no manuseio e na co-incineração de resíduos industriais nos fornos de clínquer.

Paralelamente, a indústria de cimento adotou medidas de conservação de energia, que envolveram inovações tecnológicas de processo, com a substituição do *processo via úmida* pelo *processo via seca*, instalação de sistemas de pré-aquecimento e pré-calcinação da farinha crua; utilização de adições ativas ao cimento; melhoria nos sistemas de preparação da farinha crua e moagem do clínquer; redução das perdas de energia dos gases de exaustão dos fornos; redução das infiltrações de ar falso nos fornos; aumento da eficiência de resfriamento do clínquer, com aproveitamento do calor sensível para aquecimento do ar de combustão; a minimização das perdas de calor por radiação e convecção (Santi, 1997), que resultaram na redução de mais de 20% no consumo específico de energia no período 1980-1995.

Na década de 1980, juntamente com os fatores econômicos relativos ao mercado internacional do petróleo, identificamos um tipo inédito de *pressão ambiental*: a degradação da situação que, por si própria, já pressiona por alguma solução. É evidente nesses casos, o fato inexorável da saturação crescente dos locais de descarte de resíduos (especialmente os aterros de resíduos perigosos, os chamados resíduos classe I). Nesse contexto, as agências ambientais e os promotores públicos vêm efetivando a aplicação, cada vez mais ampla e severa, da legislação. E tudo isso está comprovadamente relacionado com a atuação de movimentos organizados da sociedade e de entidades visando a defesa dos locais e das regiões, em sua luta pela preservação da qualidade ambiental, do patrimônio e da paisagem; e nos casos mais críticos, denunciando e combatendo os incômodos provocados pela indústria, como os lixões de materiais perigosos, as valas e borreiros, os galpões e pátios com tambores com resíduos tóxicos estocados etc., e a sua vizinhança com mananciais de água de abastecimento público, hortas, sítios e residências. Essas circunstâncias originaram questionamentos e críticas ao comportamento do setor produtivo, que se sentiu obrigado a tomar iniciativas para destinar seus resíduos perigosos de forma adequada, ou pelo menos legalizada, e para salvaguardar a imagem empresarial de um desgaste maior.

Em 1981, foi instituída a Política Nacional de Meio Ambiente, que fixou princípios, objetivos e instrumentos para a gestão pública do meio ambiente; foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente e definida a estrutura do Sistema Nacional do Meio Ambiente – constituído pelo conjunto de instituições governamentais incumbidas da proteção ambiental, do controle e fiscalização das atividades poluidoras nos níveis federal, estadual e municipal. Para o controle dos resíduos industriais foram estabelecidas regulamentações e normas referentes ao seu manuseio, transporte, estocagem, tratamento e disposição em aterros, impondo restrições às práticas inadequadas de destinação, especialmente o descarte puro e simples no solo, procedimento comum, adotado até então pelo setor industrial.

Assim, a crescente conscientização (e pressão da sociedade) sobre os riscos associados aos resíduos e o aumento da ação controladora dos órgãos ambientais tornaram a destinação de resíduos industriais um grande problema para as empresas geradoras. Como conseqüência foram projetados e implantados inúmeros aterros, em cujas valas os resíduos passaram a ser depositados. Entretanto, logo constatou-se que tal prática não era tão segura para armazenar, por tempo ilimitado, esses materiais – é possível ocorrer decomposição química dos compostos presentes nos resíduos, reações indesejáveis, com geração de substâncias de elevada periculosidade, percolação de produtos no solo e contaminação de aquíferos subterrâneos; e a emissão de gases para a atmosfera –, fato que associado à possibilidade de responsabilizar o gerador do resíduos por quaisquer danos que estes materiais possam vir a causar às pessoas ou ao meio ambiente, direcionaram as ações empresariais para a busca de novas formas de destinação de resíduos: a atenção voltou-se para a incineração, cujo resultado era a “*eliminação*”, por meio do processo de combustão, dos volumes do rejeito. Entretanto, os investimentos necessários à instalação das plantas de incineração de resíduos perigosos, o montante cobrado pelos proprietários de incineradores para o processamento dos resíduos, a reduzida capacidade de processamento dos incineradores, ou mesmo a necessidade de destinar as cinzas produzidas tornaram essa forma de destinação desinteressante para os industriais.

Os fornos de clínquer, que operam em temperaturas muito elevadas (1450°C), que podem tratar quantidades significativamente maiores de materiais que os incineradores convencionais, e que permitem a mistura e a incorporação das cinzas geradas na queima dos combustíveis e resíduos nas matérias-primas e clínquer, passaram a ser uma opção bastante atrativa para os geradores de resíduos, tudo isto associado aos preços muito mais competitivos cobrados pelas cimenteiras pela prestação desse serviço especializado de incineração.

Estabeleceu-se, a partir desta lógica e deste momento histórico, uma conveniente convergência de interesses distintos. O forno de clínquer, na perspectiva do setor industrial, tornou-se uma solução peculiar que se orienta no eixo “*resíduo (geração) – destruição térmica (destinação) – co-incineração de combustíveis residuais (produção de energia térmica)*”, atendendo aos anseios da indústria de cimento, na sua permanente busca por energéticos de *baixo custo e oferta regular* e aos interesses do grande gerador de resíduos, que tem por meta promover sua *destinação definitiva e rápida*. A visão empresarial não considerou, por questões óbvias, a geração de novos poluentes e a introdução de novos riscos químicos na cadeia de produção e uso do cimento com a realização desta nova atividade em suas plantas industriais.

Deste modo, à partir de meados da década de 1990, importantes alterações na matriz energética da indústria brasileira de cimento – energéticos para fins térmicos – começam a se delinear: o significativo aumento do emprego do *coque de petróleo*⁴, produzido pela Petrobrás e também importado dos Estados Unidos e do Sudeste Asiático, e de uma infinidade de tipos e quantidades crescentes de *resíduos industriais*, estes originados de uma gama diversificada de indústrias, instaladas em vários pontos do território nacional.

No contexto histórico, a *co-incineração* de resíduos industriais em fornos de clínquer é, portanto, prática que remonta à época das crises do petróleo, mas atualmente está sendo vista como uma ação coordenada entre as indústrias cimenteiras e as indústrias geradoras de resíduos, *contextualizada mais na esfera ambiental e menos na esfera energética*, e considerada pelos geradores de resíduos, com aprovação dos órgãos de meio ambiente, como uma *solução definitiva* para a destinação de seus rejeitos industriais (Santi, 2003).

Como visto, ao longo de sua história, a indústria de cimento sofreu influência direta das políticas de governo para os combustíveis, induzindo mudanças tecnológicas ou simples alteração no elenco de combustíveis empregados. A isto se soma o comportamento geral da empresa industrial capitalista na incessante busca por combustíveis de custo reduzido em relação àqueles tradicionalmente disponibilizados no mercado, o que, por vezes, motivou a compra de moinha de carvão vegetal, outras vezes se voltou para o carvão mineral nacional, e que, ultimamente, vem empregando mais o *coque de petróleo* e *outras fontes não especificadas*, categoria indefinida, na qual, como já citado, estão incluídos os demais resíduos industriais.

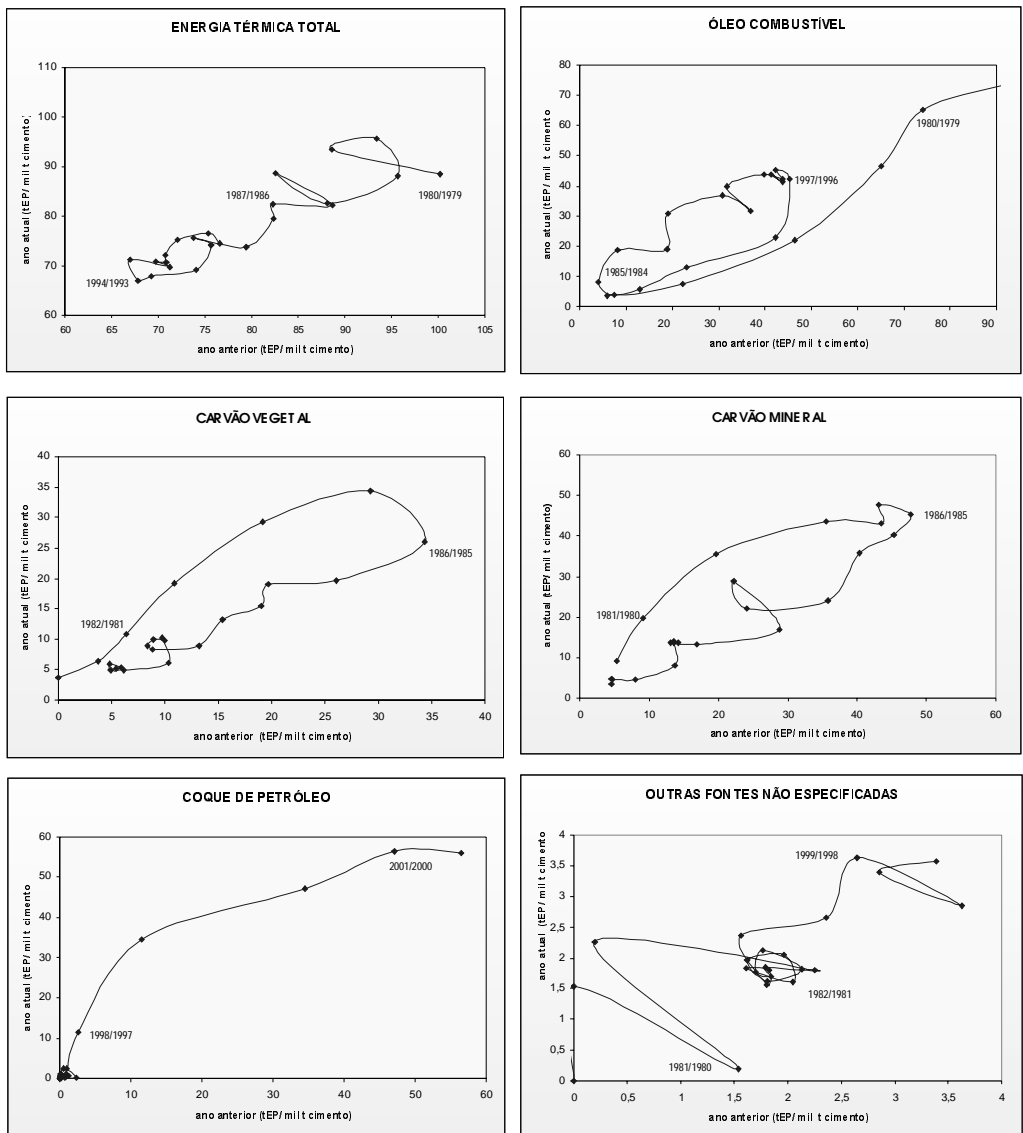
A análise do consumo específico dos energéticos utilizados pelo setor cimento no período de 1979 a 2002 mostra sua correspondência com os principais fatos assinalados, que foram determinantes da matriz energética da indústria cimenteira em cada período particu-

⁴ Produto sólido resultante do coqueamento (um tipo de cozimento em queima abafada, como é o carvoejamento da lenha, por exemplo) dos resíduos ultra-viscosos (RUV) que sobram das etapas sucessivas de destilação do petróleo. Os RUV que podem ficar abaixo de 10% no petróleo do tipo leve, têm uma proporção crescente no óleo cru brasileiro, podendo chegar aos 25%, 30%, em especial nos tipos que são provenientes de algumas das grandes plataformas produtoras no mar de Campos, como Marlim e Albacora.

lar: (a) 1980 a 1985, após os choques do petróleo, com a substituição do óleo combustível por carvão mineral nacional, moinha de carvão vegetal e o emprego de alguns resíduos industriais; (b) 1985-1996, caracterizado pelo emprego de óleo combustível, em detrimento ao uso dos carvões; (c) a partir de 1997, caracterizado pela substituição dos combustíveis usuais por coque de petróleo e resíduos industriais.

A dinâmica do consumo de energéticos do setor cimento é apresentada na série de diagramas de dispersão da Figura 1, que evidenciam que a matriz energética desta indústria não está consolidada no que se refere aos insumos empregados para geração de energia térmica, destacando que o comportamento geral do setor ao longo dos últimos trinta anos reflete as opções pelo emprego de determinados combustíveis em função de seu preço e

Figura 1 – Análise do consumo específico de energéticos para fins térmicos



disponibilidade no mercado, o que faz com que cada fábrica procure a opção que concilie menor custo e oferta regular. A adoção da co-incineração de resíduos industriais reflete o comportamento geral da indústria cimenteira (Santi, 2003).

É importante destacar que na indústria de cimento a energia térmica é empregada na fabricação de clínquer e a energia elétrica é usada para a movimentação mecânica de equipamentos (moinhos principalmente), de modo que não é adequado, tendo em vista as particularidades desse processo industrial, que a análise da matriz energética seja realizada considerando conjuntamente essas duas formas de energia. Para o período considerado, o consumo específico de energia elétrica converge para um dado valor, 32 tEP por mil toneladas de cimento⁵, não tendo sido observadas grandes variações, o que está de acordo com os programas de conservação de energia implantados, que destinaram-se à redução do consumo de energia térmica.

A pesquisa realizada (Santi, 2003) mostrou que o espectro de resíduos destinados aos fornos de clínquer abrange um leque diversificado de materiais. São algumas centenas de tipos de resíduos industriais, a maioria classificados como perigosos, que totalizam mais de um milhão de toneladas destinadas à co-incineração nessas fábricas. Apesar da grande variedade, observa-se que os resíduos são originados predominantemente de um número relativamente restrito de processos de fabricação e de produção em empresas de grande porte: (a) produção e refino de petróleo (lama de perfuração e borra oleosa de produção de óleo cru nas plataformas, borras de tancagem, tortas e borras de separadores de água oleosa e de salmoura oleosa, resíduos de catalisador coqueificado e de ciclones e precipitadores eletrostáticos, lama e torta de dragagem de bacias de tratamento de despejos de refinaria); (b) indústria química e petroquímica (aparas de resinas com defeitos, fora de especificação, sucatas de cortes de plásticos, fluidos térmicos usados, equipamentos de proteção como luvas e macacões, estopas e panos sujos de óleo e graxa); (c) montadoras de veículos e setores metalúrgico e metal-mecânico (poeiras carbônicas de despoeiradores e de ciclones de fornos metalúrgicos, borras de tintas, lacas e esmaltes, solventes usados, sucatas de cortes e de peças gastas de borracha, correias, retentores, mangueiras, câmaras de ar, pneus, tapetes de borracha sintética; além de escória e borras das cubas de eletrólise, caso do alumínio, e de banhos químicos, tratamentos superficiais e proteções catódicas em chaparia e peças metálicas).

Mas há também uma boa quantidade de resíduos de origem difusa, provenientes de quase todas as indústrias e de vários tipos de serviços tais como postos de combustível, oficinas mecânicas, garagens de frota de veículos etc., como os óleos lubrificantes usados (cujos óleos recuperados serão vendidos no mercado e cujas borras de re-refino serão destinadas à co-incineração), e também luvas, trapos, estopas e roupas contaminadas com óleos e graxas, e ainda as borras de estações de tratamento de efluentes industriais, compostas de materiais na maioria típicos da pós-utilização de produtos e subprodutos dos derivados de petróleo⁶.

⁵ Fator de conversão: 1MWh=0,29 tEP (ou 9,6 tEP/ mil toneladas de cimento, para o fator de conversão de 1MWh=0,086 tEP, adotado pelo BEN a partir de 2003).

⁶ Informações extraídas de um diagrama analítico intitulado "Rotas do óleo combustível, do coque, dos hidrocarbonetos, petroquímicos, mais fluidos industriais, borrachas e fundições de alumínio - da cadeia produtiva do petróleo aos planos de queima e blends das cimenteiras" (de autoria do Prof. Oswaldo Sevá, in Santi, 2003, p. 57)

Os resíduos são transportados da unidade fabril onde foram gerados até as fábricas de cimento, na quase totalidade, pelo modal rodoviário, fato que amplia de forma extraordinária as possibilidades de disseminação dos riscos associados ao transporte de produtos perigosos.

É comum a alimentação simultânea⁷ no forno de clínquer de mais de um tipo de resíduo, operação realizada de acordo com os *planos de queima*, que são elaborados considerando a disponibilidade, o poder calorífico, a concentração de metais pesados e outros componentes tóxicos na massa de resíduos, a compatibilidade química entre os resíduos e a taxa de alimentação estabelecida. Assim sendo, a diversidade de materiais alimentados nos fornos de clínquer aumenta extraordinariamente com os arranjos de resíduos que podem ser montados e com os *blends* previamente preparados, o que significa um aumento, em proporção semelhante ou maior, dos riscos associados à co-incineração. No Quadro I estão assinalados os principais parâmetros tecnológicos da co-incineração de resíduos nas fábricas de cimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Quadro I – Parâmetros tecnológicos da co-incineração de resíduos, fornos da RMBH

Parâmetro	Descrição
Produção anual de cimento	* Holcim: 1500 mil t * Camargo Corrêa: 1350 mil t * Soeicom: 1200 mil t * Lafarge: 1000 mil t
Taxa de alimentação de resíduos	0,5 t/h a 5 t/h (*)
Poder calorífico dos resíduos	11700 kJ/kg a 50100 kJ/kg (2800 kcal/kg a 12000 kcal/kg)
Taxa de substituição energética	0,8% a 49%
Transporte de resíduos	estimado em 26 caminhões por dia; capacidade do caminhão: 25 t
Tipo de carga	a granel, em big-bags, em tambores metálicos
Principais resíduos, origem e taxas de geração	* refino de petróleo: borra de landfarm (500 t/mês), borra de tanque (300 t/mês) * fabricação de alumínio: resíduos das cubas (160 t/mês), carvão de criolita (350 t/mês), alumina fluoretada (170 t/mês), alumina fora de especificação (500 t/mês), cake de neutralização dos lavadores de gases (140 t/mês) * rerrefino de óleos lubrificantes usados: borra ácida (210 t/mês); * indústria siderúrgica: lodo de ETE (1500 t/mês), óleo usado (150 t/mês), lamas oleosas (250 t/mês), óleo usado (150 t/mês) * fundições: areia verde para moldagem (360 t/mês), areia shell para moldagem (300 t/mês), escória (400 t/mês) * indústria química: tar (1300 t/mês), resíduo de MBT (200 t/mês)

*Em setembro de 2003 a Camargo Corrêa obteve licença ambiental para ampliar para 12 t/h a capacidade de co-incineração de resíduos em seu forno de clínquer (Processo COPAM PA/ N° 015/78/037/2002) .

Fonte: Santi (2003)

⁷ Em algumas situações os resíduos estão sendo misturados antes de sua alimentação no forno, para promover a homogeneização do poder calorífico e evitar alterações bruscas na temperatura (Processo COPAM /PA/N° 001/77/94/2002; Processo COPAM/PA/N° 015/78/35/2002)

3. Riscos na fabricação de cimento com co-incineração de resíduos industriais

O conceito de risco surge com a dinâmica que conforma as sociedades contemporâneas diante da percepção da enorme variedade de efeitos adversos potenciais causados pelos numerosos compostos químicos e suas misturas, e está associado ao potencial de perdas e danos e à magnitude de suas conseqüências para as pessoas e para o meio ambiente. Wynter (1997) define *risco* “como a probabilidade de que ocorra um efeito adverso no indivíduo ou na população pela exposição a uma concentração ou dose específica de um agente perigoso”. O autor assinala que “esta definição engloba duas dimensões: a possibilidade de que haja um resultado negativo, e a incerteza sobre o aparecimento, duração e magnitude do resultado adverso”.

Tratando-se de uma planta industrial, os tipos e os volumes de substâncias e materiais manipulados, produzidos e em uso; as rotas de exposição a estes materiais; e a população e os ecossistemas expostos constituem os principais critérios para avaliação do risco. Nesse contexto, ao sistema constituído pelas plantas de fabricação de cimento e pelo território onde estão inseridas, o qual, na maioria das vezes, divide o uso e a ocupação do solo com núcleos populacionais muito próximos, estão associados riscos. A extensão da exposição aos materiais perigosos e aos poluentes é determinada pelos parâmetros tecnológicos de processo, que definem tipos, quantidades, freqüência e local das emissões; pelos mecanismos de transporte e disseminação dos contaminantes e materiais perigosos no ambiente; pelos fatores que contribuem para o contato humano com esses materiais, e pelas próprias vias de exposição. Ou seja, a exposição aos agentes perigosos é o resultado do conjunto de mecanismos químicos, físicos e biológicos que interagem simultaneamente com os aspectos culturais, sociais, políticos e econômicos da população exposta.

Como para qualquer outra atividade industrial de grande porte, a produção de cimento e, em especial, a fabricação de cimento com emprego de resíduos industriais perigosos, é uma atividade na qual os riscos tecnológicos estão associados à escala das operações, e são probabilísticos e esta probabilidade varia ao longo dos dias, das estações climáticas e no longo prazo. É fonte de risco todo o circuito de fabricação e uso do cimento. Nessa rota, há emissão de material particulado, de vapores de sais metálicos, de gases e de inúmeros compostos orgânicos formados no processo de combustão, acrescidas das emissões fugitivas geradas em vários pontos das plantas industriais. De forma sintética, os riscos tecnológicos estão associados às seguintes etapas do processo: 1ª. geração, manipulação, embalagem e transporte do resíduo; 2ª. preparação de resíduos e *blends*; 3ª. fabricação e despacho do cimento; 4ª. utilização do cimento. A descrição dos riscos e os cenários de conseqüências prováveis estão apresentados no Quadro II. A escala de operações, quando focalizada no parâmetro co-incineração, é determinada pelas toneladas de resíduos perigosos que estão sendo alimentados nos fornos de clínquer, o que exige a manipulação, o transporte, a preparação e o processamento desses materiais; do grau de periculosidade dos resíduos, e dela decorrem a *extensão* e a *ampliação dos riscos* a que estarão expostos trabalhadores das fábricas, populações e meio ambiente. Os caminhos dos resíduos, do cimento e da poluição liberada formam inúmeros cenários de exposição crônica ou acidental aos componentes perigosos que se movimentam de um ponto a outra da cadeia de produção e uso do cimento, com grande potencial de agravo à saúde dos trabalhadores e da população, e de comprometimento da qualidade ambiental, o que, indiretamente também afeta os seres humanos, a flora e a fauna, devido à contaminação dos recursos ar, água e solo.

Apesar dos cenários de riscos possíveis, não há estudos sobre a contaminação ambiental nas áreas sujeitas ao impacto das atividades industriais, sobre o efeito dos poluentes para a saúde das pessoas que estão envolvidas em toda a cadeia de produção de cimento com emprego de resíduos industriais combustíveis, e sobre a determinação dos múltiplos riscos associados aos resíduos perigosos, dos componentes que lhes conferem periculosidade e da contaminação química atualmente em curso, causada pelo descontrole das atividades de manuseio, transporte e co-incineração de resíduos e pela queima de milhares de toneladas de centenas de tipos de resíduos nos fornos de clínquer.

Devido à natureza complexa dos riscos associados à exposição às mais variadas substâncias químicas que constituem as matérias-primas, os combustíveis empregados na fabricação de cimento, o clínquer e o próprio cimento; às emissões emanadas das fábricas, que agora se somam aos resíduos perigosos e aos *blends*; e à vulnerabilidade das regiões (e suas populações) onde estão implantadas as fábricas de cimento, a análise da produção de cimento com emprego de resíduos não pode limitar-se aos aspectos tecnológicos de processo, ao cumprimento das regulamentações ambientais ou às vantagens desta política de planejamento energético nos limites da planta industrial, o que amplia a dificuldade da avaliação de riscos, pois o sistema é complexo, fortemente não linear, de modo que não é possível descrevê-lo de modo apropriado dividindo-o em subsistemas ou considerando isoladamente seus vários aspectos. E mesmo com auxílio de ferramentas modernas de Avaliação e Análise de Riscos, e com os recursos computacionais disponíveis na atualidade, os riscos e a extensão dos efeitos indesejados somente poderão ser determinados para um dado trecho da cadeia de produção e uso do cimento, o que dificulta ainda mais as previsões sobre os efeitos danosos associados à co-incineração de resíduos em fornos de clínquer e suas conseqüências ao longo do tempo. E como não se conhece a extensão dos riscos e suas conseqüências, não há como garantir que não haverá danos decorrentes da produção de energia nos fornos de clínquer a partir da queima de resíduos industriais, como têm propalado empreendedores e analistas de órgãos ambientais.

Quadro II – Riscos associados à cadeia de fabricação cimento com emprego de resíduos

Etapa	Descrição dos riscos
Fonte geradora de resíduos	
Atividades: segregação, manipulação, embalagem e transporte do resíduo	acidentes com vazamento ou derramamento de materiais perigosos emissão de substâncias voláteis presentes na massa do resíduo emissão de poeiras geradas nas operações de pré-tratamento do resíduo (britagem, mistura) incêndio e explosão, com formação de nuvens de poluentes atmosféricos perigosos
Cenários das conseqüências prováveis	contaminação do solo e das águas poluição do ar danos à flora e à fauna intoxicação dos trabalhadores intoxicação das populações vizinhas às plantas industriais e aos locais de acidentes envolvendo o transporte (rodoviário ou ferroviário) de resíduos perda de equipamentos e materiais lesões corporais graves, nas situações acidentais
Fabrica de cimento	
Atividade: preparação dos resíduos e dos blends (manipulação, moagem, peneiramento, mistura e transporte)	emissão de material particulado constituído do substrato e do resíduo emissão de substâncias voláteis para ambiente de trabalho e para a atmosfera geração de efluentes líquidos (águas de lavagem de pisos e águas contaminadas com resíduos) geração de resíduos sólidos contaminados (embalagens de resíduos descartadas) acidentes com vazamento e derramamento de material incêndios e explosões
Cenários das conseqüências prováveis	desenvolvimento de doenças ocupacionais devido à exposição crônica aos vapores orgânicos, poeiras inaláveis, fluoretos, compostos de metais pesados, mercúrio na forma de particulado dentre outras substâncias químicas perigosas lesões corporais graves, nas situações acidentais contaminação do meio ambiente alteração no quadro de morbi-mortalidade da população exposta a médio e longo prazo
Atividades: fabricação e despacho do cimento (produção de clínquer, moagem, ensacamento e expedição do cimento)	emissão de poluentes atmosféricos formados no processo de fabricação de clínquer: gases de combustão, compostos orgânicos (acetaldeído, benzeno, formaldeído, hexaclorobenzeno, naftaleno, dioxinas e furanos), material particulado, haletos, sulfetos e álcalis de metais pesados
Cenários das conseqüências prováveis	desenvolvimento de doenças ocupacionais devido à exposição crônica à poeira de clínquer e de cimento: dermatites alérgicas, gastrites, câncer de estômago, enfermidades do aparelho respiratório, conjuntivite, queimadura nas córneas alteração no quadro de morbi-mortalidade da população exposta a médio e longo prazo
Atividade: utilização do cimento na construção civil e na fabricação de pré-moldados	manipulação e utilização do cimento, que é um produto cáustico e higroscópico. inalação, contato dérmico, ingestão de cimento (e contaminantes incorporados) poluição do ar
Cenários das conseqüências prováveis	desenvolvimento de doenças ocupacionais: dermatites alérgicas, gastrites, câncer de estômago, enfermidades do aparelho respiratório, conjuntivite, queimadura nas córneas alteração no quadro de morbi-mortalidade da população exposta a longo prazo

Fonte: Santi (2003); Santi, Sevá F° (1999), Baptista (1995), Scorecard (2003)

4. Resultados da investigação realizada no pólo cimenteiro da RMBH: quatro fábricas de cimento, territórios alterados e população sob risco

A Região Metropolitana de Belo Horizonte é constituída por 33 municípios⁸, com população predominantemente urbana. Belo Horizonte, com 2,2 milhões de habitantes, forma com os municípios de Contagem e Betim à Oeste, Brumadinho e Nova Lima ao Sul e Ribeirão das Neves, Santa Luzia e Vespasiano ao Norte, uma única mancha urbana, assentada na bacia do Rio da Velhas.

Os municípios de Pedro Leopoldo, Vespasiano e Matozinhos – com população de 54 mil, 76 mil e 30 mil habitantes, respectivamente, localizados na vertente norte da RMBH, na sub-bacia do ribeirão da Mata, e distantes cerca de 50 km de Belo Horizonte, à qual estão ligados pelas rodovias MG-424 e MG-10 –, juntamente com o município de São José da Lapa, constituem o maior pólo de fabricação de cimento e cal do País. Sua base econômica sustenta-se nas atividades ligadas à extração e beneficiamento de calcário, sendo o principal ramo industrial o de transformação de minerais não metálicos dos setores de cimento e cal. São quatro fábricas de cimento: Holcim Brasil SA, Camargo Corrêa Cimentos Ltda, Sociedade de Empreendimentos Industriais, Comerciais e de Mineração – SOEICOM e Lafarge Brasil SA, responsáveis pela produção de cerca de 5 milhões de toneladas de cimento por ano; e quatro fábricas de cal: Mineração Lapa Vermelha, Companhia de Cimento Portland Itáú, ICAL e CALMIT Além destas, estes municípios abrigam unidades industriais das áreas metalúrgica e metal-mecânico, de fabricação de sabões e detergente, e uma dezena de outras unidades fabris.

Estes municípios compõem a denominada *Região do Calcário*, assentada sobre um dos mais importantes complexos cársticos brasileiros, que se concentra na região da *APA Carste Lagoa Santa*⁹, cujo relevo apresenta um conjunto de feições muito características, com serrotas de afloramentos calcários, paredões, vales cegos, arcos e dolinas, um grande número de lagoas, sumidouros, pontos de ressurgência de águas e rios subterrâneos. As formações cársticas ocorrentes são de grande relevância em termos paisagísticos e de reconhecida importância arqueológica, com cerca de 400 grutas que guardam belíssimos espeleotemas, pinturas rupestres e riquezas fossilíferas. Comparativamente a outras regiões cársticas brasileira, esta região é a mais conhecida, sendo que as primeiras investigações científicas sobre o local foram realizadas pelo naturalista dinamarquês Peter Lund, em meados do século XIX. A região constitui importante pólo turístico representado pelas lagoas, grutas e sítios arqueológicos, mas tem vocação industrial acentuada, concentrada na fabricação de cimento e cal e na extração mineral de calcário.

⁸ Belo Horizonte, Baldim, Betim, Brumadinho, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, Esmeraldas, Florestal, Ibirité, Igarapé, Itaguara, Jaboticatubas, Juatuba, Lagoa Santa, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova Lima, Nova União, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio Manso, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo, Taquaruçu de Minas e Vespasiano.

⁹ Criada pelo Decreto Federal nº 98.881, de 25-1-1990, com extensão total de 356 km². As primeiras investigações sobre esta região foram realizadas pelo naturalista Peter Lund, no século XIX.

A APA Carste Lagoa Santa está situada em um dos principais vetores de crescimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Os limites legais da APA cortam os perímetros urbanos de Pedro Leopoldo, Matozinhos e Lagoa Santa e passam pelos limites dos municípios de Vespasiano e São José da Lapa e, assim sendo, a APA sofre pressão das atividades industriais e de mineração realizadas no local. A região apresenta-se degradada, sendo a ação do homem, relacionada às atividades de extração e beneficiamento do calcário – que causam expressivas modificações na paisagem cárstica, com o desmonte dos afloramentos calcários, e na qualidade ambiental, com impactos sobre a flora e a fauna e a própria estrutura geológica, suprimindo a beleza paisagística desses monumentos naturais –, ao desmatamento e ao funcionamento das fábricas de cimento e cal, associada à expansão da malha urbana, os fatores que mais contribuíram para a degradação encontrada.

Completam o cenário atual da região, os núcleos populacionais de Pedro Leopoldo, onde a fábrica de cimento da Camargo Corrêa tornou-se vizinha da população do centro da cidade, e de Vespasiano, onde a SOEICOM está instalada muito próxima da área urbana central. A Holcim e a Lafarge, inicialmente implantadas em áreas menos povoadas, compartilham o espaço com aglomerados urbanos que vão se constituindo. Assim, a população está sujeita aos riscos dessas atividades produtivas, especialmente os que decorrem da exposição crônica aos poluentes, como demonstraram os resultados das pesquisas realizadas por Filogônio (1986) e Duarte e Mendes (1997), citados por Santi (2003), que evidenciaram uma nítida associação entre a poluição atmosférica causada pela fabricação de cimento e as manifestações respiratórias e alérgicas na população do município de Pedro Leopoldo.

Devido às características tecnológicas dos processos de fabricação de cimento, as condições cotidianas de exposição de trabalhadores e da população residente nas vizinhanças dos sítios cimenteiros aos poluentes gerados, com os prováveis efeitos na saúde, especialmente o desenvolvimento de doenças respiratórias e alérgicas causadas pelo material particulado – e de outras doenças graves, que poderão se manifestar em 15 ou 20 anos, causadas pela exposição aos compostos orgânicos tóxicos, vapores de sais metálicos e gases originados na queima dos combustíveis usuais e de resíduos –, são similares nas diversas regiões cimenteiras. Das substâncias orgânicas poluentes que podem ser geradas durante a fabricação de cimento, acetaldeído, benzeno, formaldeído, hexaclorobenzeno, naftaleno, dioxinas e furanos e os metais arsênio, cádmio, chumbo e níquel são reconhecidos pela Organização Mundial de Saúde como carcinogênicos. Dentre os poluentes emitidos pelas fábricas de cimento muitos são teratogênicos e suspeitos de provocarem danos aos sistemas cardiovascular, respiratório, endócrino, gastrointestinal, renal, reprodutor, imunológico e neurológico dos seres humanos (Scorecard, 2003). Outra fonte de risco de contaminação é a manipulação do cimento – por inalação, no caso dos trabalhadores das fábricas e residentes vizinhos, e especialmente por via dérmica, no caso dos pedreiros e outros usuários do produto.

Diante dos cenários de risco que se formam na cadeia de fabricação e uso do cimento, podemos concluir que a contaminação química característica deste processo produtivo está sendo agravada e ampliada em vista dos grandes volumes de resíduos que estão sendo queimados e devido ao descontrole das atividades de manuseio, transporte e co-incineração desses materiais nos fornos de clínquer, e suspeitar que já pode estar em curso o processo de adoecimento (e de morte) das pessoas envolvidas. A indústria de cimento vai tornando-se, assim, mais um elo na disseminação do risco químico, dentro e fora das

fábricas e ao longo dos trajetos que interligam os geradores de resíduos e os consumidores de cimento, contribuindo para a ampliação dos níveis de contaminação ambiental.

Considerando as relações mercantis, a co-incineração trata-se de um estranho casamento de interesses entre as empresas geradoras de resíduos perigosos e as fábricas de cimento que operam fornos de clínquer, cujas características tecnológicas permitem incinerar tais resíduos, em volumes compatíveis com as elevadas taxas de geração de resíduos e com os extensos passivos acumulados nas áreas industriais. Esta opção representa um desdobramento lógico do princípio da conservação de massa e de fluxos para o gerador do resíduo, que necessita dar um destino adequado aos seus rejeitos; é algo inusitado, se pensarmos nas correlações entre energia e meio ambiente, especificamente, na relação entre combustíveis e resíduos – a velha idéia de queimar lixo para “eliminá-lo”, a velha idéia de queimar palhas, cavacos de madeira, estrume para gerar calor – ; e também nas conseqüências da solução proposta, quando enfocamos o dilema entre confinar e disseminar os resíduos (e, portanto, os riscos) gerados nas atividades produtivas. À primeira vista parece uma ótima solução para as empresas, mas traz embutida risco em escala crescente para a sociedade e para o meio ambiente, na proporção das quantidades e de tipos de resíduos perigosos processados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERT, L.A. (org.) *Introducción a la toxicología ambiental*. Mexico: Organización Mundial de la Salud, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1997. 471p.
2. BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) . Brasília: Ministério de Minas e Energia. [diversos anos]
3. BAPTISTA, C.N. Medicina do trabalho na indústria de cimento. In: CICLO DE CONFERÊNCIAS. INDÚSTRIA DE CIMENTO: FABRICAÇÃO, CO-PROCESSAMENTO E MEIO AMBIENTE. 1995, Rio de Janeiro, *Anais ...*, Rio de Janeiro: ABCP/FEEMA, 1995. p: 203-212
4. REVISTA DO SNIC. Relatório Anual. Rio de Janeiro. [diversos anos].
5. SANTI, A.M.M. *O emprego de resíduos como combustíveis complementares na produção de cimento na perspectiva da energia, da sociedade e do meio ambiente*. Estudo de caso: Minas Gerais no período 1980-1997. Campinas, 1997. Dissertação [Mestrado]. Planejamento de Sistemas Energéticos. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP
6. _____. Co-incineração e co-processamento de resíduos industriais perigosos em fornos de clínquer: investigação no maior pólo produtor de cimento do País, Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, sobre os riscos ambientais e propostas para a Segurança Química. Campinas, 2003. Tese [Doutorado]. Planejamento de Sistemas Energéticos. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP
7. _____.; SEVÁ F^o., A.O. Análise do emprego de resíduos como combustíveis complementares em indústrias de cimento no Sudeste do Brasil: anos 1980-1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3. São Paulo, 1998. *Anais ...* São Paulo: USP/ SBPE
8. _____.; _____. Resíduos renováveis e perigosos como combustíveis industriais. Estudo sobre a difícil sustentação ambiental da fabricação de cimento no Brasil, anos 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 8. Rio de Janeiro, 1999. *Anais ...* Rio de Janeiro: COPPE/PPE. p: 212-224
9. SCORECARD. About the chemicals. www.scorecard.org . 2003
10. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO [SNIC]. Disponível em www.snic.com.br. Acesso em 2004.
11. SPRUNG, S. *Technological problems in pyroprocessing cement clinker: cause and solution*. Dusseldorf: Beton-Verlag, 1985. 129p.
12. USA. Code Federal Regulations – Protection of Environment – 40 CFR. Part 260. Burning of hazardous waste in boilers and industrial furnaces. Final rule. *US Federal Register*. v.56, n. 35, p: 7134-7210. Feb 21, 1991
13. US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY [USEPA]. _____. *Regulatory determination on cement kiln dust*. 1996. 14 p. Disponível em: www.epa.gov. Acesso em: 2002
14. _____. *Compilation of air pollutant emissions factors*. Portland cement manufacturing. Disponível em: www.epa.gov. Acesso em: 2000
15. _____. *The inventory of sources of dioxin in the United States*. Washington DC: Office of Research and Development, 1998. EPA/600/P-98/002-Aa
15. WYNTER, R.A.E. Evaluación de riesgos. In: Albert, Lilia A. (org.) *Introducción a la toxicología ambiental*. Mexico: Organización Mundial de la Salud, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1997. 471p.

ENERGIA E INCLUSÃO SÓCIO-ECOLÓGICA NO CASO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Mariotoni, Carlos Alberto¹
Lima, Joedla Rodrigues de²

RESUMO

Do ponto de vista da busca de melhor qualidade de vida, toda a sociedade brasileira deve ter, ao menos, acesso à energia para suprir suas necessidades básicas de iluminação, preparação e conservação dos alimentos. Apresenta-se, para a bacia hidrográfica do açude Sumé, localizada em região semi-árida do Estado da Paraíba, uma proposta de *cesta básica energética* com um consumo mensal de 97 KWh, que considera o uso de ferro elétrico, geladeira, televisão, aparelho de som e antena parabólica. Discute-se, também, alternativas de geração de energia usando-se fontes renováveis, como por ex. o biodiesel com base no óleo da mamona e a geração solar fotovoltaica.

Palavras-Chave: Energias renováveis – semi-árido – bacia hidrográfica

1. INTRODUÇÃO

A energia tem contribuído com uma parcela significativa para o desenvolvimento dos processos produtivos e, tem sido observado que um substancial consumo de energia está calcado em fontes energéticas de origem fóssil (não renovável). Estamos entrando em um novo século que deverá ser caracterizado por grandes desafios que vão exigir a redefinição da intensidade de utilização dos estoques energéticos. O descompasso entre a velocidade do uso dos recursos naturais e a conseqüente capacidade de absorção dos impactos negativos pela natureza tem resultado em poluição do ar, da água e do solo.

¹Professor Titular – UNICAMP - NIPE/FEM/FEC – Faculdade de Engenharia Civil Arq.Urb./Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético - Cid. Universitária “Zeferino Vaz”. CP 6021 - CEP: 13083-852 – Fone (19) 32863125. Campinas/SP. cam@fec.unicamp.br

²Professora Doutora - UFPG/CSTR - Departamento de Engenharia Florestal, CP 64, CEP 58109-970 Fone: (83) 421 3397 Patos, Paraíba. joedla@bol.com.br .

No entanto, para que as mudanças não sejam apenas aparentes ou paliativas, se faz necessária uma mais apropriada discussão do modelo de desenvolvimento e, conseqüentemente, da questão relativa aos valores humanos.

Como substrato à idéia desenvolvimentista em vigor está a melhoria da qualidade de vida atrelada à posse de bens materiais, às vezes, tidos como supérfluos.

Os movimentos da ética ecológica despontam propondo novas bases paradigmáticas, dentre elas a revalorização das atitudes integrativas. Expressos na “necessidade de uma nova cosmologia que reconheça que a vida na natureza (incluindo os seres humanos) mantém-se por meio da cooperação, do cuidado e amor mútuos” (Mies e Shiva; 1993, p. 15), num estilo de vida mais coerente com os ciclos da natureza e, portanto, com menores solicitações energéticas, menos excludente no aspecto social e mais solidária.

Em termos sociais não se pode desconsiderar os dois extremos do paradigma desenvolvimentista dominante: a face dos que detêm um padrão de vida caracterizado pelo consumo de altos índices de energia e dos que nem ao menos têm acesso a energia elétrica básica. Segundo o Woldwatch Institute (Novaes; 2004), “o crescimento do consumo mundial passou de US\$ 4,8 trilhões em 1960 para US\$ 20 trilhões (mais de quatro vezes) e está altamente concentrado - 60% só nos EUA, no Canadá e na Europa, onde vivem menos de 12% da população. Se somar o Japão e outros países industrializados, chega-se aos 80% da produção, do consumo e da renda apontados pelos relatórios da ONU como concentrados em nações com menos de 20% da população mundial”. No caso das regiões pobres o desafio consiste em promover a inclusão sócio-ecológica, tendo em vista ser insustentável a manutenção do atual quadro de desigualdade sócio-econômica e conseqüentemente o modelo de exploração do meio ambiente. A pobreza pode ser compreendida como a negação das escolhas e oportunidades básicas para o desenvolvimento humano, refletida em vida curta, falta de educação alimentar, falta de meios materiais, exclusão, falta de liberdade e dignidade¹, conforme preceitua o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O quadro de pobreza identificado na região semi-árida brasileira, acentuada nos longos períodos de estiagem, requer a implementação de um modelo de inclusão social, o que tem sido paulatinamente implementado na região.

No entanto, acredita-se que inclusão social sem inclusão ecológica significa perpetuar e/ou agravar o quadro de pobreza regional. Inclusão ecológica significa reconhecimento e respeito aos ciclos naturais e atuação humana de acordo com tais ciclos. O uso predatório dos recursos naturais, a agricultura “irracional” são geradores de degradação e, conseqüentemente, de pobreza. A inclusão sócio-ecológica envolve ações políticas-educacionais, com fundo ético-ecológico.

Considerando-se a questão energética, tem-se que a construção de um modelo de inclusão sócio-ecológica, não exige apenas a substituição das energias de origem fóssil por renováveis, mas também a sustentabilidade na implementação de tais modelos.

Assim, espera-se que a produção de energia renovável pode prover o desenvolvimento e oportunidades de emprego, especialmente nas áreas rurais de regiões pobres. As fontes renováveis poderão ajudar a reduzir a miséria nestas regiões, conseqüentemente, reduzir as pressões sociais e econômicas que conduzem à migração urbana.

¹UNDP. Glossário da pobreza e Desenvolvimento humano (dez. 1991). <http://www.undp.org/br/HDR/Hdr97/rdh7-1.html>

Em contrapartida, para se ter o caráter de sustentabilidade, o emprego de energia renovável deve ser estruturado em novos moldes, incluindo as práticas agrícolas menos invasivas, como a técnica do plantio direto (Coelho, 1982, p. 34), a permacultura (Braun, 2001, p. 121), o investimento em pesquisas que permitam diminuir os impactos ambientais advindos da fabricação das células fotoelétricas e os equipamentos em geral empregados na coleta da energia do vento ou do sol. Lima, Mariotoni e Brossard (2002), apresentam uma discussão de impactos sócio-ambientais gerados pelo programa brasileiro do pró-álcool, de tal forma que a questão do emprego da biomassa é analisada sob o aspecto da sustentabilidade ecológica.

Neste sentido, deve-se inserir a análise circular da produção, a capacidade de suporte do ecossistema, tendo-se a ética como um dos principais pilares da ecologia.

Numa perspectiva de inclusão sócio-ecológica, na área energética, este trabalho tem como objetivo discutir um determinado modelo de cesta básica energética (Bermann e Martins, 2000), como também discutir alternativas de geração de energia elétrica e combustível a partir de fontes renováveis.

Selecionou-se como **área de estudo** a bacia hidrográfica do açude Sumé (fig. 1.1), com uma área total de 757 Km², localizada na microrregião dos Cariris Velhos, à sudoeste do Estado da Paraíba. Situa-se entre os meridianos 37° 12' 20,6" a 36° 53' 3,3" de longitude oeste e os paralelos 7° 49' 24" a 7° 29' 6,7" de latitude sul. Os seguintes municípios integram total ou parcialmente esta bacia hidrográfica: Sumé, Prata, Ouro Velho e Amparo. A população estimada é de 8910 habitantes.

Esta bacia hidrográfica situa-se na micro-região denominada Cariri-Paraibano. Conforme acentua Duqué et al (1985:168) “representa o semi-árido por excelência”, visto caracterizar-se por uma baixa precipitação pluviométrica, vegetação constituída por caatinga hiperxerófila, com a fisionomia de estepe arbustiva, deixando aparecer durante a estiagem, um solo geralmente desnudo – sem recobrimento herbáceo - e, portanto, não passível de incorporar matéria orgânica. A estrutura fundiária da região é bastante concentrada. A ocupação revela a predominância do latifúndio, onde se pratica principalmente a pecuária hiper-extensiva. O rebanho caprino e ovino, em forte crescimento nos últimos anos, está ligado à pequena produção. Enquanto a criação se dá nos interflúvios (terrenos secos, de solos mais pobres e freqüentemente pedregosos, recobertos pela caatinga), os vales são empregados para a agricultura: algodão, feijão, milho e palma forrageira e as vertentes para capineiras, fruteiras e algumas culturas alimentares (idem; 1985, p. 170/1).

Figura 1 – Localização da Área de Estudo.



Na **coleta de dados** para o desenvolvimento deste estudo empregou-se pesquisa bibliográfica, questionário escrito com questões fechadas e abertas. A aplicação do questionário abrangeu 10% da população da bacia hidrográfica do Sumé – Paraíba.

3. O CENÁRIO ENERGÉTICO E POTENCIALIDADES REGIONAIS.

O fornecimento de energia elétrica na área de estudo, provém da Companhia Hidrelétrica do São Francisco. Não há geração de energia elétrica na própria bacia hidrográfica, inclusive é inexpressiva a operação de pequenos sistemas geradores de energia por motores à diesel.

No caso dos combustíveis, eles são importados através das distribuidoras de derivados de petróleo. Verifica-se baixo consumo de energia elétrica na região. Tendo em vista uma perspectiva de auto-suficiência energético-sustentável, cabe a região investir nas alternativas renováveis. Em termos de alternativas para geração, esta bacia hidrográfica caracteriza-se por escassez hídrica². A principal barragem está atingindo anualmente um volume em torno de 10% a 40% da sua capacidade total, inclusive resultando em desabastecimento urbano nos três últimos meses do ano.

Segundo estudos realizados por Silva et al (2002: 431/9), na estação do Município de Monteiro³, os ventos com direção predominante nordeste (45°), apresenta uma densidade de potência eólica instantânea média horária de 13,0 Wm⁻². O valor máximo médio é da ordem de 41,3 Wm⁻² verificado no mês de novembro e o mínimo, verificado no mês de julho, foi de 0,1 Wm⁻². Quanto ao potencial solar, a região conta com 2657 horas anuais de insolação (PDRH-PB, 1996).

Em termos de uso da biomassa a região caracteriza-se por graves problemas gerados pelo desmatamento. Tais restrições cessam após a implantação de um programa integrado de recuperação de solos, incluindo a implantação de um sistema sustentável de reflorestamento e exploração das espécies vegetais. Estudos indicam bom potencial para o cultivo da Mamona (rícin), visando a produção do biodiesel (Azevedo e Lima, 2001 e Beltrão, 2004). No que tange aos problemas ambientais gerados pela cadeia energética, destaca-se o desflorestamento⁴. A retirada de árvores tem como principais finalidades prover os fornos de indústrias alimentícias e para uso doméstico.

• Acesso Domiciliar à Energia Elétrica e Combustíveis

Constatou-se que, na bacia estudada, 86% dos domicílios estão ligados a rede de energia elétrica e inexistem o emprego sistemático de energias alternativas como a eólica e a solar (conforme tabela 1).

²O ano de 2004, é considerado anômalo, pois no mês de janeiro a precipitação ficou em torno de quatro vezes a média histórica.

³Significativo para área de estudo.

⁴A partir do século XVI o desflorestamento era realizado para se tomar posse de uma área e para implantar fazendas de gado, depois para implantação de monoculturas como o algodão, o sisal e, permeando estas fases, para queimar a lenha em fornos de farinha, em padarias, em fogões domésticos e para fazer carvão vegetal.

Tabela 1 - Energia Elétrica Domiciliar

Energia Elétrica domiciliar	(%)
Não Tem	14
Hidreletricidade (Monofásica)	65
Hidreletricidade (Trifásica)	21
Solar	0
Eólica	0

• *Energético utilizado para Cocção*

Dentre as famílias pesquisadas, 62% delas dispõem de fogões alimentados por lenha/carvão e gás. Apenas 3% dos pesquisados dependem exclusivamente do gás para cozer os alimentos e 26% afirmam não utilizar unicamente a lenha ou o carvão vegetal (tabela 2). Mesmo considerando o universo dos que dispõem de fogões que utilizam como energético a lenha/carvão e o gás butano, habitualmente é mais utilizado o fogão à lenha/carvão devido ao baixo custo e facilidade na extração da lenha.

Tabela 2 – Energético utilizado para Cocção.

FONTE	(%)
Lenha/carvão	26
Lenha/carvão/gás	62
Gás	3
Elétrico	0
Não respondeu	9

• *Emprego da Biomassa na região*

O extrativismo predatório da vegetação lenhosa da caatinga tem provocado sérios danos à região, visto que a fragilidade climática, responde pela baixa velocidade de recuperação da vegetação. O solo (que geralmente é raso) fica exposto às altas temperaturas e às chuvas torrenciais que caem no início do período chuvoso acelerando o processo erosivo. O desmatamento é uma prática implantada intensivamente desde o século XVI. Após a retirada da lenha a área é deixada em repouso até que se recupere naturalmente. Como a planta nativa é totalmente retirada, sem condições de regeneração natural, se instala uma vegetação secundária de porte arbustivo-arbóreo de menor valor comercial. O quadro atual reflete a ineficácia dos órgãos de extensão rural e de fiscalização ambiental. No entanto fiscalizar sem educar, sem oferecer opções sustentáveis ecologicamente significa desrespeito à população que carece de outros meios para prover sua sobrevivência

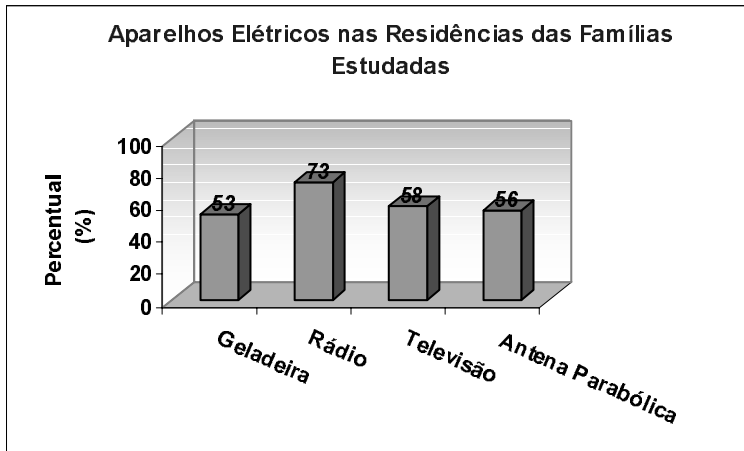
4. CESTA BÁSICA ENERGÉTICA⁵

Por um imperativo ético, toda a sociedade deve ter assegurado o provimento de suas necessidades essenciais e, nelas se inserem iluminação, conservação e cozimento dos alimentos, visando-se satisfazer as necessidades de alimentação, conforto, cultura e lazer. Diante do

⁵Baseado no trabalho de Célio Bermann e Osvaldo S. Martins (2000), intitulado “Brasil 2020 - o Cenário Energético Tendencial e seu Caráter Insustentável”.

quadro sócio-econômico e ambiental da região e das peculiaridades ambientais, apresenta-se uma proposta de cesta básica energética tendo em vista que ao se propor um modelo de inclusão social ecologicamente sustentável os princípios de equidade na distribuição dos recursos essenciais é uma das prioridades, embora o quadro atual aponte que tal princípio seja alcançado em longo prazo. Em termos de acesso a eletrodomésticos e fogões, obteve-se que, 73% das famílias possuem rádio e aproximadamente 60% delas têm geladeira e/ou televisão e/ou antena parabólica (figura 2). Na elaboração desta cesta básica energética, considerou-se a oferta de eletricidade e combustível, sendo que este último deve prover o cozimento de alimentos.

Figura 2 – Aparelhos elétricos nas residências.



● **Eletricidade**

A tabela 4 apresenta a proposta para uma cesta básica energética, considerando-se uma família com seis componentes. Residência com cinco cômodos, sala, dois quartos, cozinha e banheiro. Na cesta básica energética, para o caso estudado, constariam os seguintes aparelhos elétricos: geladeira, 5 lâmpadas econômicas, televisão, ferro elétrico, antena parabólica e aparelho de som.

Tabela 4 – Requerimento mínimo mensal em energia elétrica por domicílio.

Aparelhos Domésticos	Pot. Média (Watts)	Dias de uso (mês)	Tempo médio de utilização/dia.	Consumo médio mensal (KWh)
Geladeira	200	30	10 h (1)	60,00
5 Lâmpadas (9 W) (2)	5 x 9	30	5 h	06,75
Televisão	60	30	7 h	12,60
Ferro elétrico	1000	10	1 h	10,00
Antena Parabólica	21	30	7h	04,41
Aparelho de som	20	30	4 h	03,00
Total:	1346			96,76 (3)

(1)O tempo médio de utilização da geladeira refere-se ao período que o compressor fica ligado.

(2)Considerou-se lâmpadas econômicas.

(3)Será arredondado para 97 KWh

- **Forma de energia: combustível**

O combustível empregado na definição da cesta básica energética restringiu-se ao uso para o cozimento de alimentos. Indicando-se o consumo mensal de 13 Kg de GLP (botijão) para uma família.

- **Gastos com energia - elétrica e combustível - em função da renda familiar**

A tabela 5 reúne os gastos com energia elétrica e combustível propostos para a realidade semi-árida estudada. O comprometimento da renda de uma família com uma receita mensal de um salário mínimo (R\$ 240,00 em janeiro/ 2004), destina 19 % de sua renda para o pagamento do consumo energético. Mesmo para atender a uma cesta básica energética o nível de renda da população do semi-árido, que é muito baixo, não permite este investimento básico.

A implantação dos sistemas fotovoltaicos significa um esforço preliminar na construção da cidadania ou na promoção da inserção social, tendo em vista que os equipamentos que o sistema têm condição de alimentar restringem-se a, por exemplo, três lâmpadas e uma televisão preto e branco. A importância reside na retirada da iluminação noturna que é realizada através do uso de lâmpões à gás. Com tal procedimento diminui-se a inalação da fumaça pelos residentes no domicílio.

Tabela 5 - Consumo da cesta básica energética (resumo):

Energético	Consumo Médio Mensal	Custo (R\$)
Eletricidade (KWh)	97	17,02 ⁽¹⁾
Combustível (GLP)	13 Kg	30,00
Total:		47,02

(1) custos energia rural: $[0,1648(\text{R}\$/\text{KWh}) * \text{consumo mensal (KWh)}] + [\text{consumo (KWh)} * 0,1062(\text{R}\$/\text{KWh})]$ Fev-04).

5. BIOMASSA E SOLAR COMO ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O CENÁRIO ESTUDADO.

De um modo geral, na região semi-árida, o plantio ambientalmente sustentável de culturas xerófilas, não é incentivado. Faz-se necessário um processo integrado de produção que envolva desde a proteção do solo, plantio, capacitação do produtor, comercialização incluindo educação ambiental. A biomassa manejada adequadamente resulta num balanço zero de emissões, pois não emite óxidos de nitrogênio e de enxofre e o CO₂ emitido na queima é absorvido na fotossíntese. Por isto a biomassa apresenta vantagens ambientais inexistentes em qualquer combustível fóssil (Reis et al; 2000, p. 81). Visando tornar economicamente viável o emprego da biomassa, deve-se diminuir a escala da produção, desenvolver pesquisas na área de eficiência energética e reduzir custos com transporte da matéria prima e da energia produzida.

A produção de energia através da biomassa pode ser a partir de óleos vegetais (biodiesel), gaseificadores ou biogás. A população da bacia hidrográfica no esforço de obter sua autonomia no campo dos energéticos pode incentivar a produção de biogás através da conversão anaeróbica em biodigestores, por exemplo. A Empresa Estadual de Extensão Rural

(EMATER) detém o “*Know how*” necessário para implantação de tais unidades em que se como também experiências na área de eficiência no uso da lenha como combustível em fogões. A implantação em larga escala destas tecnologias depende da implementação de políticas públicas incentivadoras da geração descentralizada de energia, prioridade nos sistemas com baixa exigência em tecnologia e sustentáveis ecologicamente.

Este trabalho apresenta sinteticamente a utilização do óleo de Mamona como alternativa para a área dos combustíveis para a região e a alternativa solar no campo da geração de eletricidade.

● *Biodiesel a partir da Mamona.*

O biodiesel é uma tentativa para a substituição do óleo diesel por biomassa. A implementação de um programa energético com biodiesel abre perspectivas de inserção social, tendo em vista o alto índice de geração de empregos por capital investido. A inclusão ecológica se verifica desde que aplicados os princípios desta ciência.

A Mamona ou rícino (*Ricinus communis* L.) é uma planta xerófila e heliófila, possui boa capacidade de adaptação, por se tratar de uma planta tolerante à seca e exigente em calor e luminosidade, está disseminada em quase todo o nordeste. Durante sua fase vegetativa necessita de chuvas regulares e de períodos secos na maturação dos frutos. Pluviosidades entre 600mm e 700mm proporcionam rendimentos superiores a 1,5 mil Kg/ha. (Amorim Neto, Araújo e Beltrão, 2001, p.64).

Além da extração do óleo da semente da mamona, a massa orgânica resultante do processo de prensagem possui a capacidade de restaurar terras esgotadas, destacando-se seu emprego no estado da Bahia, nas lavouras fumageiras (Santos et al; 2001, p.17). A torta de mamona tem a característica de repelência a insetos (Oliveira e Costa, 2002, p. 1779). As hastes e as folhas constituem resíduos vegetais e podem ser incorporados ao solo para melhorar suas características físicas e biológicas; as hastes apresentam boa quantidade de celulose e podem ser utilizadas na fabricação de papel, além de fornecerem matéria prima para tecidos grosseiros; as folhas também servem de alimento para o bicho da seda e, misturada à forragem, aumentam a secreção láctea das vacas (Freire, 2001, p. 305).

Os municípios de **Sumé, Monteiro e Prata** integram o zoneamento ecológico para a cultura da Mamona (Beltrão, 2004-a, P. 7). O período indicado para o plantio verifica-se entre os meses de fevereiro a março.

Segundo Napoleão Beltrão (2004-b) - pesquisador da Embrapa-Algodão - para tornar competitivo o plantio familiar de mamona são necessários, pelo menos, 15 ha./produtor. Ou seja, a renda familiar seria de R\$ 4000,00 por ano. Um dos fatores limitantes da mamona hoje é o preço das sementes selecionadas, em torno de, R\$ 9,00 Kg. No sistema mamona x feijão, a renda líquida prevista por ano na atualidade (maio de 2003) é em torno de R\$ 500,00/ha, o que é muito bom para a região semi-árida brasileira (Beltrão et al; 2004-b, p. 5).

● *Prover Eletricidade através da Energia Solar*

Considerando-se que para uma sociedade organizada nos moldes de equidade e sustentabilidade ecológica a geração de energia tenderá ser pequena e descentralizada.

Em relação ao potencial para o emprego da energia solar, a região nordeste destaca-se em relação ao Brasil, tendo em vista que a insolação média anual na região é de 5,0 KWh/

m² (Bermann e Martins, 1999, p. 63). Inclusive o emprego da energia solar na bacia hidrográfica do açude Sumé, constitui-se num dos mecanismos para a equidade no acesso a energia elétrica, tendo em vista que 14% das residências não são eletrificadas.

Devido a região apresentar alta taxa termométrica não há necessidade do emprego de energia para gerar aquecimento do ar ou da água, devido a este fator apresenta-se o emprego da energia solar fotovoltaica.

Neste sistema, a luz solar é diretamente convertida em eletricidade, em corrente contínua, através de células solares. Um sistema fotovoltaico apresenta os seguintes constituintes: conjunto de módulos fotovoltaicos, regulador de tensão, sistema para armazenamento de energia e inversor corrente contínua/corrente alternada.

● Módulos experimentais no Estado da Paraíba

No Estado da Paraíba, a Companhia Energética da Borborema (CELB) implantou, no ano de 1998, dez unidades operacionais em energia solar. O projeto correspondeu à implantação de 10 kits de energia fotovoltaicos, em residências com famílias de baixa renda. O sistema instalado produz cerca de 12 volts, potência de 50 Watts. Os painéis medem 1,0m x 0,50m de área. Este sistema alimenta uma televisão (preto e branco) de 12 V e três lâmpadas fluorescentes de 20 W/cada. Os custos para instalação de cada unidade correspondeu ao valor de R\$ 1.800,00 (dez/1988). O Grupo de Estudos em Planejamento Energético Gepea –USP, obteve os seguintes custos para um sistema solar fotovoltaico de 150 Wh/dia resultando em 4,5 kWh/mês. Tendo-se um custo total de US\$586 (tabela 6).

Tabela 6 – Custos para um sistema de 150 Wh

Dispositivo	Custo (US\$)
Módulo Solar (48 W)	336
Bateria (150 Ah)	150
Regulador	100
Total	586

(considerado tempo de vida útil de 20 anos)

Fonte: Galvão et al; 2000 : 41

A energia solar fotovoltaica é um recurso válido e confiável, no entanto, atualmente, este sistema apresenta duas limitações. A primeira delas é a baixa potência instalada que, porém, pode justificar-se no sentido de excluir a queima do gás utilizado para iluminação. A segunda limitação refere-se aos custos para implantação. Neste último caso existe perspectivas de redução dos custos. Almeja-se que, concomitantemente à redução dos custos dos equipamentos, desenvolvam-se pesquisas visando o desenvolvimento de processos industriais menos poluentes, portanto mais sustentáveis ecologicamente.

6. CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica do açude Sumé é um caso em que o aumento na oferta de energia domiciliar pode promover a inserção social para as camadas pobres da população que não tem acesso à eletricidade. Neste sentido ressalta-se a importância do fortalecimento das instituições de extensão e educação rural.

A abordagem de estudo em nível de bacia hidrográfica visando a proposição de alternativas energéticas providas de fontes renováveis permite a implementação de técnicas conservacionistas num enfoque sistêmico, imprescindível na abordagem ecológica.

O emprego de energias renováveis está em processo de expansão, porém no atual estado da arte faz-se imprescindível recorrer a órgãos de pesquisa que possam implantar unidades de produção experimentais em pequena escala, considerando-se a realidade sócio-econômica do ambiente semi-árido.

AGRADECIMENTOS:

Ao PICDT/CAPES pela bolsa de estudos para realização do doutorado na FEM/UNICAMP.

Ao Prof. Marx Prestes Barbosa, do Laboratório de Sensoriamento Remoto DEAg/UFCG, pela importante ajuda e apoio no levantamento de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, Napoleão E de M; ARAUJO, Alexandre E. de; AMARAL, José Américo B do; SEVERINO Liv Soares; CARDOSO, Gleibson D; PEREIRA, José Rodrigues. Zoneamento e Época de Plantio da Mamoneira para o Nordeste Brasileiro. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/mamona/zoneamentomamoneiranordeste.htm>>. (a) Acesso em 07/01/2004 .

BELTRÃO, Napoleão E de M; NÓBREGA, Márcia B de M; GONDIM, Tarcísio M. de S; SEVERINO, Liv S; CARTAXO, Waltemilton V; VALE, Dalfran G & CARDOSO, Gleibson D. Sistema de produção da Mamona. Disponível em : <<http://www.cnpa.embrapa.br/mamona/sistemaproducaomamona.htm> > (b) Acesso em: 07/01/04 .

BERMANN, Célio; MARTINS, Oswaldo S. Brasil 2020: o cenário energético tendencial e seu caráter insustentável. In: FASE. **Sustentabilidade Energética no Brasil**. Limites e possibilidades para uma estratégia energética sustentável e democrática. Rio de Janeiro: Cadernos Temáticos. Projeto Brasil Democrático e Sustentável. 2000.

BRAUN, Ricardo. Desenvolvimento ao Ponto Sustentável – Novos Paradigmas Ambientais. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

COELHO, Jorge. **Irrigação no Nordeste Brasileiro e Tecnologia para o Semi-Árido**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1982. (mimeografado. Exemplar disponível na biblioteca CISA/UFCG).

DUQUÉ, Gislaine; GRABOIS, José; MARIN, Maria Cristina; AGUIAR, Maria de |Jesus N; CASTRO, Ramon Peña. O processo de Mudança Sócio-Econômica do Cariri Paraibano. In: Revista de Ciências Sócio-Econômicas - Raízes. n° 4-5, v. 1. Jan.84 a Dez. 85. Campina Grande, PB/ UFPB.

LIMA, J. R; BROSSARD, L.E; MARIOTONI, C.A. Indicaciones para el empleo Sustentable de la Biomassa – ProAlcohol Brasileno. In: VII Congresso Internacional sobre Azúcar e Derivados de la Cana. **Anais**. Havana/Cuba: ICIDCA, 2002

MIES, Maria & SHIVA, Vandana. **Ecofeminismo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1993. (Série Epistemologia e Sociedade).

NOVAES, Washington. **Em busca do Caminho das Pedras**. São Paulo: O Estado de São Paulo, em 23 de Janeiro de 2004.

OLIVEIRA, Luciano Basto; COSTA, Angela Oliveira. Biodiesel, Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável. In: IX Congresso Brasileiro de Energia e IV Seminário Latino-Americano de Energia. Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBPE/COPPE-UFRJ/Clube de Engenharia. 2002.

PARAÍBA. Plano Diretor da Bacia do Rio Paraíba. João Pessoa/PB: SIRAC/ Governo do Estado da Paraíba. 1996.(CD-ROM)

REIS, L. B; SILVEIRA, S; FADIGAS E.A.F.A; PINHEIRO, J. L. P; CASELATO, D; GIMENES, A. L. V. Geração de Energia Elétrica. In: Reis, Lineu Bélico dos; Silveira, Semida (orgs). **Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, R. F dos; BARROS, M. A . L; MARQUES F. M; FIRMINO, P. T; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. p. 17 a 35. In: AZEVEDO, Demóstenes Marcos Pedrosa; LIMA, Marcos Ferreira (editores técnicos). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande/PB: Embrapa Algodão - Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001.

SILVA, Bernardo B da; ALVES, Jakson J. A; CAVALCANTI, Enilson P; & DANTAS, Renilson T. Potencial Eólico na Direção Predominante do Vento no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Vol. 6, n. 3, p. 431-439, 2002.

TIEZZI, Enzo. **Tempos Históricos, Tempos Biológicos**: A Terra ou a Morte – Problemas da “Nova Ecologia”. São Paulo: Nobel, [1988]. Traduzido por Frank Roy Cintra Ferreira e Luiz Eduardo Lima Brandão.

PROCEDIMENTOS PARA DESCARTE DE RESÍDUOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO SETOR ELÉTRICO

Josefran Martins da Silva*

RESUMO

Atualmente, a gestão ambiental, se reveste de importância indispensável, para as empresas do setor elétrico, que buscam trabalhar o conceito de ambientalmente responsáveis e buscam a implantação de sistemas de gerenciamento de seus resíduos em seus processos. Tudo isto passa pela preocupação com a destinação adequada dos resíduos sólidos ou líquidos gerados em todas as etapas da produção de energia elétrica. Gerar energia em usinas termelétricas, a partir da queima de combustível fóssil, implica na emissão de diversos poluentes, além de gerar uma enorme quantidade de resíduos oleosos; transmitir energia elétrica, implica em desmatar para construir as faixas de servidão, e associadas às linhas tem-se o risco potencial instalado nas subestações por parte do óleo mineral isolante usado nos equipamentos de potência; distribuir energia elétrica, implica em descartar enormes quantidades de resíduos inertes e resíduos perigosos como as lâmpadas de descarga de baixa e alta pressão, que utilizam o mercúrio em sua tecnologia e que são empregadas no sistema de iluminação pública. Com base em análises realizadas nas três etapas do processo de produzir energia elétrica, apresenta-se neste trabalho proposta de procedimentos a serem adotados por empresas do setor elétrico na disposição adequada de seus resíduos sólidos ou líquidos.

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira, possui uma área de 5,2 milhões de km², dos quais 1.577.820 km², pertence ao Estado do Amazonas, que está dividida em 62 municípios, incluindo a capital. Esses municípios possuem baixa densidade demográfica, e abrigam um dos maiores sistemas elétricos isolados do planeta.

*Mestre em Ciências do Ambiente

Av. 7 de Setembro 2.414, Bairro Cachoeirinha, CEP 69005-141 Manaus/AM - TELEFONE/E-MAIL: 92.621.1162 - E-mail - jfran@eln.gov.br

A matriz energética do Estado do Amazonas, com potência instalada de 1.550MW, é hidrotérmica, sendo que apenas 250 MW, o correspondente a aproximadamente 16% é de origem hidráulica, o restante 1.300MW, correspondente a 84% é de origem térmica, composta de 1 usina hidráulica e de 88 usinas térmicas que atendem 92 localidades, incluindo vilas e pequenas comunidades, não caracterizadas como sedes municipais.

Portanto quase 100% da matriz energética do Estado do Amazonas, é de origem térmica, e sua energia é gerada a partir da queima de combustível fóssil, neste caso o óleo Diesel.

O desafio para manter em operação esse parque térmico, respeitando o meio ambiente, é a dificuldade encontrada para destinar de forma correta os resíduos gerados, nesse processo de gerar energia elétrica, atendendo assim a legislação ambiental vigente.

Gera-se uma enorme quantidade de resíduos oleosos, em sua maioria óleo lubrificante usado ou contaminado, bem como uma grande quantidade de resíduos sólidos contaminados com óleo, como: resíduos têxteis utilizados na manutenção dos equipamentos, elementos filtrantes substituídos e outros materiais sólidos utilizados pela área de manutenção mecânica.

A grande dificuldade, aliada à desfavorável localização geográfica dessas usinas, que se encontram em locais de difícil acesso, é a inexistência de procedimentos escritos e de empresas coletoras e rerrefinadoras, no Estado do Amazonas para processar o resíduo de óleo lubrificante, conforme preconiza a Resolução CONAMA 06/93 de 31 de agosto de 1993, e a Portaria ANP nº 127/99, de 30 de julho de 1999 que regulamenta a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Com base neste diagnóstico, é que se apresenta neste trabalho uma proposta de procedimentos para descarte de resíduos gerados no setor elétrico, compreendendo desde a geração térmica e hidráulica, transmissão e distribuição, que vai desde a etapa de geração dos resíduos, a forma de coleta, forma de acondicionamento e armazenamento, o transporte interno e externo até a sua destinação final.



DESENVOLVIMENTO

PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO SETOR ELÉTRICO

A proposta de procedimentos aqui apresentada visa o atendimento exclusivo à legislação ambiental vigente, no tocante à disposição de resíduos gerados no processo de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Nas três etapas do processo de produção de eletricidade a partir de usinas termelétricas (geração, transmissão e distribuição) foram levantadas todas as atividades, fontes geradoras e resíduos gerados, bem como, os aspectos e impactos ambientais, onde todos os resíduos foram devidamente classificados de acordo com a NBR 10004/87.

Nas três etapas do processo, verificou-se que há inobservância da legislação ambiental vigente com relação ao descarte adequado de resíduos, onde cita-se as seguintes fontes: unidade geradora a Diesel, transformador de tensão, caixas separadoras de água e óleo, motores Diesel do sistema auxiliar, motor Diesel do sistema anti-incêndio, baterias, lâmpadas, exceto as incandescentes, transformadores de tensão, chaves a óleo e medidores de consumo.

Do ponto de vista econômico, levaram-se em consideração as perdas que a empresa pode incorrer devido ao pagamento de multas aplicadas pelo órgão ambiental competente, seja municipal, estadual ou federal. Multas essas aplicadas devido ao cometimento de crimes ambientais, de acordo com a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998.

PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS OU LÍQUIDOS, NAS ETAPAS DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Usinas Termelétricas

Na operação das Unidades Geradoras – UG, do sistema isolado, a parada das máquinas para manutenção e troca de óleo, obedece um cronograma cujo tempo depende de cada fabricante, sendo que a média de horas das mesmas gira em torno de 450 horas de operação.

Para casos de parada para manutenção, compreendendo troca de óleo, limpeza e substituição de peças e elementos filtrantes, recomenda-se que sejam seguidos os procedimentos nº 1, 3 e 4 (vide tabela 1).

Motores Diesel do Sistema Auxiliar e Sistema Antiincêndio

Nas intervenções dos motores a Diesel dos sistemas auxiliar e sistema antiincêndio, para troca de óleo ou substituição de peças, ou ainda substituição do próprio motor para alienação, por obsolescência, recomenda-se adotar os procedimentos nº 5 e 14 (vide tabela 1), para cada um dos resíduos gerados, inclusive trapos e estopas contaminados por óleo.

Transformadores de Tensão

Em se tratando de transformadores de tensão de subestação, estes são submetidos a manutenções preventivas, nas quais as seguintes atividades são desenvolvidas: coleta de óleo para análise gascromatográfica, complementação do nível de óleo e regeneração do óleo em uso. Nessas atividades são gerados como resíduos, restos de óleo mineral isolante decorrentes das coletas e restos de trapos e estopas contaminadas com óleo.

No caso dos transformadores de distribuição, estes são retirados para manutenção em locais adequados para tal, ou substituídos para alienação. Em ambos os casos, propõe-se adotar o procedimento nº 8 (vide tabela 1).

Caixas Separadoras de Água e Óleo

As caixas separadoras fazem parte do sistema de efluentes líquidos, responsáveis pelo armazenamento de efluentes oleosos das Usinas Termelétricas e Subestações.

Devido as diferenças na quantidade de resíduos gerados e na capacidade suporte das caixas separadoras, apresenta-se propostas distintas com relação ao tratamento de resíduos. Enquanto nas caixas separadoras de água e óleo de subestação há uma baixa quantidade de efluentes oleosos ao longo do ano, nas caixas separadoras de água e óleo de termelétricas há uma grande quantidade de resíduos de óleo lubrificante ao longo do ano. Tais propostas apresentam-se nos procedimentos nº 19 e 10 (vide tabela 1).

Baterias

As baterias utilizadas nos serviços auxiliares das usinas e subestações, nas etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, por apresentarem grande risco ao meio ambiente recomenda-se de acordo com a Resolução CONAMA nº 257 de 30 de junho de 1999, o procedimento nº 11 (vide tabela 1) para descarte de baterias.

Lâmpadas de Alta e Baixa Pressão

As lâmpadas utilizadas nas usinas termelétricas, subestações e sistema de iluminação pública na distribuição, apresentam grande risco ao meio ambiente e à saúde da população. Classificadas de acordo com a NBR 10004/87, como resíduo classe I. Ressalta-se que, apesar da classificação citada, inexistente legislação federal que verse sobre o descarte das mesmas. Sendo assim, apresenta-se a proposta do procedimento nº 12 (vide tabela 1), para o descarte de lâmpadas que utilizam mercúrio em sua tecnologia.

Chaves Isolantes a Óleo

As chaves a óleo tipicamente utilizadas em redes de distribuição, assim como os transformadores apresentam grande risco ao meio ambiente e à saúde da população. Por utilizarem óleo em sua tecnologia são classificadas como resíduos classe I em sua condição normal de operabilidade, de acordo com a NBR 10004/87. Para este caso apresenta-se a proposta de procedimento nº 13 (vide tabela 1), para descarte e alienação de chaves a óleo utilizadas em redes de distribuição.

Medidores de Consumo de Energia Elétrica

Em se tratando de medidores de consumo, ou “relógio de energia” como é popularmente conhecido, este não oferece risco à saúde humana e nem ao meio ambiente, mas em função da grande quantidade que é substituída anualmente, recomenda-se que seja adotado o Procedimento nº 014 (vide tabela 1), – Procedimento para descarte de medidores de consumo de energia elétrica.

Relés Fotoelétricos

O caso dos relés fotoelétricos, é similar aos medidores de consumo, ou relógio de energia como é popularmente conhecido. Estes também não oferecem risco à saúde humana e nem ao meio ambiente, mas em função da grande quantidade que é substituída anualmente, recomenda-se que seja adotado o Procedimento nº 015 (vide tabela 1) – Procedimento para descarte de relés fotoelétricos.

Tabela 1 - Tabela de procedimentos de operação.

Resíduo Gerado	Número do Procedimento Operacional	Ponto de Geração do Resíduo	Forma de Coleta	Acondicionamento	Transporte Interno	Armazenamento	Transporte Externo	Destinação Final
Água Contaminada com Óleo Mineral Isolante	Nº 009 - Caixas Separadoras de Óleo e Água de Subestações.	Equipamentos de transformação de tensão.	Manual com auxílio de bomba de sucção.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Após descontaminação a água é canalizada para galeria de águas pluviais, e o óleo armazenado.
Água Contaminada com Óleo Lubrificante	Nº 002 – Limpeza de Peças em Usinas Termelétricas	Galpão de Lavagem de Peças da Oficina Mecânica.	Manual com auxílio de bomba de sucção.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Não se aplica à água, somente ao óleo.	Após descontaminação a água é canalizada para galeria de águas pluviais, e o óleo armazenado.
Baterias Industriais e Veiculares	Nº 011 - Descarte de Baterias Industriais e Veiculares.	Banco de Baterias, Motores Diesel e Veículos.	Manual com auxílio de veículo utilitário.	Caixotes de Madeiras ou não.	Veículos abertos tipo “pick-up”.	Local coberto, com piso tipo concreto.	Caminhão de carrocera coberta com lona, ou baú.	Devolução aos fabricantes, através de seus representantes.
Chaves Isolantes com Óleo	Nº 013 - Descarte e Alienação de Chaves a Óleo.	Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.	Em caminhão tipo “munck”.	Não se aplica.	Veículo aberto tipo “pick-up”, ou caminhão.	Local coberto, com piso tipo concreto.	Caminhão de carrocera coberto com lona.	Alienação como sucata comum, após processo de descontaminação.
Lâmpadas de Descarga Queimadas	Nº 012 - Descarte de Lâmpadas de Descarga Queimadas que Utilizam Mercúrio em sua Tecnologia	Áreas de Manutenção Elétrica e Mecânica, Administrativa e Sistema de Iluminação Pública.	Manual.	Embalagens de papelão originais, do próprio fabricante, ou em containers exclusivos.	Manual.	Depósito coberto, em prateleiras ou sobre paletes.	Caminhão de carrocera coberto com lona, ou em caminhão tipo baú.	Envio para descontaminação, em empresas devidamente habilitadas e autorizadas pelo órgão ambiental competente.
Medidor de Consumo de Energia	Nº 014 - Descarte e Alienação de Medidores de Consumo de Energia.	Unidades consumidoras.	Manual.	Embalagens de papelão originais, ou caixas de madeira.	Veículo tipo “pick-up”.	Depósito coberto, em prateleiras ou sobre paletes.	Caminhão de carrocera coberto com lona, ou baú.	Alienação como sucata comum.

Motor Diesel com Óleo	Nº 006 - Alienação de Motor Diesel.	Sistema Auxiliar e Sistema Antiincêndio.	Mecânico com auxílio de caminhão tipo "munck".	Em caixotes de madeira ou não.	Caminhão de carroceria, acondicionado em caixas de madeiras ou não.	Armazenar em área coberta sobre paletes de madeira.	Caminhão de carroceria coberto com lona tipo encerado, caminhão baú.	Alienação como sucata comum, após processo de drenagem do óleo.
Óleo Lubrificante e Usado de Unidades Geradoras - UG	Nº 001 - Descarte de Óleo Lubrificante das UG de Usinas Termelétricas.	Usinas Termelétricas.	Drenagem manual ou automática para a caixa separadora, ou tambores.	Em tanques fixos conforme NBR 12235/92, ou tambores.	Em veículos abertos tipo "pick-up", se não possuir tanque fixo.	Em tanques fixos, ou tambores, armazenado em área coberta sobre prateleiras.	Caminhão tanque autorizado ou caminhão de carroceria.	Alienação em leilão para rerrefino.
Óleo Lubrificante Usado do Motor Diesel	Nº 005 - Troca de Óleo de Motores Diesel do Sistema Auxiliar e Sistema Antiincêndio.	Motores Diesel do Sistema Auxiliar e Sistema Antiincêndio.	Drenagem manual para recipientes próprios.	Recipiente adequado tipo tambor, de plástico ou metal.	Veículos tipo "pick-up".	Depósito coberto dotado de bacia de contenção.	Caminhão de carroceria.	Alienação em leilão para rerrefino.

Resíduo Gerado	Número do Procedimento Operacional	Ponto de Geração do Resíduo	Forma de Coleta	Acondicionamento	Transporte Interno	Armazenamento	Transporte Externo	Destinação Final
Óleo Mineral Isolante	Nº 007 - Coleta de Óleo Mineral Isolante para Análise.	Transformadores e Reatores.	Coletado manualmente em baldes e acondicionado em tambores.	Recipiente adequado tipo tambor, de plástico ou metal.	Veículos tipo "pick-up".	Depósito coberto dotado de bacia de contenção.	Caminhão de carroceria	Regeneração ou alienação em leilão.
Peças Contaminadas com Óleo	Nº 003 - Descarte de Peças Substituídas Contaminadas	Oficinas e Galpão de Manutenção.	Manual.	Recipiente adequado tipo tambor, de plástico ou metal.	Veículos tipo "pick-up".	Depósito coberto dotado de bacia de contenção.	Caminhão de carroceria	Alienação como sucata comum, após descontaminação.
Relés Fotoelétrico	Nº 015 - Descarte e alienação de relés fotoelétricos usados na iluminação pública.	Sistema de Distribuição da Iluminação Pública.	Manual.	Em caixotes de madeira.	Em veículos automotor.	Poderá ser armazenado em áreas cobertas ou área livre sobre paletes de madeira.	Poderá ser transportado em caminhão de carroceria	Alienação em leilão como sucata comum.
Transformadores de Tensão Com Óleo Mineral	Nº 008 - Descarte e alienação de transformadores de tensão.	Subestações e Distribuição.	Mecânica com auxílio de "munck".	Em caixotes de madeira ou não.	Em caminhão ou veículo tipo "pick-up".	Em área coberta ou área livre sobre paletes de madeira.	Em caminhão de carroceria	Alienação como sucata comum, após descontaminação.

Resíduo Gerado	Número do Procedimento Operacional	Ponto de Geração do Resíduo	Forma de Coleta	Acondicionamento	Transporte Interno	Armazenamento	Transporte Externo	Destinação Final
Trapos e Estopas Contaminadas com Óleo	Nº 004 – Descarte de trapos e estopas contaminadas com óleo.	Oficinas, pátios de subestações e Galpão de Manutenção.	Manual.	Recipiente adequado tipo tambor, de plástico ou metal.	Veículos tipo “pick-up”.	Depósito coberto dotado de bacia de contenção.	Caminhão de carroceria	Incineração em fornos de empresas autorizadas pelo órgão ambiental competente.
Reatores com Óleo Mineral	Nº 016 – Descarte e alienação de reatores.	Subestações, Usinas.	Mecânica com auxílio de “munck”.	Em caixotes de madeira ou não.	Em caminhão ou veículo tipo “pick-up”.	Em área coberta ou área livre sobre paletes de madeira.	Em caminhão de carroceria	Alienação como sucata comum, após descontaminação.

CONCLUSÃO

Após os levantamentos e análises realizadas, quanto aos procedimentos adotados para o descarte de resíduos gerados nas etapas de geração termelétrica, transmissão e distribuição de energia elétrica, chegou-se a informações inimagináveis de ações que ocorrem dentro do setor elétrico.

Ficou patente, o fiel descumprimento da legislação ambiental vigente, apesar do grande número de diplomas legais existentes e das responsabilidades atribuídas.

O grande problema constatado está centrado na geração termelétrica, onde para se produzir energia elétrica é necessário consumir em larga escala, grandes quantidades de combustível fóssil.

A legislação ambiental muito já avançou, mas como todo processo, precisa tornar-se mais eficiente ainda, pois no caso do resíduo do óleo lubrificante faz-se necessário uma legislação específica definindo co-responsabilidades sobre a destinação do resíduo, proporcional à quantidade de óleo lubrificante novo fornecido pelo distribuidor, por consumidor, pois atualmente, o consumidor final, é obrigado sozinho, a arcar com toda a despesa decorrente da coleta, transporte e destinação deste resíduo sem nenhum incentivo. Há que se redefinir tais responsabilidades.

Aliado a estes problemas macros, ainda se depara com a falta de procedimentos operacionais escritos, que de mãos dadas com a consciência ecológica descomprometida das equipes de manutenção e operação, “passeiam pelas ruas” do descaso e da falta de compromisso.

Os mesmos fatos observados na etapa da geração termelétrica foram constatados na transmissão, mais especificamente nas subestações.

Na etapa de distribuição, há uma extrapolação do problema, onde o mesmo pode ser dividido entre as companhias que distribuem a energia elétrica, e as que fazem a manutenção do sistema, que nem sempre é a mesma que opera.

Atualmente, o panorama do setor elétrico está na fase de transição onde pode-se destacar três atores distintos. De um lado o Governo Federal que ainda, em alguns casos detém o serviço de distribuição da energia elétrica, em algumas cidades brasileiras. Do outro lado têm-se os departamentos de iluminação pública das prefeituras, responsáveis pela manutenção do sistema. O terceiro ator, são as companhias privadas de distribuição, que fazem também a distribuição, mas nem sempre a manutenção do sistema de iluminação pública, ficando patente ainda mais, o descaso e a falta de comprometimento com a variável ambiental.

As grandes barreiras portanto, que se pode citar, na implantação dos procedimentos propostos, são os mais distintos e imagináveis possíveis, pois parte desde a questão de natureza geográfica da área compreendida como o maior sistema isolado, onde elenca-se o difícil acesso a certas localidades, decorrentes de características da própria geografia amazônica, até a carência de elementos essenciais como empresas e pessoal habilitado, ao atendimento do que preconiza a legislação ambiental vigente, e os procedimentos propostos.

As dimensões geográficas da Região Norte, associadas ao difícil acesso, contribui para a consecução da árdua tarefa da formação de uma consciência ambientalmente responsável, ainda que num grupo seletivo do ambiente da empresa, onde percebe-se a necessidade da realização da implantação de programas que trabalhem o aspecto do desenvolvimento da dimensão atitudinal de cada empregado, de cada colaborador.

A filosofia agora é “poluição zero”, e o setor elétrico está despertando para o fato de que o mundo não mais permite a construção de grandes empreendimentos com impactos ambientais proporcionais ao vulto do empreendimento com degradação da natureza.

A sociedade organizada não mais permite a construção de grandes empreendimentos não observando os ditames legais, colocando assim em risco a qualidade de vida do planeta.

O setor elétrico está em uma nova era. Uma era onde a variável ambiental, outrora relegada à segundo plano, é colocada agora como protagonista de todo e qualquer projeto, que uma vez não atendida as exigências legais não há sequer liberação de financiamentos para construção de novos empreendimentos.

Em suma, as barreiras para implantação dos procedimentos propostos, passam por mudança comportamental, de todos os colaboradores, com o resgate de uma consciência ecologicamente correta.

Os resultados esperados, quando da implementação dos procedimentos propostos, não pode ser melhor, pois a empresa avançará no caminho ambientalmente responsável.

Este trabalho se constitui no primeiro passo para a estruturação da implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos. Com a realização de treinamentos que possibilitem o resgate da consciência ambiental, pode-se, a partir daí, montar uma cadeia que vai desde a identificação da fonte geradora do resíduo até a sua destinação final. Sendo assim, trabalhar a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental – SGA, passa a ser tarefa mais fácil, empolgante de fazer, pois agora faz-se com consciência. Trilhando-se esse caminho a certificação pela NBR ISO 14001/96.

BIBLIOGRAFIA

1. BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
2. BRASIL. Decreto-Lei nº 96.044 de 18 de maio de 1988. Dispõe sobre o transporte rodoviário de produtos perigosos.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a destinação final do óleo lubrificante usado. Resolução nº 9 de 31 de agosto de 1993. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, p.
4. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre o descarte de pilhas e baterias. Resolução nº 257 de 30 de junho de 1999. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, p.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre Classificação de Resíduos Perigosos. Resolução nº 23 de 12 de dezembro de 1996. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, p.
6. BRASIL. Portaria Interministerial MME/MMA nº 1, de 29 de julho de 1999. Dispõe sobre a coleta e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, publicada em 30 de julho de 1999.
7. Portaria ANP Nº 125, de 30 de julho de 1999. Regulamenta a Atividade de Recolhimento, Coleta e Destinação Final do Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, publicada em 30 de setembro de 1999.
8. Portaria ANP Nº 127, de 30 de julho de 1999. Regulamenta a Atividade de Coleta de Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado a ser Exercida por Pessoa Jurídica sediada no País. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, publicada em 30 de setembro de 1999.
9. GT – Sistema de Gestão Ambiental do COMASE – Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico, RJ, agosto/97
10. FRIBERG et. Al. In: Cadmium and Health, col. I, CRC Press, Boca Raton, 1986
11. CHAUDHRY et. Al. Archs Oral Biol. 28: 741, 1983
12. BERLIN et. Al. Arch. Environ. Health 7: 72, 1963
13. TENÓRIO, J. A S, ESPINOSA, D. C. R. Descarte de Pilhas e Baterias, 2002.
14. Manual Globo de Ecologia, Editora Augustus, Walter H. Corson, São Paulo, 1993
15. BRANCO, S. M. Energia e Meio Ambiente, Moderna, São Paulo, 1999
16. TUNDISI, H. S. F. Usos de Energia, Atual Editora, 11ª edição, São Paulo 1998.
17. BRANCO, C. Energia elétrica e capital estrangeiro no Brasil. São Paulo, Alfa omega, 1975
18. BRANCO, S. M. O desafio amazônico. São Paulo, Moderna, 1989
19. COMISSÃO, Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.
20. BRANCO, S. M. O meio ambiente em debate. São Paulo, 1997
21. SILVA, M.A, ARIGONY, L. C. XVI SNPTEE, Considerações quanto à utilização da ISO 14000 no setor de energia elétrica no Brasil, Campinas 21 a 26/10/01.
22. REVISTA BANAS AMBIENTAL, nº 13, agosto 2001.
23. CACHAPUZ, P. B. B. de; Energia elétrica em questão: debates no clube de engenharia. Centro da memória de eletricidade no Brasil. Rio de Janeiro, memória da eletricidade, 2001