



**ABES** RBCiamb



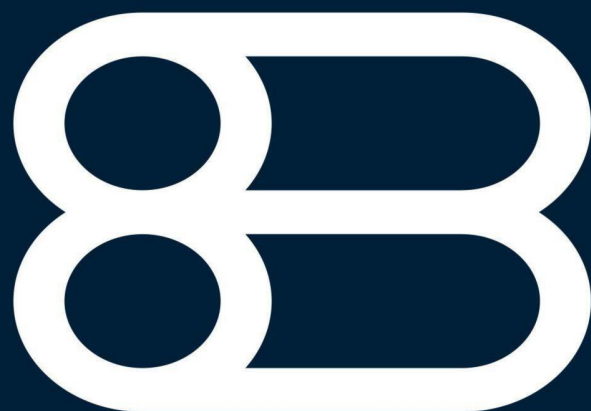
EDIÇÃO 22

Dezembro/11

# Revista Brasileira de Ciências Ambientais

ISSN Impresso 1808-4524

ISSN Eletrônico 2176-9478



# ABES

# Revista Brasileira Ciências Ambientais



[www.ictr.org.br](http://www.ictr.org.br)

[www.cepema.usp.br](http://www.cepema.usp.br)

[www.fsp.usp.br/siades](http://www.fsp.usp.br/siades)

ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478

Dezembro de 2011 Nº 22

## Expediente

### Editores

- *Jorge Alberto Soares Tenório (USP)*  
*jtenorio@usp.br*
- *Denise Crocce Romano Espinosa (USP)*  
*espinosa@usp.br*
- *Valdir Fernandes (UP)*  
*vfernandes@up.edu.br*

### Comissão Editorial

- *Andrea Moura Bernardes (UFRGS)*
- *Andrea Vidal Ferreira (CDTN)*
- *Arlindo Philippi Jr. (USP)*
- *Carlos Alberto Cioce Sampaio (UFPR)*
- *Celina Lopes Duarte (IPEN)*
- *Cláudio Augusto Oller do Nascimento (USP)*
- *José Roberto de Oliveira (IFES)*
- *Maria do Carmo Sobral (UFPE)*
- *Sérgio Martins (UFSC)*
- *Tadeu Fabrício Malheiros (USP)*

### **Submissão de artigos, dúvidas e sugestões:**

*rbciamb@gmail.com*

### **Instruções para autores**

*http://www.rbciamb.com.br/instrucoes.asp*

# Revista Brasileira Ciências Ambientais



[www.ictr.org.br](http://www.ictr.org.br)

[www.cepema.usp.br](http://www.cepema.usp.br)

[www.fsp.usp.br/siades](http://www.fsp.usp.br/siades)

ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478

Dezembro de 2011 Nº 22

## Índice

**01**

*Avaliação da qualidade ambiental do aterro sanitário de Caldas Novas (GO)*

Rildo Aparecido Costa  
Giliander Allan da Silva

**11**

*A educação ambiental como instrumento para a construção de uma sociedade ecológica*

Kelly Daiane Savariz Bôlla  
Geraldo Milioli

**20**

*Comportamento humano e problemática socioambiental sob o enfoque da ética da responsabilidade de Hans*

Afonso Vieira

**28**

*Regulamentação do tratamento de resíduos infectantes em serviços de saúde: uma revisão da literatura*

Aída Cristina do Nascimento Silva  
José Jorge Souza Carvalho  
Luís Américo Silva Bonfim  
Antônio Carlos Ribeiro da Silva  
Eduardo Luiz Andrade Mota  
Mitermayer Galvão dos Reis

**38**

*Gestão de resíduos sólidos não convencionais: o caso do GERESOL – Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí, SP*

Fernando Eduardo Costa e Silva  
Léo Tadeu Robles

**50**

*Análise da aplicação das penalidades disciplinares e compensatórias por danos ambientais ao setor sucroalcooleiro de Pernambuco, Brasil*

Maiara Gabrielle de Souza Melo  
Maria do Carmo Sobral  
Vivian da Costa Damasceno

**60**

*Quantification of greenhouse gases emission from sugarcane burnings: a study case in savanna areas of Brazil*

Alcione Borges  
Manuel Eduardo Ferreira  
Marlon Nemayer  
Fausto Miziara  
Francis Lee Ribeiro

# Avaliação da qualidade ambiental do aterro sanitário de Caldas Novas (GO)

## Environmental Quality Assessment of Landfill Caldas Novas (GO)

### RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo principal avaliar a qualidade ambiental do aterro sanitário de Caldas Novas – GO, cidade localizada no sul goiano, considerada a maior estância hidrotermal do mundo (utilizada para o turismo), detentora de uma população de 70.463 habitantes. No período de alta temporada turística essa população pode chegar a aproximadamente 200 mil habitantes, produzindo o equivalente a 200 t/dia de lixo. No intuito de avaliar a qualidade ambiental do aterro sanitário optou-se por utilizar geoindicadores, principalmente em relação às características do seu meio físico onde está instalado o referido aterro. No intuito de se ter um estudo mais adequado, optou-se por mapear a profundidade do nível da água freática, espessura dos materiais inconsolidados e substrato rochoso, além de estudos sobre a permeabilidade da área. Observou-se que o aterro sanitário de Caldas Novas está instalado em um local inadequado, com um meio físico muito vulnerável, lençol freático pouco profundo, materiais inconsolidados pouco espesso e um substrato rochoso com falhas estruturais. Constatou-se, através da pesquisa que o referido aterro é, na realidade um lixão a céu aberto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoindicadores; Qualidade Ambiental; Meio Físico.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the environmental quality of the landfill Caldas Novas - GO, a city located in southern Goiás, the largest hydrothermal resort in the world (used for tourism), which holds a population of 70,463 inhabitants. During high tourist season this population can reach about 200 000 inhabitants, producing the equivalent of 200 t/day of waste. In order to evaluate the environmental quality of the landfill was decided to use geoindicators, especially in relation to the characteristics of their physical environment where it is installed above the landfill. In order to have a more appropriate, we chose to map the depth of the groundwater level, thickness of unconsolidated materials and bedrock, and studies on the permeability of the area. It was observed that the landfill Caldas Novas is installed in an inappropriate location, physical environment with a very vulnerable, shallow groundwater, unconsolidated materials thick and a little rocky with structural flaws. It was found through research that this landfill is actually an open-air dumps.

**KEYWORDS:** Geoindicators; Environmental Quality; Physical Environment.

### Rildo Aparecido Costa

Prof. Dr. do Curso de Geografia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail para correspondência: rildocosta1@yahoo.com.br

### Giliander Allan da Silva

Prof. Dr. do Curso de Geografia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail para correspondência: rildocosta1@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do processo tecnológico-industrial nos últimos 50 anos vem promovendo o crescimento dos centros urbanos. Nesse momento, o homem ao invés de se adaptar às condições do meio físico, impõe-lhe as suas próprias condições, sobretudo, de uso e ocupação inadequada, ou seja, não respeita os limites e potencialidades do meio em que vive.

O poder público, normalmente tem dificuldades quanto à organização do crescimento urbano, seja por falta de pessoal técnico qualificado, seja por falta de conhecimento das condições e das características do meio físico, ou ainda, por falta de um planejamento adequado.

Se o uso e ocupação do meio físico são tão importantes para o homem, ele deve respeitá-lo e entendê-lo, principalmente, no que diz respeito às suas potencialidades e limitações, pois, o homem ao ignorar esta condição, pode torná-lo vulnerável a danos irreparáveis. Neste sentido, torna-se de suma importância o desenvolvimento da conscientização da coletividade, que passa a exercer papel fundamental no processo de uso e ocupação. Assim sendo, deve-se sempre se sobrepor a esse processo, ações de preservação do meio, ainda que sua exploração seja necessária (Costa, 2008).

Com o conhecimento tecnológico que o homem adquiriu ao longo do tempo, é de se esperar que as práticas de ocupação se tornem cada vez mais tênues. No entanto, o que se tem assistido, primordialmente nos países em desenvolvimento, é que o caminho está no sentido contrário, gerando impactos negativos que, geralmente resultam em perdas materiais e até mesmo de vidas humanas. Por isso, a necessidade de planejar o uso e ocupação desse meio físico torna-se fundamental para qualquer instância, seja no âmbito público e/ou privado.

Embora haja, nos dias atuais, grandes debates sobre meio ambiente, desenvolvimento e qualidade de vida, raramente se considera o princípio desses aspectos, que é o processo de planejamento. Entende-se que o ato de planejar seja a adoção de um conjunto de decisões baseadas em características técnicas do meio ambiente, nas necessidades da sociedade e nos fatores operacionais para uma dada região (ZUQUETTE, 1993).

Os conhecimentos acerca dos componentes do meio físico (rocha, materiais inconsolidados, relevo, águas, ar e suas relações com os diferentes processos e atividades geológicas, biológicos e antropogênicos) fazem parte do campo de estudo das ciências ambientais. Essa afirmação é reforçada pelo fato de que todas as atividades antrópicas se desenvolvem sobre o meio físico (seus componentes) e são responsáveis pela sua sustentação (no sentido literal), quaisquer que sejam os tipos de ocupação (TURNER E COFFMAN, 1973). Ao mesmo tempo, verifica-se uma relação de interdependência entre o meio físico e o meio biótico.

Portanto, pode-se afirmar que a instalação de um aterro sanitário deve ser feita a partir de pesquisas para se conhecer as características do meio físico onde ele será instalado, com fins a evitar inúmeros impactos ambientais gerados pelos resíduos.

Enfim, o preço pago pela falta de um planejamento adequado tem sido muito alto, tanto pela população quanto pelo poder administrativo, pois, além de desastres ecológicos, as conseqüências implicam muitas vezes em perdas de vidas humanas e patrimoniais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Considera-se que a baixa densidade de informações relativas à

caracterização dos atributos do meio físico impacta diretamente na forma de uso e ocupação e no planejamento, como um todo.

Com isto, utilizou-se no desenvolvimento da presente pesquisa, a proposta metodológica preconizada por Zuquette (1987), que contempla o levantamento de um grupo de atributos do meio físico, os quais são registrados em mapas ou cartas interpretativas, associadas a observações descritivas, contendo informações de interesse para o planejamento, principalmente o urbano regional.

As informações das cartas topográficas (1: 10.000), elaboradas pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral – Projeto Hidrogeológico da Região de Caldas Novas - GO, no ano de 1980 foram de suma importância. Para obter o esboço da área estudada, usou-se a articulação das cartas SE-22 X-D-V 2 – SO; SE-22 X-D-V 2 – SE; SE-22 X-D-V 4 – NO e SE-22 X-D-V 4 – NE.

Para obter informações relativas ao substrato rochoso da área utilizou-se informações contidas no mapa hidrogeológico gerado pela AMAT – Associação dos Mineradores de Água Termal de Caldas Novas – GO na escala de 1: 5.000.

Para a confecção do mapa de Materiais Inconsolidados serviu-se também da interpretação de fotografias aéreas pertencentes à Prefeitura Municipal de Caldas Novas, no ano de 1996, na escala de 1:5.000. Estas fotografias aéreas foram de grande importância para a extração das informações necessárias para compreender a área de estudo em questão.

Os materiais inconsolidados compreendem os solos residuais e retrabalhados, contudo, os materiais encontrados na área do aterro foram somente os solos retrabalhados. Os solos residuais englobam os níveis de saprolito, do residual jovem e do residual maduro. O solo retrabalhado é caracterizado pelo colúvio e matérias aluvionares.

Para a obtenção do Mapa de Nível de Água Freática utilizaram-se medidas de cisternas contidas na área em estudo, perfazendo um total de 6 medidas e também perfurações com a utilização de trado (12 medidas), bem como a metodologia desenvolvida por Nishiyama (1998), que busca evidenciar, para uma análise mais precisa, meios alternativos para o levantamento da profundidade do nível d'água, tais como: mapas topográficos, fotografias aéreas e imagens de satélite. Por meio desse material cartográfico foi possível analisar alguns condicionantes do meio físico (afloramento rochoso, áreas úmidas, presença de nascentes e formas de relevo). Junto aos dados obtidos nas medidas de cisternas e perfurações *in situ*, determinou-se a profundidade da Água Freática.

Considera-se água freática, o intervalo dentro dos limites em que a água ocupa todos os vazios existentes nos materiais inconsolidados e/ou rochosos. A determinação do limite superior dessa zona, denominado nível de água freática, bem como a sua distância em relação à superfície do terreno, são os objetos de estudo dessa pesquisa.

Durante os trabalhos de campo foram descritos 20 pontos, sendo 2 afloramentos rochosos, 18 pontos de amostragens. Além dos ensaios de infiltração com duplo anel (DA), realizados *in situ*, buscando definir o coeficiente de permeabilidade,

### Caracterização da Área de Estudo

O rápido crescimento populacional e consequente ocupação do meio físico, apresentado na tabela 1, ocorreram em grande parte de forma desordenada. As consequências se materializam na intensa degradação do meio físico, especialmente da sua área urbana, e, esta situação pode afetar futuramente a sustentabilidade ambiental. Além do rápido crescimento da população urbana aliada a uma ocupação

desordenada do solo, a cidade apresenta outras questões complexas em relação ao desenvolvimento econômico e o meio ambiente.

**Tabela 01** - Caldas Novas: Evolução da População, 1960 - 2010.

ANO	NÚMERO DE HABITANTES	CRESCIMENTO PERCENTUAL
1960	5.200	-
1970	7.200	38.5
1980	9.800	36.1
1991	24.900	154.1
2001	49.652	100.3
2007	62.204	28
2010	70.463	11.7

Fonte: IBGE, 2010.

O crescimento da cidade foi regido principalmente pela exploração das águas termais, o que, por sua vez, promoveu o desenvolvimento do turismo e da rede hoteleira do município, trazendo consigo, o crescimento de outras atividades, como serviços e comércio. Nesse sentido, tem-se uma singularidade complexa, que traz contornos abrangentes.

A cidade de Caldas Novas possui basicamente todos os problemas apresentados pela maioria das cidades do Centro-Oeste, porém, como sua principal atividade econômica advém do uso de um

recurso natural importantíssimo (as águas termais), os problemas ganham uma amplitude bem maior, pelo fato de os atores sociais distorcerem tanto as reais necessidades da cidade, quanto às formas de superá-las.

Caldas Novas situa-se na mesorregião sul do Estado de Goiás, mais especificamente na microrregião Meia Ponte, entre os meridianos 48° 27' e 48° 56' W e os paralelos 17° 28' e 18° 05'S. Possui o maior manancial hidrotermal do mundo (explorado para fins turísticos). Localiza a 170 km da capital do Estado (Goiânia), sendo a principal via de acesso a GO-213 e BR 153.

O aterro sanitário de Caldas Novas localiza-se ao norte da cidade (figura 1) distando aproximadamente 10 km da área central, ocupando uma área de 51.6719 ha entre o Córrego Fundo e o Córrego Soreio, numa vertente com aproximadamente 6 a 8% de declividade.

A dinâmica atmosférica em Caldas Novas está sob controle dos sistemas intertropicais. Esses sistemas de circulação ocasionam um clima tropical alternadamente seco e

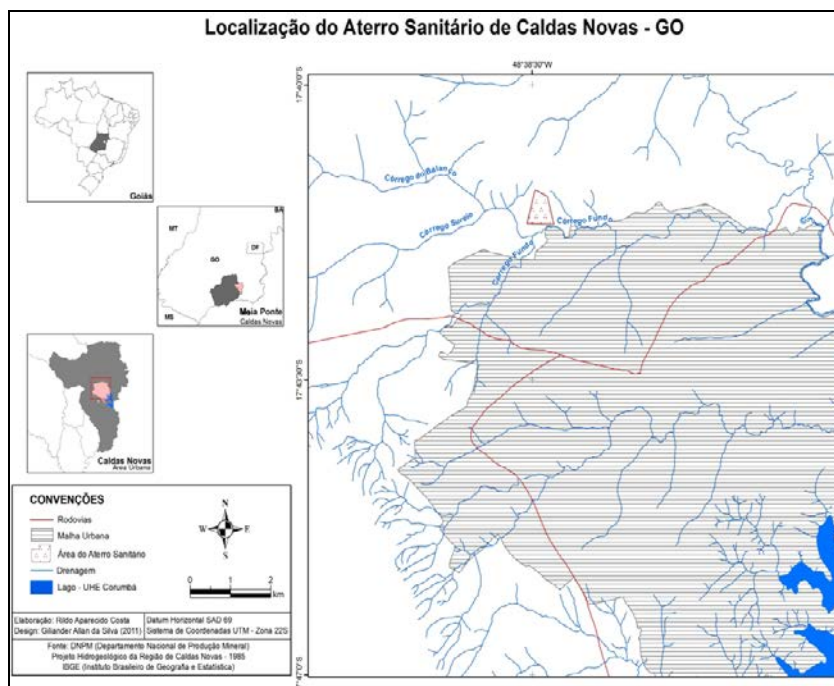


Figura 1: Localização da área de estudo.

úmido (Del Grossi, 1991). Dependendo da época do ano, o avanço de determinadas massas de ar sobre a região é responsável pelas alterações na temperatura e, principalmente, na umidade, distinguindo duas situações climáticas: um período seco, que se estende de abril a setembro (representa 10% do total de chuvas), e outro, úmido e chuvoso, que vai de outubro a março (representando 90% do total pluviométrico). Em Caldas Novas, essa dinâmica provoca um regime pluvial que varia entre 1720 a 1750 mm, determinado, principalmente pelo orografismo.

O Município de Caldas Novas apresenta temperatura média anual entre 20 e 22°C, com média nos meses mais frios girando em torno de 18°C. Com base na classificação internacional de Köppen (1948), a região encontra-se caracterizada pelo clima tropical do tipo Aw.

Em relação à geologia, a área e constituída principalmente por rochas metamórficas do Grupo Paranoá (Filitos, Quartzitos e Metacalcários) e do Grupo Araxá (representado por Xistos variados e ocorrem também, cristas de quartzitos, quartzitos micáceos e quartzo xistos, caracterizando prováveis arenitos e arenitos impuros, interdigitados e intercalados aos pelitos).

Em relação à geomorfologia, a área de estudo insere-se na região que Pena (1976) denominou Planalto Central Goiano, constituído pela ampla área do conjunto dos contribuintes da margem direita do rio Paranaíba, entre outros os rios Corumbá, Meia Ponte, dos Bois e Turvo. A referida unidade geomorfológica constitui um vasto planalto, compartimentado em níveis topográficos distintos e com características próprias, porém ligados entre si. São as seguintes subunidades: Planalto do Distrito Federal, Depressões Intermontanas, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e Planalto Rebaixado de Goiânia. Essa condição de relevo faz com que

Caldas Novas se localize em uma região depressiva, tendo a leste a Serra de Caldas Novas e a oeste a Serra da Matinha. Essas condições geoambientais determinam o regime hídrico do município, possuindo uma grande quantidade de nascentes (Serra de Caldas Novas e Serra da Matinha) e conseqüentemente, uma grande quantidade de águas superficiais.

#### **O uso de geoindicadores ambientais como subsídio ao estudo de qualidade ambiental do Aterro Sanitário de Caldas Novas (GO)**

Reverendo a teoria de sistemas, Haigh (1985, apud CHRISTOFOLETTI, 1999) define sistema como "uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas". Para Tricart (1977), o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico que se dispõe para estudar os problemas do ambiente. Ele tem um caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação, o que não é o caso de um inventário, por natureza, estático.

Segundo Christofolletti (1999), sob uma perspectiva sistêmica, estudam-se as organizações espaciais englobando a estruturação, o funcionamento e a dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos. Dois componentes básicos entram em sua estruturação e funcionamento: o sistema sócio-econômico e o sistema ambiental físico. Os sistemas ambientais físicos são também denominados geossistemas.

O conceito de geossistema foi introduzido por Sotchava (1977). Segundo ele os geossistemas são sistemas naturais, porém todos os fatores econômicos e sociais

influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais são consideradas durante o estudo e suas descrições verbais ou matemáticas. Para Christofolletti (1999), numa perspectiva holística de análise dos sistemas ambientais, não se pode excluir o conhecimento provindo dos estudos sobre os sistemas socioeconômicos, considerando os seus componentes e processos. Os sistemas socioeconômicos são controlados pelos atributos culturais, sociais, econômicos e tecnológicos do grupamento humano, da sociedade em seu conjunto ou de suas classes sociais. As interferências das atividades humanas são fatores que influem nas características e nos fluxos de matéria e energia, modificando os geossistemas. Contudo a natureza responde a essa intervenção por indicadores da qualidade ambiental.

O vocábulo indicador é proveniente do latim *indicare* cujo significado é destacar, mostrar, anunciar, tornar público, estimar. Assim, os indicadores nos transmitem informações ou nos esclarece uma série de fenômenos que não são imediatamente observáveis. Luz et al. apud Cunha (2001), afirmam que os indicadores funcionam como uma radiografia que evidencia numa determinada época, o desempenho do processo em questão. Os indicadores são constituídos por duas unidades de medidas correlacionadas, utilizadas para verificar o desempenho de um dado processo. São parâmetros representativos de um processo permitindo assim, sua quantificação, podendo trazer mudanças na cultura organizacional, logo, precisam ser bem definidos e acompanhados sistematicamente (MENDONÇA, 1997).

Os indicadores ambientais para Khure (1998) devem estar aptos para revelarem os aspectos mais importantes de uma organização, como os impactos e os efeitos. Assim, deve-se fazer a opção por



indicadores ambientais que possam quantificar esses aspectos.

De acordo com Alfaro & Oyague (1997), os indicadores ambientais refletem o estado do meio ambiente e relacionam as pressões impostas pelas diversas atividades econômicas sobre a qualidade dos componentes do meio ambiente e as respostas elaboradas pela sociedade para combater tais pressões.

Merico (1997) salienta que os indicadores ambientais são usados para se ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável. Para tanto, os indicadores ambientais deverão possuir capacidade de síntese, estando, então, alicerçado em informações confiáveis e que possam ser comparadas; relacionar os problemas com as políticas ambientais a serem definidas e, por último, necessita ser facilmente compreensível e acessível à população, melhorando a comunicação e direcionando a evolução para o caminho da sustentabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Caldas Novas, por sua urbanização rápida e desordenada, desenvolveu vários problemas ambientais (erosões, lixo, enchentes, etc.), principalmente porque sua infraestrutura não acompanhou o crescimento populacional, abrindo caminho para uma má ocupação dos seus solos.

A especulação imobiliária e o expansionismo da construção civil ampliaram de forma significativa a produção de esgoto doméstico que muitas vezes se mistura com galerias ou redes de drenagens de água pluviais, gerando em torno de quatorze mil fossas sépticas e sumidouros, que podem produzir nas águas superficiais e subterrâneas da cidade diferentes tipos de impactos

ambientais, o que pode significar futuramente a sua inviabilização.

A ausência de recursos básicos para uma "urbanização ordenada", sendo esta, contrária àquela criada por invasões frequentes nas periferias do município, nos remete à reflexão de que este processo não se trata de um fato isolado, mas sim um caso brasileiro.

O grande problema reside no aumento brusco da população nos períodos de temporada. O elevado número de cerca de 200.000 pessoas que chegam à cidade (nas temporadas), tende a gerar uma sobrecarga em todas as instâncias pertinentes à infraestrutura urbana, a qual é pouco suficiente para comportar tal crescimento.

Outra questão grave reside no fato do destino dos resíduos sólidos. O relevo da cidade é caracterizado por grande quantidade de fraturas geológicas. A ausência de controle da deposição, coleta e destinação final do lixo urbano, associada ao fato que a quantidade de domicílios onde há coleta é inferior às necessidades de equilíbrio ambiental, faz com que a situação de Caldas Novas seja crítica.

Os resíduos sólidos urbanos são aqueles gerados nas residências, nos estabelecimentos comerciais, nos logradouros públicos e nas diversas atividades desenvolvidas nas cidades, incluindo os resíduos de varrição de ruas e praças (BOSCOV, 2008). Estes tipos de resíduos são, geralmente, compostos por: materiais putrescíveis (resíduos alimentares, resíduos de jardinagem e varrição e demais materiais que apodrecem rapidamente); papéis/papelões; plásticos; madeiras; metais; vidros e outros (entulhos, espumas, solos, couro, borrachas, cinzas, tecidos, óleos, graxas, resíduos industriais não perigosos, etc.). Já os resíduos de serviços de saúde e de portos e aeroportos têm destinação especial.

Segundo Boscov, (2008) o lixo é definido com sendo "restos das atividades humanas, considerados

pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis". Normalmente, apresenta-se sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido e compreende os lixos tipo domiciliar, comercial, público, hospitalar, industrial, agrícola e entulho.

Para o projeto e a operação dos aterros sanitários, onde são depositados os resíduos sólidos urbanos, é importante conhecer o complexo comportamento mecânico, hidráulico e bioquímico da massa de resíduos, bem como dos atributos do meio físico.

O paradigma atual para o projeto de aterros sanitários visa tratar os resíduos como uma nova unidade geotécnica e aplicar os conceitos da Mecânica dos Solos, incorporando peculiaridades do material, quando necessário. Este procedimento tende a ser mais efetivo ao passo que os resíduos se assemelham a solos.

Caldas Novas, assim como a maioria das cidades do Brasil, ainda enfrenta o problema da falta de um tratamento de seus resíduos, em geral. Porém, neste local, este processo possui um (de) mérito maior, visto que, a economia local depende do recurso hídrico subterrâneo. Neste sentido, o manejo adequado dos resíduos sólidos é imprescindível, já que, o chorume está se infiltrando no solo e no subsolo, podendo contaminar águas subterrâneas, sobretudo, freática e termal. Como resultado, pode ocorrer consequências drásticas à economia do município, arruinando a demanda turística local.

Em Caldas Novas, diariamente, apenas uma fração do lixo domiciliar, comercial, público e hospitalar é recolhida por uma empresa privada, por meio de um serviço terceirizado (concessão), embora sob responsabilidade pública. Essa fração corresponde a 50 a 60% do total produzido na cidade, oriundos de 105 bairros, ficando fora do serviço de coleta os bairros periféricos. A fração restante, composta por resíduos sólidos e/ou

orgânicos, é disposta em locais sob condições aleatórias, sem o conhecimento e consentimento das autoridades municipais. Por exemplo, o denominado entulho, oriundo das construções civis é coletado mediante pagamento por empresas com grande eficiência e rapidez, porém, em seguida é disposto quase sempre sem nenhum critério em áreas públicas e particulares menos visíveis, ou em depressões de terrenos na periferia urbana, inclusive em locais que o processo erosivo com ocorrência de voçorocas é evidente.

Uma circunstância que agrava ainda mais esta situação consiste no lixo domiciliar ou comercial. Eventualmente recusado pelo serviço de coleta organizada, pelos cuidados que demanda, como os materiais para pintura (tintas, solventes, pigmentos e vernizes), produtos para jardinagem (pesticidas, inseticidas, repelentes e herbicidas), produtos para motores (óleos, lubrificantes, fluidos de freio e transmissão e baterias) e muitos outros itens mais comuns, como vidros, pilhas, pneus, lâmpadas fluorescentes, animais mortos, dentre outros estes são dispostos em locais menos visíveis do espaço urbano, normalmente em depressões de terrenos ou na margem de cursos d'água que cruzam a cidade.

O lixo hospitalar é recolhido à semelhança dos demais, embora a lei determine a coleta especial e a incineração em condições e locais apropriados, sendo os hospitais geradores igualmente responsáveis por esse serviço. O descarte hospitalar no lixão, por apresentar alta toxicidade, constitui um fato de alto risco ambiental e para a saúde pública.

A prática de utilizar diferentes tipos de lixo, como os entulhos de construção e material terroso de origens diversas para aterrar depressões de terrenos ou erosões sem estudos prévios, constitui uma prática corrente e que gera efeitos danosos aos aquíferos.

Nesta categoria se incluem também a prática de aterrar depósitos de lixo improvisados, quando estes passam a incomodar a vizinhança. O aterramento sem maiores critérios ou cuidados também é uma prática danosa para as águas subterrâneas.

A fração coletada domiciliarmente é conduzida para o chamado "lixão", (embora em todos os documentos cedidos pela Prefeitura Municipal de Caldas Novas consta o nome de Aterro Sanitário), onde é disposta em pilhas, podendo ser remexida por catadores em busca de objetos que possam vir a oferecer algum ganho, como plásticos e latas recicláveis. De tempos em tempos, as pilhas de lixo são revolvidas por máquinas pesadas, espalhando-as e compactando-as na área.

Todos os tipos de lixo, sobretudo os de elevado conteúdo de matéria orgânica, como é o caso do lixo domiciliar, são sujeitos à percolação de águas de chuva, produzindo um líquido residual denominado chorume. Ele é altamente contaminante devido ao elevado conteúdo de substâncias orgânicas, inorgânicas e tóxicas, metais pesados, etc., dissolvidos. Uma característica desse tipo de

poluente é a sua durabilidade, persistência e toxicidade.

O lixão (Figura 2) presente em Caldas Novas está muito aquém do ideal, visto que a forma praticada de acondicionamento dos resíduos sólidos e do chorume não é a apropriada. O referido depósito está localizado sobre falhas geológicas, em local com declive significativo, próxima a leitos d'água e com grande potencial contaminador.

Neste sentido, observa-se que a gerência da Prefeitura de Caldas Novas em relação aos resíduos sólidos urbanos é falha, pois, onde está estabelecido o atual lixão condiz com a maior área de falhas e fraturamentos existentes no município. Este tipo de estrutura geológica oferece facilidade para o deslocamento do chorume, poluindo e contaminando, as águas superficiais e subterrâneas, podendo trazer problemas ambientais de natureza irreversível.

A cidade de Caldas Novas possui uma média de lixo gerado de 70 t/dia em períodos normais, aumentando para 200 t/dia em períodos de temporada (Barbosa, 2006). Este fato ocorre pelo seu potencial turístico devido às águas



Figura 2 – Caldas Novas: Aterro Sanitário de Caldas Novas.  
Autora: Márcia Freitas, 2009.

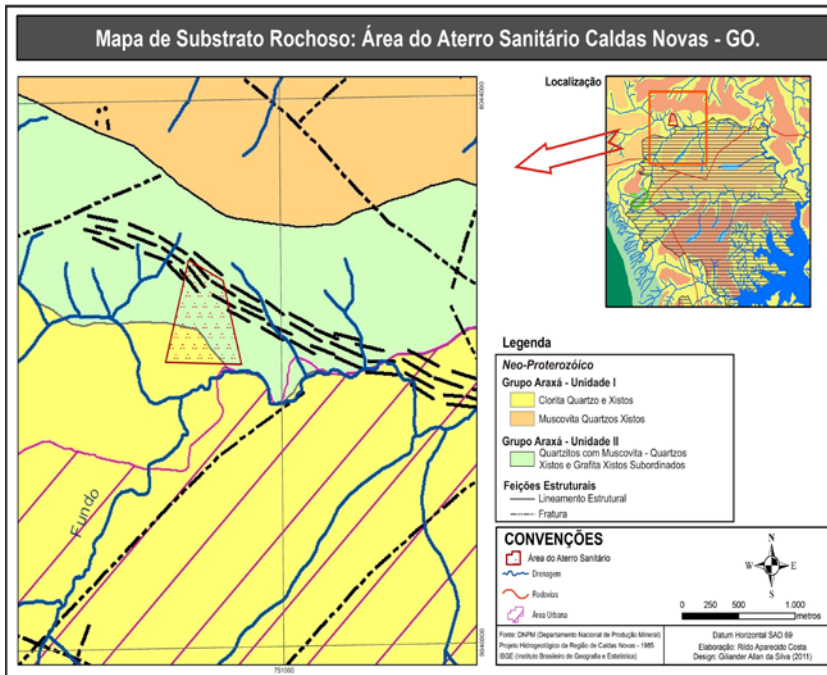


Figura 3: Mapa de Substrato Rochoso do Aterro Sanitário de Caldas Novas – GO.

termais sendo responsável pela economia local.

Além do lixão de Caldas Novas localizar próximo à área central (10 km aproximadamente), ele está na confluência do Córrego Fundo com o Córrego Sureio. Com cotas altimétricas aproximadas de 730m, também está sob a uma zona de contato entre os micaxistos e os quartzitos do Grupo Araxá (figura 3). Portanto, chama-se a atenção por se tratar de uma área de alta vulnerabilidade devido ao elevado grau de fraturamento dos micaxistos e quartzitos e ao tipo de agente poluidor, que possui um potencial de alto risco ambiental.

Observa-se que o lixão de Caldas novas está localizado sobre uma área com intenso falhamento, sendo considerada uma área de risco, pois o lixo da cidade é representado por 60% de matéria orgânica. Portanto, o chorume produzido por esse lixo terá uma maior facilidade de infiltração devido às falhas existente no local, com isso podendo contaminar o lençol freático e consequentemente o lençol termal que se configura na maior fonte de renda da cidade.

O mapa de materiais inconsolidados apresenta as suas

características geotécnicas quanto à origem, à textura e à espessura. Neste trabalho foi adotado o conceito de materiais inconsolidados utilizado por Zuquette (1987), que o caracteriza como todo material sobrejacente à rocha, seja ele residual ou transportado (retrabalhado).

Em relação aos seus materiais inconsolidados (figura 4) a área do lixão possui materiais

retrabalhados areno-argilosos, proveniente da alteração de rochas xistosas com espessuras inferiores a 2 metros e de coloração clara. Na porção centro-norte do lixão esse material pode atingir até 5 metros de profundidade, principalmente devido às falhas existentes nesta área.

Pode-se observar que em relação a esse geoindicador essa área apresenta uma vulnerabilidade natural, pois possui solos rasos e com base arenosa facilitando assim a infiltração de poluentes, portanto é uma área inadequada para a instalação de um aterro sanitário.

Buscando uma melhor caracterização da área elaborou-se também uma análise de permeabilidade do material inconsolidado. Os resultados foram obtidos através do ensaio de duplo anel e através de sondagem com trado o método *Open-End* (tabela 2).

Os ensaios de infiltração com duplo anel (DA), realizados *in situ*, dão o coeficiente de permeabilidade, em função da vazão da área, a partir de uma carga hídrica unitária. O ensaio consiste em medir o rebaixamento desta carga hídrica por uma área de terreno em determinado tempo, sendo esta carga constante. O nível do anel externo é mantido constante,

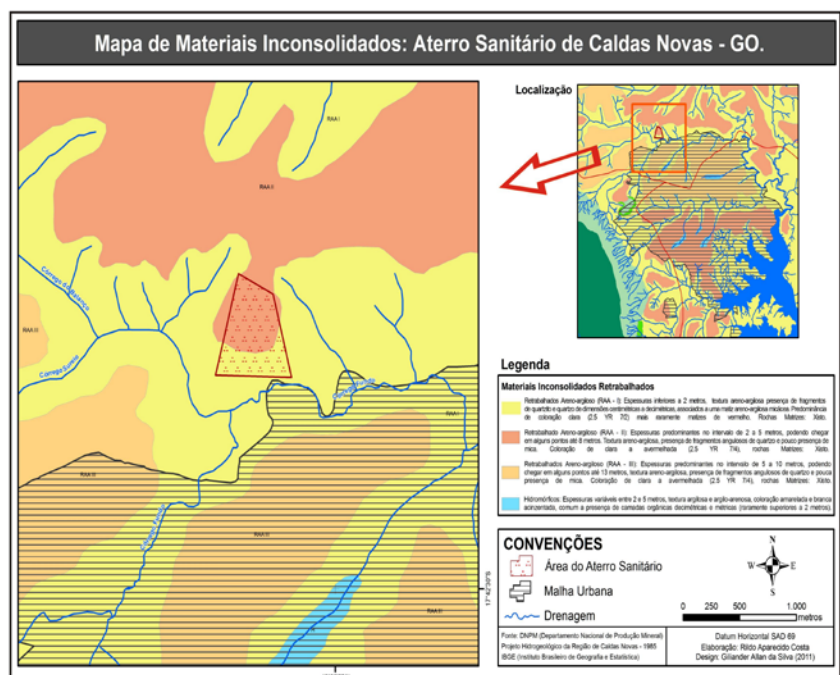


Figura 4: Mapa de Materiais Inconsolidados.

**Tabela 2** - Resultados referentes aos ensaios de permeabilidade realizados na área do depósito municipal de resíduos sólidos urbanos de Caldas Novas.

Teste	Tipo	Setor	Profundidade do Ensaio	K (cm/s)	K (mm/h)
1	DA	Norte	Superfície	$3,67 \times 10^{-3}$	132,09
3	DA	Centro-Oeste	Superfície	$1,79 \times 10^{-4}$	6,46
5	DA	Sudeste	Superfície	$3,19 \times 10^{-3}$	114,81
2	OE	Norte	1,56 m	$7,15 \times 10^{-5}$	2,5
4	OE	Centro-Oeste	1,19 m	$2,82 \times 10^{-5}$	1,02
6	OE	Sudeste	0,77 m	$4,51 \times 10^{-4}$	16,25

Fonte: Costa e Haesbaert, 2000.

garantindo o isolamento da água do anel interno, o que caracteriza a infiltração superficial. Já os ensaios tipo *Open - End* (OE) consistem em medir o rebaixamento dentro de um furo de trado revestido, sendo mantida aberta somente sua porção final e caracterizam a infiltração em níveis mais profundos (COSTA E HAESBAERT, 2000).

Conforme pode ser observado na tabela acima, os solos superficiais na porção Norte e Sudeste da área, com características mais areno-argilosa, facilitam grandemente a infiltração de fluidos. A porção Norte é hoje utilizada inadequadamente como depósito de animais mortos, pneus e outros dejetos.

Em profundidades acima de 1 metro encontra-se um nível de rocha alterada onde a infiltração torna-se mais lenta até chegar à rocha sã que é impermeável, formando uma laje xistosa fazendo com que a água escoe subsuperficialmente. A porção Centro-Oeste da área, onde atualmente se localizam os depósitos de resíduos sólidos, encontra-se muito compactada, devido ao movimento de máquinas.

Os ensaios mostraram coeficientes de permeabilidade, na superfície do terreno, da ordem de ordem de  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  cm/s para os terrenos mais arenosos com cascalhos e da ordem de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  cm/s em sub-superfície. Na área

ocorrem afloramentos alterados de clorita-quartzo xisto, e quartzitos que dão origem ao solo arenoso observado em diversos locais.

Em relação ao nível da água freática (figura 5) observou-se que a porção sul possui lençóis freáticos com profundidade inferior a 2 metros, enquanto sua porção central tem uma profundidade entre 2 a 5 metros e sua parte norte possui os lençóis mais profundos variando entre 5 a 10 metros. Portanto pode-se afirmar que em relação a esse geoindicador essa área é vulnerável a impactos ambientais, pois mais de 60% do lixão está localizado em zonas freáticas muito perto da superfície, o que pode comprometer o seu funcionamento.

Porém em relação a esses solos rasos poder-se-ia usar a compactação desse solo ou a impermeabilização com outros materiais como a argila, por exemplo, poderia também fazer uma drenagem eficiente do chorume e tratá-lo antes de devolvê-lo ao ambiente novamente. Isso já é determinado no Plano Diretor de Caldas Novas.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A disposição direta no solo é a forma final mais difundida e utilizada de destinação de resíduos sólidos, no mundo. Quando tal atividade é efetuada seguindo rigorosos procedimentos técnicos, resultam em obras seguras e eficientes. Contudo, vários impactos ambientais já estão ocorrendo na área, porém são passíveis de correção.

No que concernem os aspectos hidrogeológicos, os cuidados devem ser bem gerenciados a partir do controle e monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, através da implantação de sistemas de drenagem das águas e tratamento dos líquidos percolados.

O município de Caldas Novas, situado entre os rios Corumbá

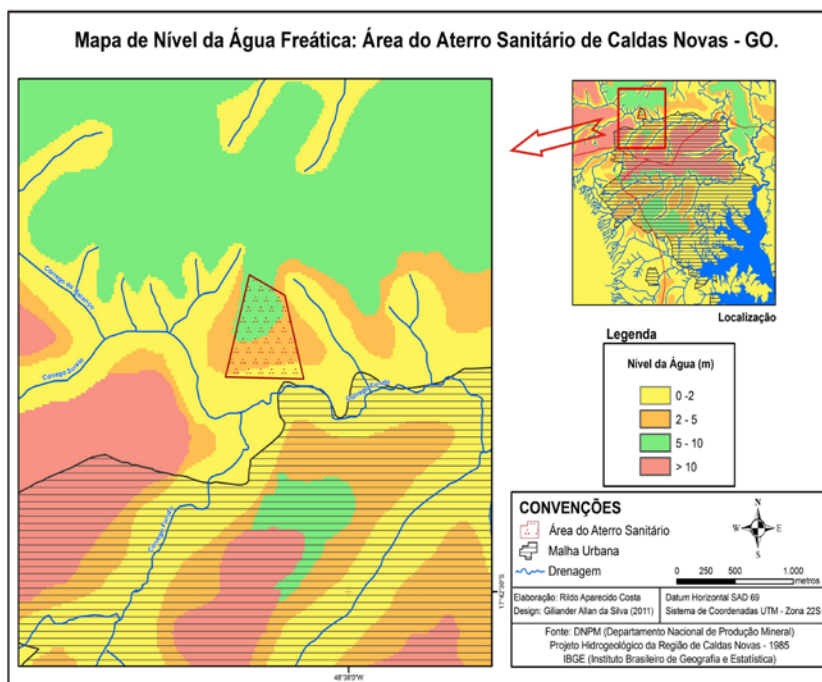


Figura 5: Mapa de Nível da Água Freática do Aterro Sanitário de Caldas Novas - GO.

e Piracanjuba e mais especificamente entre as Serras de Caldas Novas e Matinha, faz parte dos Dobramentos e Cavalgamentos Brasília. Sua localidade lhe confere aspectos morfológicos singulares na região, representados por uma depressão (depressão de Caldas Novas) que garante a termalidade de suas águas. A situação geográfica dessa área, localizada no setor periférico do Dobramento Brasília, determinou suas características estruturais, vinculadas tanto ao embasamento pré-cambriano como à história geológico-evolutiva.

Neste sentido, os principais problemas apresentados na área fazem menção aos riscos de contaminações da água freática, devido, principalmente, à pouca espessura dos materiais inconsolidados e à pouca profundidade da água freática. Além de estar localizado em uma área com fraturas e falhas geológicas.

O lixão de Caldas Novas deveria ser, portanto, desativado e proceder a uma escolha de outra área para sua instalação. Enquanto isto não ocorre, recomenda-se a adoção de medidas corretivas que evitem o risco de contaminação das águas freáticas e subterrânea (águas termais) tais como:

- Impermeabilização da base do aterro, com a finalidade de evitar a infiltração do chorume e o seu contato com as falhas geológicas;
- Drenagem do chorume e tratamento antes de devolvê-lo ao ambiente;
- Implantação de um sistema de monitoramento de contaminação do lençol freático;
- Esclarecer à comunidade o risco de contaminação da água, já que há populações nas proximidades do aterro e que utilizam água de cisternas.

Para as finalidades do presente estudo, é importante entender o fato de que as águas subterrâneas, principal fonte de geração de riquezas da cidade, configuram um sistema complexo e de difícil caracterização. Ademais, sua exploração se dá em áreas urbanas densamente povoadas. Tem sido quase nula a preocupação do poder público e da sociedade em geral com relação às inúmeras agressões humanas ao recurso hidrotermal e ambiental que são perpetradas constantemente, inconscientes da lei de ação e reação da natureza. Assim, a situação de risco é considerável.

Por fim, os documentos e correlações gerados neste trabalho, por apresentarem as características do meio físico, podem ser utilizados no auxílio ao planejamento ambiental urbano, visando à adequada disposição destes resíduos.

#### REFERÊNCIAS

ALFARO, F. M.; OYAGUE, P. R.

**Sistema Nacional de Información Ambiental.** Lima, 1997.

BARBOSA, M. et al. **A Reciclagem do Lixo como forma de Transformação Econômica e Proteção do Meio Ambiente em Caldas Novas, Caldas Novas.** UEG, 2002.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 248p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999, 256p.

COSTA, R. A. **Zoneamento Ambiental da Área de Expansão Urbana de Caldas Novas - GO: procedimentos e aplicações.** 216 f. Tese (Doutorado em Geografia e Gestão do Território). Instituto de Geografia, UFU. Uberlândia, 2008.

CUNHA, R. S. **Avaliação do desempenho ambiental de uma**

**indústria de processamento de alumínio.** Dissertação (Mestrado). Florianópolis: UFSC, 2001, 100p.

DEL GROSSI, S. R. **As características regionais da natureza.** De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

HAESBAERT, F. F. & COSTA, J. F. G. **Relatório técnico de áreas de proteção dos aquíferos termais da região de Caldas Novas e Rio Quente.** CPRM – Geocaldas. Caldas Novas, 2000.

KHURE, W. L. ISO 14031. **Environmental performance evaluation EPE.** New Jersey. Prentice Hall PTR, 1998.

KÖEPPEN, W. **Climatología.** México-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1948.

MENDONÇA, M. **Indicadores de qualidade e produtividade – como medir a qualidade e produtividade de qualquer processo organizacional.** Linkquality. 1997.

MERICO, L. F. K. **Proposta metodológica de avaliação do desenvolvimento econômico na região do Vale do Itajaí (SC) através de indicadores ambientais.** In.: Revista Dynamis. Blumenau, FURB. 5 v., (19): 59-67. 1997.

NISHIYAMA, L. **Procedimentos de Mapeamento Geotécnico com Base para análises e avaliações ambientais do meio físico em escala de 1:100.000 aplicação no município de Uberlândia – MG.** Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PENA, G. S. et al. **Projeto Goiânia II**. Relatório Final. Goiânia: DNPM/CPRM. 5v. 236 p. 1976.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas: métodos em questão**. São Paulo: IGUSP, (16): 1-52, 1977.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE - SUPREN, 91 p. 1977.

TURNER, A. K.; COFFMAN, D. M. Geology of Planning: a review of environmental geology. **Golden**, v.68, 1973.

ZUQUETTE, L. V. **Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras**. 1987. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

\_\_\_\_\_. **Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico**: fundamentos e guia para elaboração. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

# A educação ambiental como instrumento para a construção de uma sociedade ecológica

## The environmental education as an instrument to the ecological society construction

### RESUMO

A crise planetária, assim como sua faceta mais destacada – a crise ambiental, extrapola fronteiras políticas, sociais, econômicas e tem o poder de afetar toda a humanidade. A racionalidade ambiental implica a não somente minimizar os sintomas da crise planetária, mas atuar sobre aquilo que a gerou e a mantém: a cosmovisão distorcida oriunda do paradigma cartesiano-newtoniano. Junto a mudanças paradigmáticas, surge o imperativo da mudança da atual sociedade de consumo para uma sociedade ecológica, no sentido da ecologia profunda e da ecopsicologia. Nessa esfera, a educação ambiental tem papel de suma importância na construção dessa nova sociedade, guiada por valores como justiça, respeito, solidariedade e amor por todas as formas de vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** crise planetária; ecologia profunda; ecopsicologia; educação ambiental; sociedade ecológica.

### ABSTRACT

The planetary crisis, as well as its most outstanding facet - the environmental crisis - goes beyond political, social and economical boundaries and has the power to affect all of humanity. The environmental rationality implies not only to mitigate the symptoms of global crisis, but to act on what generated and maintain it: the distorted worldview derived from the Cartesian-Newtonian paradigm. Along the paradigm changes, comes the imperative of change of the current consumer society to an ecological society, in the sense of deep ecology and ecopsychology. In this sphere, environmental education has a role of paramount importance to construct this new society, guided by values, such as fairness, respect, solidarity and love for all forms of life.

**KEYWORDS:** planetary crisis; deep ecology; ecopsychology; environmental education; ecological society.

### Kelly Daiane Savariz Bôlla

Psicóloga, bolsista da CAPES, mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) e pesquisadora no Laboratório de Sociedade, Desenvolvimento e Meio Ambiente (LABSDMA) do PPGCA da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).  
E-mail: [kellybolla@hotmail.com](mailto:kellybolla@hotmail.com)

### Geraldo Milioli

Sociólogo, professor/ pesquisador e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) e do Laboratório de Sociedade, Desenvolvimento e Meio Ambiente (LABSDMA) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

## INTRODUÇÃO

Diante da complexa crise ambiental que se apresenta à humanidade sem fazer distinção à classe social, raça, credo ou cultura, emerge a necessidade urgente de refletir sobre suas causas e incidir sobre elas, não apenas sobre os seus sintomas, para que a espécie humana possa continuar habitando esse planeta rico e diverso em vida, a Terra.

Já não há tempo a desperdiçar. Já não é mais momento de relegar a segundo plano a dependência que todos os seres têm de um ambiente limpo, puro, preservado, equilibrado. Tampouco a economia pode prosseguir sua luta cega e desenfreada por crescimento, pois depende de um ambiente equilibrado para captação de recursos que mantêm sua geração de produtos e serviços. A crença de que o desenvolvimento econômico nos moldes dos países ricos poderia se expandir para todos as nações já caiu por terra. Celso Furtado apontava ainda em 1974 o que mais tarde não pôde mais ser negado por grandes economistas, como confirma Cavalcanti (2003): se o crescimento econômico existente nos países ricos se ampliasse para todos os países, o mundo entraria em colapso, pois se precisaria, para isso, de mais do que um planeta Terra para fornecer todos os recursos. Assim, crer que o crescimento econômico pode levar toda a humanidade ao progresso e à felicidade não é mais do que uma grande falácia. O que o crescimento econômico pode fazer e faz, é cada vez mais degradar o meio ambiente e o tecido social, pois só faz crescer a distância entre ricos e pobres, assegura Daly (2004).

Morin e Kern (1995) lembram que, embora não se saiba ao certo qual o futuro do planeta, se irá seguir a premonição dos pessimistas quanto a uma catastrófica degradação generalizada e irreversível da biosfera ou dos otimistas referente à auto-

regeneração do planeta, uma coisa é certa: não se pode continuar mantendo o mesmo estilo de vida predominante.

O sistema econômico dominante não apenas degrada o meio ambiente como também os ritmos naturais dos seres humanos que vivem nesse sistema de aceleração estressante (MORIN e KERN, 1995).

É urgente, portanto, a necessidade de um pensamento ecologizado e de novas alternativas em todas as esferas da sociedade. A maneira como o ser humano se relaciona com a natureza e, conseqüentemente, consigo mesmo, prescinde mudança, mas ela precisa acontecer, primeiramente, na subjetividade humana, ou seja, na forma como o ser humano se vê e percebe o mundo.

Nesse sentido, insere-se no cenário de instrumentos para a transição da depredadora sociedade de consumo para uma sociedade ecológica a importância de uma educação ambiental transformadora, que não somente aponte alternativas de minimizar os impactos desse estilo de vida como também incite a reflexão sobre a questão que se esconde atrás da crise ambiental: a crise da civilização. E, diante de tal complexidade, aja sobre ela buscando uma racionalidade, como propõe Leff (2001), um novo paradigma central, uma nova cosmovisão onde o ser humano se veja um ser pertencente à teia da vida conforme defende Capra (1997), e, portanto, busque o bem-estar próprio, dos seus semelhantes e do planeta como um todo holístico e integrado.

## CRISE PLANETÁRIA

A observação da realidade, acompanhada de uma reflexão crítica, permite deslumbrar uma complexa crise planetária. Embora sua faceta em maior evidência seja o aspecto ambiental, ela se estende pelas mais diversas esferas da vida

humana. Capra (2006) enfatiza que é uma crise complexa, multifacetada que pode levar a humanidade à ruína. Ela afeta “a saúde e o modo de vida, a qualidade do meio ambiente e das relações sociais, da economia, tecnologia e política. É uma crise de dimensões intelectuais, morais e espirituais [...]” (CAPRA, 2006, p. 19). Trevisol (2003) afirma que se está diante de problemas simultaneamente locais, regionais, nacionais e globais, que produzem e ampliam a crise global por estarem em uma rede de fatores interdependentes e mundiais.

As conhecidas crises econômica, social, ambiental se misturam com o crescente mal-estar da civilização evidenciado na crise de relacionamento, no abuso de drogas, no consumismo exagerado, na busca incessante por satisfação através da superficialidade, dos bens materiais, dos divertimentos vazios, que não satisfazem a verdadeira essência humana (MORIN e KERN, 1995).

Dentre todas as facetas da crise, a crise ecológica é a mais transnacional, visto que catástrofes e agressões à natureza cometidas em qualquer localidade do globo tendem a gerar efeitos, diretos ou indiretos, sobre larga parcela de seres humanos e ecossistemas (TREVISOL, 2003).

A crise ecológica teve suas características metanacional e planetária apontadas em 1969, quando iniciou a preocupação com os efeitos como: degradações de campos, bosques, lagos, rios, efeito estufa, decomposição da camada de ozônio estratosférica, buraco de ozônio na Antártida, excesso de ozônio na troposfera, desmatamento, envenenamento dos solos por pesticidas e fertilizantes, chuvas ácidas, desertificação, erosão, inundações, urbanização selvagem e em regiões ecologicamente frágeis (como as zonas costeiras), etc. (MORIN e KERN, 1995).

Embora discutidos há décadas, os sintomas da crise ambiental não param de se intensificar. Metade das florestas do



mundo que existiam em 1950 já foi destruída, a água potável já é um dos recursos naturais mais escassos e, a cada dia, 10 espécies de seres vivos entram em extinção (BOFF, 2009). A poluição lançada principalmente por indústrias e veículos de transporte tem acarretado mudanças climáticas significativas em todo o globo. De acordo com relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), constatou-se aumento nas temperaturas árticas médias em quase o dobro da taxa global média dos últimos 100 anos e aumento da atividade intensa dos ciclones tropicais no Atlântico Norte desde cerca de 1970. Concomitantemente, verificou-se aumentos das temperaturas da superfície do mar nos trópicos, da frequência dos eventos de precipitação extrema sobre a maior parte das áreas terrestres, além de mudanças generalizadas nas temperaturas extremas ao longo dos últimos 50 anos.

No cerne da questão, no entanto, é preciso perceber que “a crise ambiental não pode ser tematizada apenas enquanto fenômeno físico-natural externo à evolução das sociedades. A bem da verdade, não é a natureza que se encontra em desarmonia; é a própria sociedade” (TREVISOL, 2003, p. 64). Na base da crise ecológica, garante, está o modelo de desenvolvimento tecno-industrial, o que revela sua insustentabilidade.

Pautada em uma concepção de mundo reducionista, materialista, determinista proposta pelo paradigma cartesiano-newtoniano que guiou a ciência desde o século XVII, a sociedade buscou um desenvolvimento unilateral, com vistas apenas ao crescimento econômico ilimitado como meio para o progresso. (CAPRA, 2006).

Nesse processo, faltou à ciência econômica a percepção da sua relação com o não-econômico, com o contexto social, político e cultural, o que a tornou cega por não levar em conta suas perturbações e seu devir. Dessa maneira,

desregulada, a economia mundial cresce à custa de destruições e de prejuízos naturais, humanos, sociais, culturais e morais. Além da degradação da biosfera, o crescimento econômico mundial desregrado tem causado degradação da psicosfera, ou seja, das dimensões mental, afetiva e moral do ser humano, (MORIN e KERN, 1995), afetando sua saúde integral.

A união entre ciência, técnica e indústria apesar de ter alcançado em parte seu progresso unilateral, foi, em muitas instâncias, contrária ao bem-estar do planeta e de todas as formas de vida que nele se encontram. Morin (2005) aponta que a ciência não é somente elucidativa, enriquecedora e triunfante, como se mostra por conta de seus feitos, mas ambivalente, devido ao fato de seu vasto conhecimento também estar produzindo ameaça à permanência da humanidade na Terra. Desenvolveu-se cega, sem levar em conta as conseqüências de seus atos, sem consciência, como enfatiza o autor. Naess (apud BRAUN, 2005) aponta a falta de comprometimento da ciência com a vida quando, pautada numa visão de mundo distorcida, até a própria ecologia deixou de indagar que tipo de sociedade seria realmente adequada para melhor manter os diferentes tipos de ecossistemas existentes no planeta. Esqueceu-se que os seres humanos também são integrantes da natureza e, portanto, sua saúde em sua forma mais ampla, depende de um planeta equilibrado.

Para Boff (1998), o grande erro da humanidade foi sua ruptura da re-ligação universal, ou seja, acreditar que está separado de um todo maior. Assim: “não apenas rompe com Deus. Rompe com a comunidade humana, terrenal e cósmica. Ela é a causa secreta da violência do ser humano contra a natureza e seus semelhantes” (BOFF, 1998, p. 159). Por se ver separado de todas as coisas, independente de todos os seres, o homem não se responsabiliza pelos seus atos, não

desenvolve solidariedade, tampouco se preocupa com o bem-estar das alteridades.

Perante a crise planetária, emerge a necessidade de mudança de percepção da realidade, ou seja, um novo paradigma e, conseqüentemente, a transformação do relacionamento do ser humano consigo mesmo, com o outro e com a natureza como um todo.

## ECOLOGIA PROFUNDA E ECOPSIKOLOGIA

A ecologia profunda se mostra no cenário de crise planetária como uma base de sustentação filosófica para fundamentar a necessidade de um novo sentido para a relação entre ser humano e natureza, resgatando uma ligação profunda e espiritual.

A ecologia profunda é considerada atualmente um dos pilares ou uma das abordagens de um novo paradigma que está emergindo para desvelar uma nova cosmovisão, ou seja, uma maneira de se perceber a realidade que guia a ação do ser humano no mundo.

Diferentes abordagens integram esse novo paradigma, sobre o qual Capra (1998, p. 11) comenta: “o novo paradigma pode ser chamado de holístico, de ecológico ou de sistêmico, mas nenhum destes adjetivos o caracteriza completamente”. Soma-se ainda a esse conjunto de abordagens também a transdisciplinaridade.

Contrária ao antropocentrismo da ecologia rasa, a ecologia profunda entende os seres vivos como parte de uma grande e complexa teia: a teia da vida. Essa abordagem questiona inúmeros aspectos do velho paradigma como o crescimento materialista, o modo de vida moderno, suas perspectivas científicas e industriais e, sobretudo, propõe uma reflexão para que sejam revistos os relacionamentos dos seres humanos, uns com os outros, com as próximas gerações e com a

teia da vida, da qual todos são integrantes e interdependentes. (CAPRA, 1997).

A ecologia profunda resgata a consciência ecológica plena e está, portanto, em contraposição à visão da sociedade tecnocrata-industrial, onde o ser humano se coloca como ser superior às outras espécies.

Perceber o mundo de forma ecológica significa reconhecer a integração de todas as coisas que existem no planeta. John Munir – o criador do movimento ecológico – afirma: “cada vez que tentamos encarar uma única coisa de forma isolada descobrimos que ela está intimamente ligada a todo o resto do universo” (MUNIR apud AVELINE, 1999, p. 59).

A ecologia profunda atenta não só para a integração material do ser humano à natureza, como também para a dimensão vibracional e espiritual que une todos os seres, considerando também os fenômenos quânticos do dia-a-dia (BRAUN, 2005). A Terra, portanto, não é somente um ecossistema físico e biológico, mas também mental e emocional da humanidade (KOOT-HOOMI apud AVELINE, 1999). E por assim ser, as guerras e a destruição ambiental são o resultado, sobretudo, de conflitos psicológicos humanos, como a cobiça e a ignorância espiritual, assegura Karl Von Clausewitz (apud AVELINE, 1999).

Um dos princípios mais importantes da ecologia profunda é a equidade biocêntrica, que defende a igualdade de importância de todos os elementos da biosfera e que, deste modo, possuem o direito de viver e se desenvolver plenamente para alcançar sua própria forma individual e realização dentro do processo evolutivo (BRAUN, 2005).

Assim, a visão de mundo da ecologia profunda propõe um estilo de vida regulado pela harmonia com a natureza, equidade das espécies, simplicidade, reconhecimento da limitação dos recursos oferecidos pela Terra, uso de tecnologias apropriadas, reciclagem, reutilização,

descentralização da produção, entendimento da ciência como conhecimento importante, mas não dominante.

A característica central que define a ecologia profunda é a questão da urgência na mudança de valores, alicerçada em pensamentos ecocêntricos. “Quando essa percepção ecológica profunda torna-se parte de nossa consciência cotidiana, emerge um sistema de ética radicalmente novo” (CAPRA, 1997, p. 28).

O cerne da questão, portanto, é a necessidade de transformações profundas e urgentes primeiramente no modo como o ser humano percebe, compreende e sente o mundo, para, em seguida, poder mudar a maneira como se relaciona com o meio ambiente.

A ecopsicologia surge, nesse sentido, como um esforço interdisciplinar entre a Psicologia e a Ecologia para contribuir na discussão da relação entre homem e natureza.

Bilibio (2009) entende que uma psicologia centrada na ecologia é de grande importância tanto para psicólogos como para educadores. A relevância da integração entre a Psicologia e as Ciências da Sustentabilidade se mostra no fato de que, por trás de toda prática psicológica e educacional está uma visão de ser humano. A partir dessa concepção, entendem-se como saudáveis determinados comportamentos, reações, sentimentos, enquanto que outros são considerados disfuncionais, ou seja, prejudiciais ao ser humano. (Bilibio, 2009). Com uma orientação ecológica na compreensão do ser humano, entendendo-o como ser inter-relacionado e interdependente da natureza, passa-se a entender comportamentos contrários à natureza como também contrários à própria saúde integral do indivíduo. Baseado em Plotkin (2003), Bilibio (2009, p. 8) afirma:

No que diz respeito à natureza, a noção de interdependência foi sendo severamente perdida

durante a revolução industrial, e sua perda cresceu quanto mais avançávamos no processo de urbanização. Sua perda se expressa no sentimento de desconexão, ou a perda do senso de reciprocidade entre organismo e ambiente, sempre presente em comportamentos ambientalmente disfuncionais. O ambiente não é mais visto como algo vivo, uma verdadeira comunidade, mas como coisa que não serve para nada a não ser ceder lugar para algo que dê algum lucro. O estado de alienação induzido pela era lucro, mais aumenta quanto maior é a obsessão por este lucro, e quanto menores são os níveis de informação sobre a dinâmica ecológica dos ambientes naturais e a qualidade da experiência afetivo-existencial em comunhão com lugares selvagens.

Volpi, Floriani e Leszczynski (2008) lembram que o ser humano não somente é parte da natureza, mas é a natureza. Na perspectiva da Psicologia Corporal criada por Wilhelm Reich, a qual é abordada pelos autores para fazer interface com a Ecologia, organismo e natureza são manifestações da mesma energia: a energia vital ou orgone que existe em todas as coisas, por isso, tudo o que existe forma uma unidade. Essa energia, segundo Raknes (1988), não obedece às leis que regem energias anteriormente conhecidas, e sua quantidade e disposição nos seres humanos variam, conforme a vitalidade espontânea natural e os traços neuróticos.

A Psicologia Corporal, de acordo com Pucci Jr (2004), defende o pensamento funcional como base de suas pesquisas, teorias e métodos, que compreende a inter-relação entre mente e corpo, não através uma relação de causa e efeito, mas por meio de um princípio bioenergético, ou seja, através da energia vital ou energia orgone. Dessa maneira, propõe que a saúde de um organismo, concebido em sua unidade corpo-mente, depende do livre fluxo da energia vital. Reich (2003) assegurou, assim, que quanto menos neurótico for o ser humano, melhor será também sua relação

com a natureza, pois seus comportamentos serão pró-ativos à vida, ao livre fluxo de energia vital tanto em si quanto no mundo.

A crise ambiental é uma das expressões da crise da civilização atual, pois reflete muito da psiquê ocidental, assegura Bilibio (2009). Ela é o resultado de um comportamento de separatividade perante a natureza, de controle, subjugamento, além de, como bem coloca White (apud Bilibio, 2009), medo e satanização de tudo que é natural. Negou-se assim, juntamente com a natureza externa, também os próprios ritmos naturais dos seres humanos. Morin e Kern (1995) apontam para o ritmo acelerado e estressante com o qual os seres humanos mantêm suas vidas, pagando um alto preço por se afastarem de sua natureza. Atualmente, o uso de benzodiazepínicos e antidepressivos, fármacos direcionados ao tratamento de ansiedade e depressão respectivamente é alarmante, conforme Fernandes (2007). E, ainda que cada vez mais os problemas de saúde estejam crescendo, esse sistema social, com seus valores e comportamentos insustentáveis, continua a ser mantido sem muitos questionamentos por grande parte dos seres humanos.

A Ecopsicologia, nessa perspectiva, propõe, conforme Volpi, Floriani e Leszczynski (2008), o resgate da conexão entre homem e natureza por meio de uma educação libertadora, que sensibilize os seres humanos quanto às questões ambientais e leve a mudanças de valores e de comportamentos, buscando um desenvolvimento humano saudável que possa aproximá-lo de sua natureza interna, ou seja, de seus sentimentos e afetos, e, conseqüentemente, da natureza externa a ele.

## **EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA TRANSFORMADORA DA SOCIEDADE**

A educação ambiental surgiu nesse cenário de mudanças paradigmáticas frente às ameaças à saúde e qualidade de vida tanto dos seres humanos quanto de todos os seres do planeta, oriundas de um modo de vida insustentável, como um importante instrumento para a busca por controle e reversão da complexa crise planetária.

A educação ambiental é uma resposta crítica à crise da educação, pois, se a educação fosse integradora e abrangente, não necessitaria de adjetivos e a questão ambiental estaria intrínseca a todas as situações educativas (PADUA e SÁ, 2002).

O processo de implantação e desenvolvimento da educação ambiental no planeta se deu através de congressos e conferências internacionais ocorridos a partir da década de 1970. Movidas pela preocupação com o futuro do planeta e de todas as espécies que nele vivem, muitas pessoas e organizações passaram a exercer pressões políticas para alertar os dirigentes políticos e a população sobre a necessidade de proteger o mundo e colocar em prática uma educação voltada para as questões ambientais. Nesse contexto, surgiu a educação ambiental como resposta científica à educação tradicional, que representa a velha ordem social e econômica. (SOARES, 2003).

O marco inicial da educação ambiental é a Conferência de Estocolmo ou Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano realizado em Estocolmo (Suécia) em 1972, considerado de extrema importância para a conscientização da civilização contemporânea. Tratou, especialmente, da necessidade de a ciência, a tecnologia, a educação e a pesquisa trabalharem e se direcionarem à proteção ambiental, percebendo a necessidade de respeitar a capacidade de suporte da natureza. Depois deste, outros importantes eventos consolidaram e ampliaram a visão de educação

ambiental, como: o Encontro de Belgrado sobre Educação Ambiental, no ano de 1975 em Belgrado (Iugoslávia); a Conferência Intergovernamental sobre Educação em Tbilisi (URSS) em 1977; o Congresso Internacional em Educação e Formação Ambientais ocorrido na Rússia em 1987; a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Rio-92, na cidade do Rio de Janeiro em 1992; a Conferência Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, que aconteceu em Tessalônica (Grécia) em 1997. (SOARES, 2003).

Dentre os diversos conceitos de educação ambiental, pode-se entendê-la como “o aprendizado para compreender, apreciar, saber lidar e manter os sistemas ambientais em sua totalidade” ou ainda a “aprendizagem de como gerenciar e melhorar as relações entre a sociedade humana e o ambiente, de modo integrado e sustentável”. (São Paulo, 1997: 16). Nesse sentido, busca a resolução de problemas ambientais, o gerenciamento da relação entre economia e ambiente, além de informar os cidadãos sobre a complexidade do tema. Para isso, a educação ambiental atua na prevenção de danos, na implantação do reflorestamento e da reciclagem, na administração dos recursos naturais de modo eficiente, produtivo e sustentável. (São Paulo, 1997).

A meta da educação ambiental, de acordo com a Carta de Belgrado de 1975 (apud SÃO PAULO, 1997, p. 22) é:

Desenvolver um cidadão consciente do ambiente total, preocupado com os problemas associados a esse ambiente e que tenha o conhecimento, as atitudes, motivações, envolvimento e habilidades para trabalhar individual e coletivamente em busca de soluções para resolver os problemas atuais e prevenir os futuros.

No Brasil, a Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999 representa o reconhecimento nacional da importância da educação ambiental ao instituir a Política Nacional de Educação Ambiental. Aponta a educação ambiental como processos educativos formais e não-formais por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida e sustentabilidade. Esses processos educativos têm como alguns de seus princípios básicos o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade. A Política Nacional de Educação Ambiental envolve em sua esfera de ação, além dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, os órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e organizações não-governamentais com atuação em educação ambiental. (BRASIL, 1999).

Ao perceber a complexidade do ambiente, a lei brasileira de nº. 9795 define no inciso I do Artigo 5º do 1º Capítulo como um dos objetivos da educação ambiental: “o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (BRASIL, 1999).

A educação ambiental na perspectiva profunda tem objetivos muito mais pretensiosos do que meramente resolver problemas oriundos de um estilo de vida pautados em uma visão de mundo que separou homem e universo, rompendo com a ideia de ser humano integrado à natureza. A educação ambiental propõe a revisão

dos valores e comportamentos da sociedade, incitando profundas mudanças de percepção, valores e atitudes do indivíduo a respeito de si, do outro e da natureza por completo.

Floriani e Knechtel (2003) utilizam a denominação educação socioambiental e a designam como o um componente indispensável na reconstrução do sistema de relações entre as pessoas e, assim, possa promover uma nova relação entre a sociedade e o ambiente, valorizando o diálogo de saberes dos diversos tipos de conhecimento – científico, experiencial, tradicional, popular, etc. Esse diálogo dos saberes, defendido pela transdisciplinaridade, é indispensável para se chegar a um entendimento sobre ser humano e mundo aproximado da realidade, pois são objetos de estudo complexos e multifacetados.

A participação efetiva da sociedade na preservação do meio ambiente, no entanto, requer consciência; sem ela não há transformações. A educação ambiental comprometida, portanto, com verdadeiras mudanças de atitudes requer um trabalho de conscientização ambiental que perpassa obrigatoriamente pela visão holística de homem. (BRANCO, 2003).

A visão holística entende o ser humano como um ser de múltiplas dimensões - física, mental, psíquica, social, ambiental e espiritual que se inter-relacionam e influenciam-se mutuamente - integrado ao universo. (CAPRA, 2006). Essa abordagem compreende que tudo no universo está inter-relacionado, havendo uma dinâmica universal de relações que torna tudo interdependente. Os seres humanos e a natureza, portanto, mantêm uma relação de complementaridade, sendo que a perda do vínculo produz desequilíbrio e destrutividade a todos. (ARAÚJO, 1999).

A saúde integral do ser humano, ou seja, a saúde em sua mais ampla compreensão, que inclui as condições de bem-estar e

felicidade, é entendida pela visão holística como dependente da harmonia das dimensões física, mental, psicológica, emocional e espiritual com o ambiente social, econômico, natural e construído, físico, químico e psicológico.

Leonardo Boff (apud GADOTTI, 2008), um dos membros da Comissão da Carta da Terra, entende que a referida Carta é uma relevante contribuição para uma compreensão holística e integrada das questões ambientais. De acordo com ele, é com amor – a energia mais poderosa que existe no ser humano e no universo – que se precisa cuidar de todas as formas de vida.

Com uma visão de mundo e de ser humano holística, a educação ambiental pode ser um instrumento transformador. Mudanças paradigmáticas são imprescindíveis para a construção de um novo estilo de vida, que configure uma sociedade ecológica.

Diante da crise ambiental em que a humanidade se encontra, Leff (2001) entende que o saber ambiental se coloca como um processo de produção teórica e prática orientada pela utopia de construir um mundo sustentável, democrático, igualitário e que comporte a diversidade. Afirma que:

A questão ambiental problematiza as próprias bases da produção; aponta para a desconstrução do paradigma econômico da modernidade e para a construção de futuros possíveis, fundados nos limites das leis naturais, nos potenciais ecológicos, na produção de sentidos sociais e na criatividade humana. (LEFF, 2001, p 17).

Essa nova sociedade proposta pelos emergentes paradigmas ambientais, que envolvem a transdisciplinaridade e a visão holística, pode ser chamada de ecológica, no sentido da ecologia profunda sustentada pelas ideias de Fritjof Capra (2006; 2002; 1998; 1997), que, ao longo do desenvolvimento de suas obras, discute a questão paradigmática e

estabelece o conceito de ecologia como direcionamento para um novo modo de viver no planeta.

Partindo das contribuições do autor, infere-se que uma sociedade ecológica envolve sustentabilidade em seus múltiplos aspectos (ecológico, econômico, social, etc), sendo pautada na justiça, na ética, nos valores e no desenvolvimento integral dos seres humanos. Segundo a ideia de que a ecologia profunda “não separa os seres humanos da natureza e reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos” (CAPRA, 2002, p. 15), pode-se entender que uma sociedade ecológica buscará a sustentabilidade não apenas por saber do risco de extinção da espécie humana do planeta caso não se mude os rumos do desenvolvimento, mas sim defenderá a sustentabilidade ecológica pelo reconhecimento de que tudo o que existe na natureza tem valor intrínseco, e, por isso, preza pela ética da vida.

Paulo Freire (2000, p. 66-7) versando sobre a importância da conscientização e da ação ecológica, afirmou:

Urge que assumamos o dever de lutar pelos princípios éticos fundamentais como o respeito à vida dos seres humanos, à vida dos outros animais, à vida dos pássaros, à vida dos rios e das florestas. Não creio na amorosidade entre mulheres e homens, entre os seres humanos, se não nos tornarmos capazes de amar o mundo. A ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. Ela tem que estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico ou libertador [...]. Neste sentido me parece uma contradição lamentável fazer um discurso progressista, revolucionário, e ter uma prática negadora da vida. Prática poluidora do mar, das águas, dos campos, devastadoras das matas, destruidora das árvores, ameaçadora dos animais e das aves.

Nessa perspectiva holística e transdisciplinar da racionalidade ambiental, uma sociedade ecológica

não deve descuidar do ser humano, enquanto espécie da complexa teia da vida. Leff (2001), em sua visão de desenvolvimento sustentável, propõe que se transponha a preocupação apenas ecológica como algo externo ao ser humano, sugerindo uma racionalidade ambiental que implique em cuidado com a erradicação da pobreza, a satisfação das necessidades básicas da população, a qualidade de vida da humanidade, a valorização da diversidade étnica e cultural dos povos, a descentralização do poder, a preservação da diversidade dos modos de vidas, a autonomia e autogestão das comunidades e a pluralidade de modelos de desenvolvimento.

O movimento rumo à mudança de visão de mundo é, segundo Braun (2005) gradual, assim como os processos da natureza. O autor observa, por exemplo, que o percentual de pessoas que buscava o crescimento interior em contraposição ao prestígio social e econômico era de 1% em 1980, mas que esse índice cresceu para 29% em 2000.

A sociedade ecológica firma-se em princípios éticos da racionalidade ambiental e seus primeiros passos podem ser vistos nas práticas alternativas realizadas nos mais diversos locais do planeta, como: ecovilas, comunidades sustentáveis, práticas alternativas em saúde corporal e cura, permacultura, dinheiro alternativo, uso de energia alternativa, alimentação natural, busca por maior e melhor relacionamento coletivo e a disseminação de uma nova visão espiritual, mais aproximada das novas abordagens científicas como visão holística, sistêmica, ecologia profunda, física quântica e transdisciplinaridade.

Uma educação ambiental voltada à transformação social requer, portanto, que se transponham normas e preceitos impostos e aceitos pelo mundo globalizado técnico e produtivo. Isso inclui estar atento às armadilhas

ideológicas e psicológicas da mídia e da propaganda, que exerce grande poder na construção e desenvolvimento das subjetividades e das identidades individuais e coletivas. (PADUA e SÁ, 2002).

Com uma visão holística, a educação ambiental constrói um ensino inovador, onde a intuição e razão se unem, a criatividade é estimulada para que aumente o potencial transformador dos indivíduos, visando a construção de um mundo ético, justo, solidário e que respeite a vida (PADUA e SÁ, 2002).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade da vida na Terra prescinde que a humanidade adote a sustentabilidade como princípio fundamental de sua gestão ambiental. Para isso, necessita-se que o ser humano compreenda que completa com outras espécies um sistema dinâmico e perceba a importância do equilíbrio do ambiente também para sua saúde integral.

Embora os efeitos da crise ambiental estejam alertando a crise planetária ou civilizacional há tempos, poucas tem sido as mudanças de atitude perante o mundo. Portanto, é urgente a necessidade de uma educação ambiental transformadora, que, com uma visão holística e transdisciplinar, leve à conscientização do lugar do ser humano no mundo e na natureza para que se construa uma sociedade ecológica.

Essa sociedade fundamenta-se no novo paradigma que agrega a ecologia profunda, a ecopsicologia, a visão holística, sistêmica, a física quântica e a transdisciplinaridade e tem como princípios a ética, o respeito e a solidariedade para com todas as formas de vida. Visa a sustentabilidade, mas não por antropocentrismo, mas por compreender a inter-relação e a interdependência de toda a teia da

vida. Embora vista como utopia, Leff (2001) defende que não há transformações sem utopias.

É com a utopia de construir um mundo melhor que a educação ambiental torna-se um verdadeiro instrumento de transformação, rumo a uma sociedade ecológica, incitando a reflexão para que o ser humano inaugure um novo ser e viver no planeta.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Miguel Almir J. **Abordagem holística na educação.** *Sitientibus*, Feira de Santana, n.21, p.159-176, jul./dez.1999. Disponível em: <[http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/21/abordagem\\_holistica\\_na\\_educacao.pdf](http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/21/abordagem_holistica_na_educacao.pdf)> Acesso em: 30 mar.2009.
- AVELINE, Carlos Cardoso. **A vida secreta da natureza: uma iniciação à ecologia profunda.** Blumenau: Ed. Da FURB, 1999, p.133.
- BILIBIO, Marco Aurélio. **Ecopsicologia, ecologia profunda e educação ambiental.** Rev. Recaminho. Brasília, 2009. p.8-11. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00001264.pdf#page=6>> Acesso em: 3 mar.2011.
- BOFF, Leonardo. **Ecologia & capitalismo: simplesmente incompatíveis.** Revista Beija-flor, Curitiba/PR, ano 4, p.8-9, out. 2009.
- \_\_\_\_\_. **A águia e a galinha, o simbólico e o dia-bólico na construção do humano.** In: BOFF, Leonardo. *O despertar da águia: o dia-bólico e o simbólico na construção da realidade.* 17ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998, p.124-163.
- BRANCO, Sandra. **Educação ambiental: metodologia e prática de ensino.** Rio de Janeiro: Dunya, 2003. p. 11-15.
- BRASIL. **Lei nº.9795, de 27 de abril de 1999.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm)> Acesso em: 28 jan.2011.
- BRAUN, Ricardo. **Novos paradigmas ambientais: desenvolvimento ao ponto sustentável.** 2.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005, p. 182.
- CAPRA, Fritjof. **Ecologia profunda – um novo paradigma.** In: *A Teia da Vida.* São Paulo: Cultrix. 1997, p. 23-29.
- \_\_\_\_\_. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável.** São Paulo: Cultrix, 2002, p. 296.
- \_\_\_\_\_. **O ponto de mutação.** 26. ed. São Paulo: Cultrix, 2006, p. 447.
- CAPRA, Fritjof.; STEINDL-RAST, David.; MATUS, Thomas. **Pertencendo ao universo: explorações nas fronteiras da ciência e da espiritualidade.** 10. ed. São Paulo: Cultrix/Amana, 1998, p. 193.
- CAVALCANTI, Clóvis. **Meio ambiente, Celso Furtado e o Desenvolvimento como Falácia.** Ambiente & Sociedade, v. 5, n. 2, p. 73-84, jan./jul. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v5n2/a05v5n2.pdf> Acesso em abr. 2010.
- DALY, Herman. E. **Crescimento sustentável? Não, obrigado.** Ambiente & Sociedade (on line), v. 7, n. 2, p. 197-202, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24695.pdf>>. Acesso em: nov. 2009.
- FERNANDES, Waldemar José. **Reflexões sobre meu trabalho com psiquiatria dinâmica.** Vínculo [on line], dez. 2007, vol.4, no.4, p.58-69. Disponível em: <[http://scielo.bvs-psi.org.br/scielo.php?pid=S1806-24902007000100007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.bvs-psi.org.br/scielo.php?pid=S1806-24902007000100007&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em: 04 abr.2009.
- FLORIANI, Dimas; KNECHTEL, Maria do Rosário. **Educação sócio-ambiental.** In: \_\_\_\_\_. *Educação ambiental, epistemologia e metodologia.* Curitiba: Vicentina, 2003, p.33-56.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos.** São Paulo: Unesp, 2000.
- GADOTTI, Moacir. **Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2008.
- IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudanças do Clima. **Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas.** 4. Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima, Paris, fev. 2007.
- LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** 3ª ed. Vozes. 2001, p. 495.
- MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. **A agonia planetária.** In: MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. *Terra-Pátria.* Porto Alegre: Sulina, 1995. p. 69-103.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência.** 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, p. 344.
- PADUA, Suzana Machado; SÁ, Lais Mourão. **O papel da educação ambiental nas mudanças paradigmáticas da atualidade.** R. paran. *Desenv.*, Curitiba, n. 102, p.71-83, jan./jun. 2002. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/pdf/revista\\_PR/102/suzana.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/revista_PR/102/suzana.pdf)> Acesso em: 03 mar.2011.
- PUCI JR, Alberto. **O estudo da relação mente e corpo segundo o pensamento funcional de Wilhelm Reich.** In: CONVENÇÃO BRASIL LATINO AMÉRICA, CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOTERAPIAS CORPORAIS. 1., 4., 9., Foz do Iguaçu.

Anais... Centro Reichiano, p.1-6, 2004. Disponível em: <<http://www.centroreichiano.com.br/artigos/anais/Alberto%20Pucci%20unior.pdf>> acesso: 02nov.2008.

RAKNES, Ola. **Wilhelm Reich e a Orgonomia**. São Paulo: Summus, 1988, p. 131.

REICH, Wilhelm. **O éter, deus e o diabo; A superposição cósmica**. São Paulo: Martins Fontes, 2003, p .334.

RIO DE JANEIRO. Subsecretaria de ações e serviços de saúde. Coordenação de programas de saúde mental. 2006 – Ano da promoção do uso racional de benzodiazepínicos. **Boletim Uso Racional de Psicofármacos**. Ano 1, vol. 1, p.1-6, abr./jun. 2006. Disponível em: <[http://www.saude.rio.rj.gov.br/servidor/media/info\\_psifar\\_v001\\_a01.pdf](http://www.saude.rio.rj.gov.br/servidor/media/info_psifar_v001_a01.pdf)> Acesso em: 04 abr.2009.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Conceitos para se fazer educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: A Secretaria, 1997, p. 16-23.

SOARES, André Geraldo. **A natureza, a cultura e eu: ambientalismo e transformação social**. Blumenau: Edifurb; Itajaí: Ed. da Univali, 2003, p. 163.

TREVISOL, Joviles Vitório. **A educação ambiental em uma sociedade de risco: tarefas e desafios na construção da sustentabilidade**. Joaçaba: UNOESC, 2003, p.63-89.

VOLPI, José Henrique; FLORIANI, Dimas; LESZCZYNSKI, Sonia Ana C. **Ecopsicologia: Fundamentos epistemológicos de uma ciência interdisciplinar**. In: ENCONTRO PARANAENSE, CONGRESSO BRASILEIRO, CONVENÇÃO BRASIL/LATINO-AMÉRICA, XIII, VIII, II, 2008. *Anais...* Curitiba: Centro Reichiano, 2008. CD-ROM. [ISBN – 978-85-87691-13-2]. Disponível em: [www.centroreichiano.com.br](http://www.centroreichiano.com.br). Acesso em: 4 mar.2011.

# Comportamento Humano e Problemática Socioambiental sob o enfoque da Ética da Responsabilidade de Hans Jonas

## RESUMO

Este artigo traz a reflexão sobre a mudança do comportamento humano frente à problemática socioambiental, tendo como categoria de análise a ética da responsabilidade de Hans Jonas e sua proposta de mudança deste comportamento a partir da adoção do princípio da responsabilidade e da utilização do método pedagógico da heurística do medo. Infere-se, a partir desta reflexão que o ser humano possui a capacidade de desejar e escolher quer individualmente ou coletivamente o seu destino e da humanidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ética da Responsabilidade, Comportamento humano, Problemática socioambiental.

## ABSTRACT

This article reflects on the change in human behavior in the face of problematic social-environment, as a of category of analysis using the ethic of responsibility by Hans Jonas and his proposal to change behavior by adopting of the principle of responsibility and the use teaching method and the heuristic of fear. It is inferred, finally, from this reflection the human being has the desire and ability to choice individually or collectively, for their fate and humanity.

**KEY-WORDS:** Ethic of Responsibility, human behavior, socio-environmental issue.

## Afonso Vieira

Psicólogo e Especialista em Administração; Mestrando em Organizações e Desenvolvimento pela FAE – Centro Universitário Franciscano.  
E-mail: [studiocompasso@gmail.com](mailto:studiocompasso@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

“Se é que existe um caminho melhor, ele consiste em olhar de frente para o pior”

Thomas Hardy

Não podemos fechar os olhos e tapar os ouvidos diante dos dramas que assolam a nossa casa, o Planeta Terra, e seus habitantes. Problemas que lançam a todos grandes desafios, principalmente se tratando da desigualdade social e destruição ambiental. Compreender no século XXI o processo da globalização de uma noção de desenvolvimento fundamentada na racionalidade econômica e na expansão do industrialismo, é compreender o impacto deste processo sobre nossas vidas. Há, no bojo desta noção de desenvolvimento um processo crescente de racionalização da vida, e conseqüente perda da capacidade de reflexão sobre seus problemas inerentes, tais como sociais e ambientais.

As projeções dos especialistas para as próximas décadas não são nada animadoras para esses dois dramas e dentre as soluções possíveis cabe à sociedade refletir sobre uma outra noção de desenvolvimento, cujo o adjetivo sustentável não esteja atrelado apenas à noção de economia vulgar (POLANYI, 1994). Para garantir a nossa sobrevivência com certa

qualidade de vida, é certo que problemas como alimentação da população, disponibilidade de matérias-primas e de energia, garantia de emprego e renda, estão na ordem do dia. Mas estão associados a outras questões igualmente importantes como, controle de natalidade, garantia de bom envelhecimento da população, políticas de reciclagem, tecnologia eficiente, justa jornada de trabalho e assim segue a lista. O desafio é lançado a todos, como diz Morin (2003), *homosapiensapiensdemis*. Cabe um esforço coletivo, com todas as organizações, governo, sociedade civil, comunidade científica, pois as resposta que daremos a esses desafios afetará toda a humanidade, quer positivamente ou negativamente.

Diamond (2007) em livro intitulado “O Colapso”, alerta que o fracasso de uma sociedade pode recair sobre povos periféricos em áreas frágeis, mas também sobre sociedades avançadas e criativas. E da lista da estrutura dos cinco fatores para a compreensão de colapsos sociais e ambientais, elencados por Diamond, que se verifica que em todos encontram-se o comportamento destruidor do homem.

O primeiro desses fatores é o dano ambiental, que pode, em princípio, envolver tanto a excepcional imprudência dos povos, as fragilidades excepcionais de alguns aspectos de seu meio ambiente, ou ambos ao mesmo tempo. O segundo

fator é o da mudança climática, isto é, a conjugação do impacto ambiental aliado à mudança climática. O terceiro fator, está relacionado à vizinhança hostil, ou seja, as relações com sociedades vizinhas poderia ser intermitentes ou cronicamente hostis. Uma sociedade poderia se proteger de seus inimigos desde que essa fosse forte, e sucumbir quando enfraquecesse por qualquer motivo, incluindo dano ambiental. A causa imediata do colapso neste caso seria conquista militar, mas a causa definitiva, o fator cuja mudança levou ao colapso, teria sido o fator que provocou o enfraquecimento. Deste modo, colapsos causados por motivos ecológicos ou por outros motivos são mascarados por derrotas militares. O quarto fator é o de ter parceiros comerciais amistosos, pois a diminuição do apoio de vizinhos amistosos e aumento de ataques de vizinhos hostis podem ou não se mostrar significativos para uma sociedade em particular. E por fim, o quinto fator é da respostas da sociedade aos seus problemas ambientais. Sociedades diferentes respondem de modo diferente a problemas semelhantes. E a resposta da sociedade a um problema depende de suas instituições políticas, econômicas e sociais, como também dos valores que compõem a cultura. Tais instituições e valores afetam o modo como as sociedades resolvem, ou tentam resolver seus problemas, e, que por isso, se mostra significativo. (DIAMOND, 2007).

Diamond deixa também a pergunta sobre o que se pode fazer para evitar a destruição do Planeta. E na perspectiva de compreender o comportamento do indivíduo em seu ambiente, no sentido de responder a essas questões humano-ambientais, refletindo não uma crise ambiental, mas uma crise das pessoas nos ambientes, ou seja, socioambiental. Segundo afirmam Fernandes e Sampaio (2008, p. 89):

“é possível afirmar que a natureza não tem problemas e, se os tem, são inerentes a sua dinâmica e resolvidos por ela. A definição de problemática ambiental, portanto, é uma definição diretamente ligada às atividades sociais que incidem sobre a natureza”.

Ainda nas palavras de Fernandes e Sampaio (2008, p.89), “desequilíbrio social e ambiental têm a mesma origem” portanto são interconectados. Nessa perspectiva é possível afirmar que não é a natureza que amedronta o homem, mas sim a intervenção do homem enquanto sociedade que traz efeitos não controláveis tanto sobre a natureza, como sobre os próprios membros da sociedade, efeitos que apesar já apresentarem dimensões globais com prejuízos socialmente bastante perceptíveis, não causa ainda grande preocupação social e

sensibilizam muito pouco, sendo esse tipo de preocupação frequentemente preterida em relação a outras “mais objetivas” normalmente relacionadas à noção de desenvolvimento corrente em que a economia é o elemento central.

Diante deste fenômeno a questão que emerge é como sensibilizar a sociedade, como um todo para a possibilidade de um colapso no futuro, advindo dos impactos da noção atual de desenvolvimento? Não como possibilidade de resposta absoluta, mas como exercício de reflexão este ensaio busca construir uma aproximação entre a necessária mudança de comportamento frente problemática socioambiental, tendo como princípio norteador a ética da responsabilidade proposta por Hans Jonas<sup>1</sup> (2006)

---

<sup>1</sup> Hans Jonas nasceu em Mönchengladback, na Alemanha em 1903. É de origem judia e sua formação inicial é humanística na área de teologia e filosofia. Há três momentos marcantes de sua formação filosófica. O primeiro tem início em 1921 quando, frequenta na Universidade de Freiburg as aulas de Martin Heidegger; o segundo momento na sua vida intelectual ocorre em 1966 com a publicação de "The Phenomenon of Life, Toward a Philosophical Biology"; o terceiro e culminante momento de sua vida intelectual onde busca pelas bases de uma nova ética, uma ética da responsabilidade onde se torna a sua meta. Em 1979 publica "Das Prinzip Verantwortung - Versuch einer Ethic

como mudança de comportamento a partir da adoção do princípio da responsabilidade e da utilização do método pedagógico da heurística do medo presente no ser humano em relação ao contexto no qual se vive.

## IMPERATIVO ÉTICO

Jonas (2006) em “O princípio Responsabilidade” propõe ao pensamento e ao comportamento humano uma nova ética, pois a ética tradicional funda-se apenas dentro dos limites do ser humano e despreza a natureza, enquanto contexto. Sua proposta, portanto, é de novo imperativo ético: “Age de tal maneira que os efeitos de tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma vida humana autêntica”, ou formulando negativamente, “não ponhas em perigo a continuidade indefinida da humanidade na Terra”.

Essa ética não se apresenta como uma realidade visível, mas se presencia como um chamado sensato que pede paciência, prudência e equilíbrio.

---

für die Technologische Zivilisation" (“em português: O princípio Responsabilidade” – *Ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*). Também escreveu outros livros traduzidos para o português como: O princípio vida, Memórias, e Poder o impotência de la subjetividad (título em espanhol).

A este chamado Jonas nomeia de Princípio de Responsabilidade.

Já na apresentação do livro, Maria Clara Lucchetti destaca que:

“para que haja responsabilidade é preciso existir um sujeito consciente. Contudo, o imperativo tecnológico elimina a consciência, elimina o sujeito, elimina a liberdade em proveito de um determinismo” (JONAS, 2006 p. 18). Na mesma direção Fernandes (2008, p. 5) indica “que quanto mais à racionalidade se desloca da consciência subjetiva e se instala em automatismos e suportes materiais -como o dinheiro, o próprio processo produtivo e a [tecnologia] -, tanto mais o indivíduo corre o risco de se esvaziar de suas prerrogativas, mediante a formalização das relações”.

Para Jonas o *Homo faber* está acima do *homo sapiens* o que faz que a tecnologia assuma um significado ético ocupando um lugar central na subjetividade relativo aos fins da vida humana, como um fim e não como um meio cobrado pela necessidade. E ainda que “o homem atual é cada vez mais produtor daquilo que ele produziu e o feitor daquilo que ele

pode fazer” (JONAS, 2006, p. 44), ocasionado, principalmente, segundo afirma Illich (1976, p. 23), que “o domínio do homem sobre a ferramenta foi substituído pelo domínio da ferramenta sobre o homem”.

Se a esfera do produzir invadiu o espaço do agir essencial provocando a violação da natureza, Jonas propõe então que a moralidade deve invadir a esfera do produzir, da qual ela se mantinha afastada anteriormente. Ainda que as formas tradicionais de ação moral e ética devam continuar existindo, a responsabilidade diante de um futuro indefinido precisa de ações mais efetivas. Diante dos novos fenômenos tecnológicos, a política e a ação coletiva passam para o centro da ética da responsabilidade, pois não se “pode evitar que o meu agir afete o destino de outros, portanto arriscar aquilo que é meu significa sempre arriscar também algo que pertence a outro, e sobre o qual, a rigor, não tenho nenhum direito” (JONAS, 2006 p.84). Ainda nas palavras de Jonas: “o novo imperativo está endereçado muito mais à política pública que à conduta privada” (Jonas 2006, pg., 48).

Para Jonas devido ao abuso do homem no domínio sobre a natureza, causando sua destruição, lhe faculta uma relação de responsabilidade com a natureza, haja vista que ela está sobre o seu poder. Eisler fala do “poder letal da espada” – o poder

de tirar, em vez de dar a vida, o poder definitivo para estabelecer e impor a dominação (EISLER, 2003).

Eisler enfatiza que hoje nos encontramos em outro ponto de bifurcação potencialmente decisivo: numa época em que “o poder letal da espada” — amplificado um milhão de vezes pelos megatons das ogivas nucleares — ameaça pôr um fim a toda a cultura humana, as novas descobertas sobre as histórias modernas e antigas.

Portanto para Jonas, estando o homem em relação com a natureza, se faz necessário superar a ética antropocêntrica e se filiar a uma ética que contemple também a natureza. Por isso a responsabilidade na ética deve ser vista na articulação de duas realidades: uma subjetiva – a do sujeito – e uma objetiva – a da ação do sujeito. Para essa responsabilidade existe um arquétipo de todo agir responsável que a natureza implantou solidamente em nós (ou em parte da humanidade que procria) que é o dever para com a posteridade relacionada à responsabilidade de precaução e assistência para com os filhos. (JONAS, 2006 p. 89-90).

Posto isto, pode-se então repensar a noção de desenvolvimento predominante na sociedade atual e optar por um estilo de desenvolvimento que possa contemplar na sua agenda, como estratégia, a sustentabilidade, ou seja, um

desenvolvimento sustentável, um desenvolvimento responsável, que aja na direção da garantia na disponibilidade dos recursos naturais, que respeite os limites da biosfera e que reduza, em curto prazo, e erradique em longo prazo, a pobreza em nível mundial.

Um desenvolvimento que concilie resultados econômicos, sociais com a conservação ambiental. Desenvolvimento este definido pelo relatório de Brundtland como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades básicas e as aspirações de bem estar da população do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Aqui observa-se o sentido de responsabilidade. Este relatório, segundo Cortez (2009 p. 33), parte de uma visão complexa das causas dos problemas sócio-econômico-ambiental da sociedade global e que sublinha a interligação entre economia, tecnologia, sociedade e política, chamando também a atenção para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade tanto entre as gerações, quanto entre os membros contemporâneos da sociedade atual.

Diante da responsabilidade de pensar nas gerações futuras pode-se falar numa ética imperativa de que deve haver de qualquer maneira um futuro (de tal ou tal feito) com situações futuras extrapoláveis do homem e do

mundo que devem ser submetidas ao julgamento da ética, dos princípios. Com isso Jonas se pergunta como o conhecimento de algo mais afastado, partilhado por poucos, poderá influenciar a ação de muitos?

Ele sugere então uma Heurística<sup>2</sup> do medo: na busca de uma ética da responsabilidade em longo prazo, cuja presença ainda não se detecta no plano real, nos auxilia antes de tudo a previsão de uma deformação do homem, que nos revela aquilo que queremos preservar no conceito de homem. Precisamos da ameaça à imagem humana, para, com o “pavor gerado”, afirmarmos uma imagem humana autêntica, pois enquanto

---

<sup>2</sup> A **heurística** (do grego **εὐρίσκω**, *heurísko*, literalmente "descubro" ou "acho") é uma parte da epistemologia e do método científico. A etimologia da palavra *heurística* é a mesma que a palavra *eureka*, cuja exclamação se atribui a Arquimedes no conhecido episódio da descoberta de como medir o volume de um objeto irregular utilizando água. A palavra *heurística* aparece em mais de uma categoria gramatical. Quando usada como substantivo, identifica a *arte ou a ciência do descobrimento*, uma disciplina suscetível de ser investigada formalmente. Quando aparece como adjetivo, refere-se a coisas mais concretas, como *estratégias heurísticas*, *regras heurísticas* ou *silogismos e conclusões heurísticas*. Naturalmente que estes usos estão intimamente relacionados já que a *heurística* usualmente propõe *estratégias heurísticas*, que guiam o descobrimento.

(Cf: Wikipédia online)

o perigo for desconhecido não se saberá o que há para se proteger e porque devemos fazê-lo. O saber se origina daquilo contra o que devemos nos proteger. Só sabemos o que está em jogo quando sabemos que isto ou aquilo está em jogo. Pois o reconhecimento do *malum* é infinitamente mais fácil do que o do *bonum*, é mais imediato, mais urgente, bem menos exposto a diferenças de opinião e não é procurado, ou seja, nos impõe a sua simples presença. Não duvidamos do mal quando com ele nos deparamos; mas só temos certeza do bem, na maioria das vezes, quando dele nos desviamos. O que nós não queremos, sabemos muito antes do que aquilo que queremos. Por isso para investigar o que realmente valorizamos, a filosofia da moral tem de consultar o nosso medo antes do nosso desejo. Mas como aprendemos a conhecer o nosso desejo? Para Jonas é quando tenho que temer por uma situação que me falta (JONAS, 2006 p70-71).

Gasset (1991) em “meditação sobre a técnica”, afirma que o homem por querer viver sente necessidade, logo este viver se torna a necessidade originária pelo qual as outras necessidades são decorrentes. E tudo que lhe é negativo, que lhe pode atentar contra sua vida, que lhe pode faltar, desencadeia uma necessidade e lhe mobiliza para a busca do atendimento de satisfação dessa necessidade.

Levin (1973) em sua teoria de campo também, explica que todos os fatos ou acontecimentos que acontecem conosco tem uma valência, um valor e podem ser chamados de necessidades e que irão afetar nossa região intrapessoal. Uma situação de falta gera na região intrapessoal uma tensão ou liberação de energia que resulta no aparecimento de uma necessidade. Necessidade aqui pode ser uma situação psicológica, o desejo de alguma coisa ou a intenção de fazer algo (LEVIN, 1973). Diante disto pode-se dizer que a heurística do medo sugerida por Jonas pode, portanto, gerar tensão na região intrapessoal do sujeito desencadeando um movimento.

Jonas (1996 p. 72) propõe como o primeiro dever da ética do futuro a de visualizar os efeitos de longo prazo, isto é, o que deve ser temido ainda não foi experimentado, assim o *malum* imaginado deve aqui assumir o papel do *malum* experimentado, e como esta representação não acontece automaticamente ela deve ser produzida intencionalmente. Portanto produzir tal pensamento a fim de obter uma projeção desse futuro torna-se um primeiro dever da ética que buscamos.

Mas como o *malum* imaginado não sendo o meu, não produz o medo da mesma forma automática como faz o *malum* que eu experimento e que me ameaça pessoalmente, um

segundo dever se torna necessário, que seria o de mobilizar o sentimento adequado à representação. Devemos ter a disposição para se deixar afetar, (ainda que só na imaginação) - o ser humano, dentro de uma "normalidade" é sempre afetado pelas coisas que acontecem ao seu redor, pois somos seres afetivos – pelo destino futuro do homem e do planeta, quer de salvação ou desgraça. Há de se adotar uma atitude de "temor", não do tipo "patológico", mas um temor de tipo espiritual, que, como resultado de uma atitude deliberada, é nossa própria obra (JONAS, 2006).

Segundo Jonas há uma insegurança das projeções futuras, pois não sabemos do que devemos nos proteger no futuro, fato que as relações causais na ordem social e na biosfera, desafiam qualquer cálculo. Porém o conhecimento descoberto pode ser suficiente para a doutrina dos princípios e o saber sobre possibilidades, mesmo sendo insuficientes pra previsões poderá ser suficiente para os fins da casuística heurística. Realizar experimentos de pensamento hipotéticos como "se tal coisa é feita, então tal coisa acontece" é da mudança de "um se para um então (então tal coisa pode suceder) podem se tornar visíveis à imaginação como possibilidades e como conteúdo". Assim, a simples possibilidade fornece a necessidade, e a reflexão sobre o possível, plenamente desenvolvida na imaginação,

oferece o novo acesso à verdade (Jonas, 2006 p. 74). Por isso se deva dar mais ouvidos à profecia da desgraça ao invés á profecia da salvação.

Podemos também correlacionar o pensamento de Victor Frankl (1987) com essa teoria quando este autor desenvolve a tese do "otimismo trágico" no sentido da pessoa apesar de estar envolto sob os aspectos da existência humana da dor, culpa e morte, pode permanecer otimista. E isto é possível conservando a vida no seu sentido potencial, dizendo sim a vida apesar de tudo. Isso se faz transformando criativamente os aspectos negativos da vida em algo positivo ou construtivo, ou seja, transformando o sofrimento numa conquista e numa realização humana; retirando da culpa a oportunidade de mudar a si mesmo para melhor e fazendo da transitoriedade da vida um incentivo para realizar ações responsáveis. Ele também em sua teoria psicológica utiliza um padrão de comportamento denominado "hiperintensão", para dizer que se consegue um comportamento real e efetivo quando há uma "razão para", um sentido para (ser ou fazer algo). Por vezes a pessoa tem o suficiente com que viver, porém lhe falta um porque viver. A heurística do medo pode ser também aqui, a geradora de sentido no comportamento da pessoa humana.

Segundo Frankl há três caminhos para encontrar um sentido na vida: criar um trabalho ou fazer uma ação; experimentar algo ou encontrar alguém – no amor -; e a capacidade de transformar a tragédia em triunfo, de mudar-se a si mesma. Pode se encontrar o sentido e ele estão disponíveis apesar do – não, através do – sofrimento, da desgraça (FRANKL, 1987, p,157-159).

No caso da possibilidade de um colapso a qual eu tenha a chance de sobreviver, preciso estar vivo para presenciar isso, portanto tenho a responsabilidade de sobreviver.

Há importância em sentir-se responsável por aquilo que fazemos – não retirar a culpa.

A vida é feita de instantes de morte e esses instantes nunca voltam e esta transitoriedade da vida nos desafia a fazer o melhor uso possível de cada momento dela.

#### **GUISA DE UMA CONCLUSÃO**

Ao se falar da problemática socioambiental, de possíveis colapsos civilizatórios, de choques entre homem e natureza, não há intenção de pregar o catastrofismo. Essas situações mostram que nossos problemas crescentes e globais são em grande parte a consequência lógica de um modelo dominador de organização social em nosso nível

de desenvolvimento tecnológico – daí não poderem ser resolvidos apenas dentro dele. Mas elas também nos mostram existir outras possibilidades, pelas quais, como coautores de nossa própria evolução, ainda é possível optar por outras alternativas de abertura de caminho: em vez da destruição, através de novos rumos na estruturação da política, economia, ciência e espiritualidade, poderemos passar a uma nova era em um mundo de parceria (EISLER, 2003).

O desafio é grande, mas conforme salienta Frankl (1987) tendo como base a Ética de Espinosa, especificamente a passagem “tudo que é grande é tão difícil de compreender quanto de encontrar”; motivo pelo qual aqueles que ousam lutar por grandes projetos, acabam sendo uma minoria. No entanto, há atualmente um grande desafio que é de cada ser humano juntar-se a essa minoria, porque se o mundo está numa situação ruim, tudo pode piorar ainda mais se cada um não fizer o melhor que pode.

Para Levy (1990):

“uma faculdade de desejar, de conceber imaginariamente os fins ou sentidos da vida humana e de viver objetivamente para esses fins ou sentidos”.

Ser autônomo, assim, é saber governar a vida em si mesma pela ordem do desejo, ou

pela ordem ética, pois a vida na carência quer material ou de sentido ético, “podem se constituir como fatores degenerativos da condição humana” (LEVY, 1990, p.156).

Portanto, resta o alerta duplo feito Frankl, (1987, p. 165):

“desde Auschwitz nós sabemos do que o ser humano é capaz e desde Hiroshima nós sabemos o que está em jogo”.

Se o gatilho do revólver colocado em nossa cabeça já foi puxado e é apenas questão de tempo para ela nos atingir, há ainda a esperança de que a bala possa ser de borracha ou haja a possibilidade de desviarmos de sua direção. Em última análise, esta escolha depende de nós: Caos ou transformação.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAVALCANTI, C. (Org.) Desenvolvimento e Natureza. 5ª ed. – São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2009.

DIAMOND, J. O Colapso: Como as Sociedades Escolhem o Fracasso ou o Sucesso. 5ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

EISLER, R. O Cálice e a Espada - nossa história, nosso futuro. Rio de Janeiro: Palas Atenas, 2008.

MORIN, E. Uma ciência com consciência. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

FERNANDES, V. A racionalização da vida como processo histórico: crítica à racionalidade econômica e ao industrialismo. Cadernos EBAPE. BR, v. 6, nº 3, Set. 2008.

ORTEGA Y.; GASSET, J. Meditação sobre a técnica. [tradução de José Francisco Pinto de Almeida Oliveira]. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1991.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 18, p. 87-94, jul./dez. 2008. Editora UFPR.

POLANI, K. El sustento del hombre. Barcelona: Mondadori, 1994.

WIKIPÉDIA ONLINE,  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Heur%C3%ADstica>.

FRANKL, V. E. Em busca de Sentido: Um psicólogo no campo de concentração. Porto alegre: Sulina, 1987.

JONAS, H. O Princípio da Responsabilidade: ensaio de uma ética para uma civilização tecnológica – Rio de Janeiro: contraponto: Ed. PUC –Rio, 2006.

KURT, L. Princípios de Psicologia Topológica. São Paulo: Cultrix, 1973.

LEVY, N. O Desejo/organizador Adauto Novaes. – São Paulo: companhia das Letras; [Rio de Janeiro]: Funarte, 1990.

# *Regulamentação do tratamento de resíduos infectantes em serviços de saúde: uma revisão da literatura*

## *Regulation for the treatment of infectious waste: a review of the literature*

### RESUMO

O presente artigo apresenta uma descrição de trabalhos científicos, legislações, resoluções e documentos técnicos sobre a obrigatoriedade de tratamento dos Resíduos Infectantes de Serviços de Saúde, visando identificar critérios técnicos no controle de qualidade dos processos relativos à efetividade de redução da carga microbiana e a padronização para o descarte de material biológico, na ausência de tecnologias de tratamento. Os dados foram coletados entre 1986-2010, registrados nas seguintes bases de dados: BIREME, CAPES, *PubMed*, *Scielo*, CDC, OPAS, Ministério da Saúde, ANVISA, ABNT e CONAMA. De uma forma geral, percebe-se a recomendação para o tratamento de frações infectantes por Incineração e Autoclave, destacando-se ainda a existência de orientações normativas sobre a definição de escolhas tecnológicas de menor custo e de fácil controle operacional.

**Palavras-chave:** resíduos infectantes de serviços de saúde, gerenciamento de resíduos, legislação sanitária, saúde pública

### ABSTRACT

This paper describes scientific studies, legislation, resolutions and technical documents on the compulsory treatment of infectious waste, in a manner that allows the identification of technical criteria in quality control of processes in relation to their effectiveness in reducing the bacterial load and the standardization of disposal of biological material in the absence of treatment technologies. The data were collected from **1986 to 2010** and were registered in the following databases: BIREME, CAPES, *PubMed*, *Scielo*, CDC, OPAS, Ministry of Health, ANVISA, ABNT and CONAMA. In general, it was recommended that the treatment of the infectious waste by incineration or autoclaving, and emphasizing the existence of the norms on the treatment of this waste with the aim of defining the choices of technologies with low cost and ease of use.

**Keywords:** infectious waste, waste management, legislation, public health

Laboratório de Patologia e Biologia Molecular, Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz. Rua Waldemar Falcão, 121, Candeal, 40296-710, Salvador, Bahia, Brasil. Fone/Fax: 55-71-3176-2289.

### Aída Cristina do Nascimento

#### Silva

Doutora em Saúde Pública/Instituto de Saúde Coletiva - ISC/UFBA, Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz (CPqGM) – Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ –Bahia.  
E-mail: aidanasci@hotmail.com

### José Jorge Souza Carvalho

Doutor em Geologia, Professor Titular e Presidente da Fundação Visconde de Cairu/Centro de Pesquisa e Pós-Graduação Visconde de Cairu.

### Luís Américo Silva Bonfim

Doutor em Ciências Sociais, Professor Titular da Fundação Visconde de Cairu/Centro de Pesquisa e Pós-Graduação Visconde de Cairu.

### Antônio Carlos Ribeiro da Silva

Doutor em Educação, Professor Titular da Universidade Federal da Bahia e Fundação Visconde de Cairu/Centro de Pesquisa e Pós-Graduação Visconde de Cairu.

### Eduardo Luiz Andrade Mota

Pós-Doutorado em Epidemiologia na University of North Carolina-Chapel Hill, Professor Titular da Universidade Federal da Bahia, Instituto de Saúde Coletiva.

### Mitermayer Galvão dos Reis

Pós-Doutorado em Ciências Biológicas pela Harvard School of Public Health, Pesquisador Titular e Diretor do Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz (CPqGM) – Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ –Bahia.



## INTRODUÇÃO

Atualmente, com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei n.º 12305/2010 (BRASIL, 2010), e das normas nacionais sobre o gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - RSS, tem-se a padronização das orientações técnicas quanto à obrigatoriedade do tratamento prévio das frações infectantes dos RSS, antes do seu descarte final (ANVISA e CONAMA, 2005), no entanto, o gerenciamento desses resíduos, no Brasil, não é adotado integralmente, nas suas etapas de execução, pelos serviços de saúde e sistemas de gestão estaduais e municipais.

A regulamentação sobre o gerenciamento de RSS contempla as normas federais, estaduais e municipais específicas, e ainda dispositivos e resoluções de diferentes órgãos das esferas de governo. No nível federal, a normatização técnica que regulamenta estes resíduos, na área de saúde, é baseada nas determinações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que vem editando resoluções orientadoras para os serviços de saúde, em conformidade com as determinações do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No contexto atualizado, a PNRS – Lei n.º 12305/2010 (BRASIL, 2010) estabelece de forma convergente às diretrizes relativas à gestão dos RSS, e ainda na classificação dos resíduos sólidos, cita-se os RSS, com a sua definição de acordo com as normas estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de vigilância sanitária.

No que se refere à regulação sanitária sobre RSS, a ANVISA publicou a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n.º 306/2004 (ANVISA, 2004), que considera os serviços de saúde como os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, desde o momento de

sua geração até a disposição final; e classifica esses resíduos em cinco grupos – Grupo A (resíduos com possível presença de agentes biológicos, e podem apresentar risco de infecção, denominados resíduos infectantes), Grupo B (resíduos contendo substâncias químicas), Grupo C (rejeitos radioativos ou contaminados com radionuclídeos), Grupo D (materiais equiparados aos resíduos domiciliares) e Grupo E (materiais perfurocortantes ou escarificantes).

Em função dos diferentes posicionamentos técnicos sobre a periculosidade e os riscos associados aos RSS, a RDC n.º 306/2004 já vêm determinando como diretriz obrigatória o tratamento prévio de resíduos ou materiais biológicos (Grupo A) gerados nos estabelecimentos de saúde, como culturas e estoques de microrganismos, antes de deixarem a unidade geradora, com o objetivo de reduzir ou eliminar a carga microbiana, e assim minimizar o risco de infecção associado a estes materiais. Esta Resolução determina, ainda, a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) pelo estabelecimento gerador; este plano deve obedecer a critérios pertinentes à legislação ambiental, aos serviços locais de limpeza urbana e outros critérios estabelecidos, a exemplo das rotinas e processos definidos pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH).

A Resolução CONAMA n.º 358/2005 (CONAMA, 2005) dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos RSS, com a proposta de regulamentar o gerenciamento desses resíduos no Brasil com os órgãos federais, estaduais e municipais de meio ambiente, de saúde e de limpeza urbana. Esta orientação normativa também classifica os RSS em cinco grupos, já anteriormente descritos, de acordo com a RDC n.º 306/2004, e ainda orienta quanto à obrigatoriedade de tratamento dos resíduos do grupo A antes de sua disposição final. Já a

ABNT, por meio da NBR 12807/93 (ABNT, 1993) (em revisão), define os RSS como aqueles gerados em serviços de saúde, que, por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, apresentam risco potencial à saúde pública.

Verifica-se que, mesmo com a existência de legislação atualizada e de normas técnicas padronizadas sobre o tratamento das frações infectantes dos RSS, ocorrem simplificações nos modelos de gerenciamento destas frações nos estados e municípios brasileiros. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico- PNSB (ano de referência 2008), realizada pela Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE, no Brasil, 2.569 municípios depositam os RSS em valas sépticas (células para disposição final localizadas em aterros de resíduos comuns), e apenas uma pequena percentagem de municípios utiliza alguma forma de tratamento térmico (incinerador, autoclave e microondas). Ainda com a problemática do sistema de gerenciamento das frações infectantes dos RSS no país, tem-se que 61,1% dos estabelecimentos dispõem os resíduos em vazadouros ou aterros em conjunto com os demais resíduos, enquanto 24,1% informaram dispor os RSS em aterros específicos para resíduos especiais (IBGE, 2011).

Neste sentido, dada a importância deste tema, buscou-se com este estudo fazer um levantamento da produção técnica e científica sobre as alternativas de tratamento das frações infectantes geradas nos serviços de saúde, com o intuito de identificar os critérios técnicos no controle de qualidade dos processos relativos à efetividade de redução da carga microbiana e a padronização recomendada para o descarte de material biológico, na ausência de tecnologias de tratamento.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura de trabalhos científicos, normas e documentos técnicos nacionais e internacionais sobre as alternativas de tratamento das frações infectantes (Grupo A) geradas nos serviços de saúde.

A pesquisa bibliográfica contemplou as seguintes fases: primeiramente, houve uma aproximação com o material coletado, no sentido de verificar a sua apropriação como fonte de estudo. Foi realizada uma leitura individual de cada resumo, verificando a sua pertinência. Os resumos que mantinham relação com o objetivo da pesquisa foram catalogados, fazendo-se uma ordenação por título, tipo de publicação e periódico, país e data de publicação e área da publicação. No caso das dissertações e teses, estas foram ordenadas conforme o título, instituição, área de publicação e data. Os resumos que não continham relação com o estudo em questão foram descartados. Na fase seguinte, o acervo documental passou por uma leitura ainda mais criteriosa, a fim de extrair-se dos resumos a temática principal e sua vinculação, especialmente com a área de resíduos de serviços de saúde ou similar conceituação. Uma vez realizado o levantamento temático, foi possível fazer uma categorização dos documentos, levando-se em consideração, a saber: publicações técnicas e governamentais, artigos científicos, e demais resumos. Esta categorização originou tabelas que permitiram fazer uma análise e discussão sobre a literatura pertinente.

A coleta de dados foi realizada através de busca bibliográfica na base de dados: BIREME, CAPES, *PubMed*, *Scielo* (*Scientific Eletronic Library Online*), CDC, OPAS, Ministério da Saúde, ANVISA, ABNT e CONAMA, analisando-se estudos e documentos

datados entre 1986-2010, para verificar as antigas experiências e temáticas mais recentes sobre RSS.

A estratégia de busca utilizada foi com base nos seguintes descritores, e no *link*, em inglês: regulamentação (*regulation*), legislação (*legislation*), gerenciamento (*management*), tratamento (*treatment*), descarte (*disposal*), resíduos hospitalares (*hospital waste*), resíduos de serviços de saúde (*medical waste*), resíduos sólidos infectantes (*infectious solid waste*), resíduos infectantes (*infectious waste*), resíduos clínicos (*clinical waste*). Outra forma de pesquisa utilizada na complementação de informações foi à citação de referências por outros autores como relatórios, teses, dissertações publicadas no Brasil e documentos eletrônicos divulgados na internet sobre o referido assunto.

Um dos critérios de inclusão foi à qualidade dos trabalhos, baseada na fonte de publicação e a interpretação dos resultados. Destaca-se que, foram excluídos trabalhos científicos e documentos técnicos publicados em idiomas diferentes do português, inglês e espanhol.

Os trabalhos científicos, legislações e documentos técnicos têm como desfecho à descrição das alternativas tecnológicas mais recomendadas para o tratamento das frações infectantes dos RSS adotadas no Brasil.

## RESULTADOS

Foram localizados 27 artigos, 158 trabalhos científicos, 26 trabalhos técnicos e 09 normas nacionais e internacionais sobre o tema em questão (Tabela 1), sendo que a maioria das referências indica a utilização da esterilização térmica (Incineração e Autoclave) no tratamento das frações infectantes. Dos 158 trabalhos científicos, 131 foram identificados apenas no portal

da CAPES (Teses de Doutorado e Dissertações de Mestrado), onde as escolhas dos resumos foram baseadas nos critérios de inclusão e descritores adotados nessa pesquisa, sendo excluídas as publicações científicas em duplicidade. Na Tabela 2, são apresentadas as temáticas abordadas nas publicações técnicas sobre a Gestão dos RSS, publicadas no portal da CAPES, a partir dos descritores utilizados nesta pesquisa, tendo como quantitativo amostral, os documentos citados na Tabela 1.

Cabendo citar ainda que, os resultados são também apresentados em tópicos abordando inicialmente as principais regulamentações nacionais e internacionais sobre RSS (Tabela 3), uma visão geral dos modelos de gerenciamento das frações infectantes dos RSS adotados no Brasil, e, finalmente, o gerenciamento destes resíduos e sua relação com marcos regulatórios e recomendações técnicas.

## PRINCIPAIS REGULAMENTAÇÕES SOBRE RSS

Dentre as orientações normativas nacionais sobre os RSS, adota-se a PNRS/Lei n.º 12305/2010 (BRASIL, 2010), em convergência com a Resolução n.º 306 da ANVISA (ANVISA, 2004) e a Resolução n.º 358 do CONAMA (CONAMA, 2005). E no que se refere às classificações internacionais são comumente citadas a da Organização Mundial da Saúde (OPAS, 1997; NAVARRO, RODRIGUEZ, AVIA & IBÁNEZ, 2009; PRÜS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; ZABALA, 2007) e a da *Environmental Protection Agency* – EPA (EPA, 1989).

De forma ilustrativa, a Tabela 3 apresenta a cronologia da regulamentação sobre RSS, no Brasil, considerando as posturas relativas às questões ambientais e de saúde no gerenciamento destes resíduos.

**Tabela 1** - Resultados da Pesquisa Bibliográfica sobre o Tema Frações Infectantes dos Resíduos de Serviços de Saúde, no período de 1986 a 2010

<b>Tipos de Publicação</b>	<b>N.º de Artigos, Trabalhos Técnicos e Legislações</b>
<b>Artigos científicos (conforme critérios de inclusão)</b>	<b>27</b>
Artigos descrevendo a opinião de especialistas	2
Artigos sobre gerenciamento de RSS	25
<b>Trabalhos científicos (Bireme e Capes)</b>	<b>158</b>
Teses de Doutorado	27
Dissertações de Mestrado (Capes)	131
<b>Trabalhos técnicos</b>	<b>26</b>
Relatórios Técnicos (Autores diversos, OMS, OPS, WHO, EPA)	23
Apresentações em Seminários e Congressos	3
<b>Legislações</b>	<b>10</b>
Normas internacionais (PRÜSS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; ZABALA, 2007; EPA, 1989; CDC, 2005; WHO, 1983)	5
Normas nacionais (ANVISA, 2004; CONAMA, 2005; ABNT, 1993)	4
Ato Normativo (BRASIL, 2010)	1
<b>Total</b>	<b>221</b>

**Tabela 2** - Temáticas abordadas nas publicações técnicas sobre Gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde, no Brasil, publicadas no portal da CAPES, no período de 1986 a 2010 (com base nos descritores adotados neste trabalho)

<b>Categorias</b>	<b>Número de Publicações</b>	<b>Frequência (%)</b>
Regulamentação dos Resíduos de Serviços de Saúde	6	0,73
Legislação Sanitária sobre Resíduos de Serviços de Saúde	2	0,24
Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde	115	14,0
Resíduos Hospitalares	164	19,9
Resíduos de Serviços de Saúde	196	23,8
Resíduos Sólidos Infectantes	19	2,3
Resíduos Infectantes (Parcelas Infectantes de RSS)	40	4,9
Resíduos Clínicos	189	23,0
Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde	79	9,6
Descarte de Resíduos de Serviços de Saúde	13	1,6
<b>Total</b>	<b>823</b>	<b>100</b>

**Tabela 3** - Cronologia da Regulamentação Nacional sobre Resíduos de Serviços de Saúde

<b>Ano da Publicação</b>	<b>Autoria</b>	<b>Legislação</b>
1954	Ministério da Saúde	Lei n.º 2312 dispõe sobre a coleta, transporte e o destino final do lixo.
1976	Ministério do Interior	Portaria n.º 231 determina a responsabilidade dos municípios quanto à instalação de incineradores para os resíduos gerados em serviços de saúde.
1977	Ministério da Saúde	Portaria n.º 400 recomenda posturas públicas municipais relativas ao tratamento de resíduos sólidos (uso de incineradores para frações sépticas).
1977	Ministério do Meio Ambiente	Lei n.º 6453 fixa a responsabilidade dos impactos causados pela deposição de resíduos perigosos de serviços de saúde no ambiente.
1979	Ministério do Interior	Portaria n.º 53 estabelece normas para o tratamento e disposição de resíduos sólidos.
1980	Presidência da	Lei Federal n.º 6803 estabelece normas e padrões sobre

	República	construção e instalação de serviços de saúde e prevê o tratamento de resíduos sólidos.
1981	Ministério do Meio Ambiente	Lei n.º 6938 estabelece, entre outros, a imposição de penalidades legais aos serviços de saúde pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos por prestadores de serviços terceirizados.
1985	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)	CNEN n.º 19 determina a gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas.
1998	Presidência da República	Constituição Federal – Artigo n.º 225 institucionalizou as ferramentas AIA e EIA-RIMA ao prever a necessidade de estudo de implantação de qualquer atividade passível de degradação do meio ambiente.

1993	Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Resolução CONAMA n.º 5 define os procedimentos de gerenciamento de resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde, portos e aeroportos; desobriga a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde.
1993	Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	NBR 12807 - Resíduos de Serviços de Saúde: Conceito (em Revisão).
1993	Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	NBR 12808 - Resíduos de Serviços de Saúde: Classificação (em Revisão).
1998	Presidência da República	Lei 9605 determina a aplicação de penalidade, dentre outras, o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos
2001	Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Resolução CONAMA n.º 283 dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde.
2003	Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA	RDC n.º 33 dispõe sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em serviços de saúde. (revogada)
2004	Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA	RDC n.º 306 dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
2005	Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Resolução CONAMA n.º 358 dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
2010	Presidência da República	Lei n.º 1230 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências.

Fonte: Adaptado de Carramenha (CARRAMENHA,2005)

## MODELOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INFECTANTES

No Brasil, as propostas de gerenciamento dos RSS, em especial das frações infectantes, têm-se fundamentado em padrões

estabelecidos em países como Estados Unidos (EUA), França e Japão. A adoção de uma política cautelosa e de alternativas de tratamento desses resíduos está diretamente associada às diferentes frações consideradas perigosas,

patogênicas, entre outras denominações, e que exigem procedimentos especiais (FERREIRA, 1995). Verifica-se que o modelo de gerenciamento dos RSS, principalmente para as frações infectantes, tem como prioridade a

adoção crescente de sistemas específicos de tratamento e disposição final, e não a concepção gerencial de **tecnologias ambientais** ou **tecnologias limpas**<sup>1</sup>.

A tomada de decisão nos EUA quanto à adoção de gerenciamento específico para os RSS considerados como perigosos, teve seu marco referencial, dada à ocorrência, no verão de 1988, de seringas, agulhas, bolsas de sangue usadas e material de curativos descartados nas suas regiões costeiras (COLLINS & KENEDY, 1992; FERREIRA, 2000; RUTALA & WEBER, 1991). Embora não tenha sido encontrado nenhum agravo significativo à saúde pública associados aos RSS, os EUA decidiram regulamentar procedimentos para algumas frações específicas desses resíduos (EPA, 1989).

Para alguns autores (COLLINS & KENEDY, 1992; FERREIRA, 1999; RUTALA, ODETE & SANSA, 1989), a adoção de gerenciamento diferenciado para os RSS gerados deve estar direcionada às frações específicas, particularmente os perfurocortantes, que estão associados ao risco da transmissão de infecção ou ferimentos, ao lesionar a pele íntegra. Contudo, há proposições de tecnologias de tratamentos diferenciadas para os RSS bastante difundidas nos países desenvolvidos, principalmente nos EUA, e que servem como modelo para o gerenciamento desses resíduos no Brasil (NAVARRO, RODRIGUEZ, PAVÍA & IBÁNEZ, 2009; ZABALA, 2007; MACHADO & MORAES, 2004).

Rutala e Weber (RUTALA & WEBER, 1991) e Rutala e Mayhall (RUTALA & MAYHALL, 1992) afirmam que, no ano de 1992, a maioria das unidades hospitalares americanas adotava comumente a incineração

para as frações infectantes, esterilização a vapor (Autoclave) para os resíduos microbiológicos era utilizada em quase um terço (1/3) dos hospitais dos EUA, sendo que um quarto (1/4) destes estabelecimentos adotava o sistema de esgotos para os resíduos líquidos perigosos gerados (sangue de pacientes e outros fluídos corporais), e essas parcelas tratadas, previamente, por procedimentos químicos. Simultaneamente, a maioria dos estados americanos, baseada em regulamentos restritivos para os resíduos hospitalares produzidos, aumentava o volume desses resíduos a serem obrigatoriamente tratados; e ainda aplicava restrições em relação à disposição em aterros sem tratamento, dada a existência de microrganismos patogênicos.

O Programa de Ambiente das Nações Unidas – UNEP (UNEP, 1999) salienta em 1999 que, a disposição em aterros, desses resíduos não tratados, considerando também as frações com agentes patogênicos, deve ser realizada com critérios de engenharia e segurança adequados de forma a prevenir riscos à saúde dos trabalhadores.

No Brasil, o predomínio dos modelos de tratamento dos RSS implantados nos países desenvolvidos é encontrado em alguns municípios das grandes capitais (Brasília, São Paulo, Salvador) e centros urbanos, onde se utilizam desde as usinas de incineração até a adoção das práticas de minimização, reutilização e reciclagem para os resíduos de saúde gerados (FERREIRA, 2000; MACHADO & MORAES, 2004; VENTURA, REIS & TAKAYANAGUI, 2010).

Cabe salientar que, a adoção do modelo de gerenciamento, no Brasil, deve levar em consideração as limitações de recursos financeiros para implantação de técnicas de tratamento, a reduzida capacitação técnica para operação dessas alternativas, e ainda, unidades de saúde que desconhecem a quantidade e a composição dos resíduos gerados, e podem elevar a

parcela de frações infectantes de RSS direcionadas ao tratamento e a destinação final, favorecendo questões reflexivas sobre a real situação dos riscos à saúde pública e ao ambiente. Observa-se também que, para alguns municípios, a possibilidade de negligenciar a destinação dos RSS não é remota, e certamente a falta ou o gerenciamento inadequado impliquem no descarte das frações perigosas desses resíduos diretamente no solo, dispostas conjuntamente com os resíduos comuns.

#### GERENCIAMENTO DOS RSS E SUAS INFECTANTES

A regulamentação sobre o tratamento de RSS, e suas frações infectantes, está relacionada ao risco de patogenicidade e periculosidade dos resíduos gerados em estabelecimentos de saúde. Em função deste aspecto, as proposições de gerenciamento destes resíduos têm por objetivo a definição de tecnologias de tratamento que busquem a redução ou inativação da carga microbiana, de forma a proporcionar aos resíduos um encaminhamento seguro, do ponto de vista ambiental e de saúde.

Na revisão dos normativos nacionais (BRASIL, 2010; ANVISA, 2004; CONAMA, 2005; BRASIL, 2002) e internacionais (PRÜS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; ZABALA, 2007; EPA, 1989; CDC, 2005; WHO, 1983) sobre as tecnologias de tratamento dos resíduos infectantes, apresentadas neste estudo, houve a identificação de aspectos conceituais, dos critérios recomendados para efetividade de redução da carga microbiana e da padronização recomendada na ausência da adoção das tecnologias de tratamento (Quadro 1).

<sup>1</sup> O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA conceitua **tecnologias ambientais** ou **tecnologias limpas** como aplicação, de forma contínua, de uma estratégia ambiental aos processos e produtos, visando prevenir a geração de resíduos e minimizar o uso de matérias-primas e energia, a fim de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano.

QUADRO 1. Síntese das Alternativas de Tratamento das Frações Infectantes dos Resíduos de Serviços de Saúde, de acordo com Marcos Regulatórios Nacionais e Internacionais

Autor	Classificação dos RSS (Resíduos ou Frações Infectantes)	Conceito	Tipo de Tratamento Recomendado	Critérios Recomendados para Efetividade de Redução da Carga Microbiana	Padronização Recomendada na Ausência da Adoção das Tecnologias de Tratamento
<b>Nacional</b>					
PNRS/Lei n.º 12305/2010 (BRASIL, 2010)	Define a Classificação dos Resíduos de serviços de saúde	Resíduos que são os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas do Meio Ambiente e da Vigilância Sanitária	Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada: tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos	-	O plano de gerenciamento de resíduos sólidos é parte integrante do processo de licenciamento do empreendimento ou atividade
ANVISA (RDC n.º 306/2004) (ANVISA, 2008)	Grupo A (sub-grupo A1) (resíduos infectantes)	Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção	Uso de Autoclave	Controles Químicos e Biológicos periódicos devidamente registrados	Estes resíduos não podem deixar a unidade geradora sem tratamento prévio
<b>Nacional</b>					
CONAMA (Resolução nº. 358/2005) (CONAMA, 2005)	Grupo A (sub-grupo A1) (resíduos infectantes)	Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção	Uso de Autoclave	Monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no licenciamento ambiental	Os resíduos devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de RSS
MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL, 2002)	Materiais Biológicos	Resíduos provenientes de manipulação de secreção respiratória	Descontaminação por Hipoclorito de Sódio 2% e posterior Esterilização em Autoclave	Controles Químicos e Biológicos periódicos	---
<b>Autor</b>	<b>Classificação dos RSS</b>	<b>Conceito</b>	<b>Tipo de Tratamento Recomendado</b>	<b>Critérios Recomendados para Efetividade de Redução da Carga Microbiana</b>	<b>Padronização Recomendada na Ausência da Adoção das de Tecnologias de Tratamento</b>
<b>Internacional</b>					
WHO (PRÚS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; ZABALA, 2007; WHO, 1983)	Resíduos Infectantes ou Patológicos	Resíduos com suspeita de conter agentes patogênicos	Incineração, Autoclave e Desinfecção química (Hipoclorito de Sódio 2-12%)	Monitoramento dos poluentes (incinerador), Adequação às propriedades físicas e químicas do produto (Hipoclorito de Sódio) e monitoramento dos parâmetros químicos e biológicos	Utilização de aterros com critérios técnicos adequados, dada à existência de microrganismos patogênicos
CDC (CDC, 2005)	Resíduos de Serviços de Saúde (Medical Waste)	Resíduos que representam potencial risco de infecção durante o manuseio e disposição.	Incineração e Autoclave (Mais recentemente tem sido utilizado materiais biológicos em imersão química – Hipoclorito de Sódio 5,25%-6,15%)	Monitoramento de acordo com parâmetros químicos e biológicos, de forma periódica	---
EPA (EPA, 1989)	Resíduos Patológicos	Resíduos que contém agentes patogênicos e, portanto, são perigosos à saúde humana	Incineração e Autoclave	Monitoramento de acordo com parâmetros químicos e biológicos, de forma periódica	Utilização de aterros com critérios técnicos adequados, dada à existência de microrganismos patogênicos

WHO – World Health Organization; CDC – Center of Disease Control; EPA – Environmental Protection Agency

## DISCUSSÃO

A análise da literatura sobre as alternativas de tratamento das frações infectantes geradas nos serviços de saúde mostra uma visão do modelo de gerenciamento mais adotado, nos regulamentos técnicos nacionais e internacionais, bem como a identificação de algumas limitações na utilização das tecnologias de tratamento para estes resíduos.

De uma forma geral, observa-se o respeitável acervo da literatura científica sobre o tema dada a importância do gerenciamento de RSS no que se refere à contaminação ambiental e humana (CARRAMENHA, 2005; COAD, 1992; FERREIRA, 1995; MACHADO & MORAES, 2004; RUTALA & WEBWE, 1991; SILVA, BERNARDES, MORAES & PARENTE DOS REIS, 2002). Comparando os artigos e marcos regulatórios, verifica-se a recomendação significativa quanto ao uso de processos de esterilização térmica – Incineração e Autoclave, dado o amparo destas escolhas tecnológicas nas normas sobre RSS (ANVISA, 2004; CONAMA, 2005; OPAS, 1997; CDC, 2005). No entanto, as referências nacionais (FERREIRA, 1995; MACHADO & MORAES, 2004; SILVA, BERNARDES, MORAES & PARENTE DOS REIS, 2002; GARCIA & ZANETTI—RAMOS, 2004) apontam a dificuldade da maioria dos municípios brasileiros e estabelecimentos de saúde na adoção destas tecnologias de forma a cumprir as exigências legais, considerando, inclusive, o custo na implantação e manutenção destes sistemas de tratamento.

Um ponto importante a ser discutido refere-se aos critérios recomendados para efetividade de redução da carga microbiana pelas tecnologias de tratamento comumente adotadas. Os resultados indicam o predomínio dos indicadores de controle de qualidade dos processos de esterilização térmica, anteriormente citados, sendo que não foi identificada, nas

orientações normativas, a utilização de medidas ambientais indicadoras da presença de contaminação. Recomenda-se, assim, o desenvolvimento de estudos e pesquisas que possam dar respostas efetivas sobre os problemas ambientais no gerenciamento interno e externo de RSS. No Brasil, vem se destacando alguns estudos para caracterização microbiológica de RSS, com metodologias propositivas de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos patógenos presentes nestes resíduos (SILVA, BERNARDES, MORAES & PARENTE DOS REIS, 2002).

Cabe ressaltar ainda, a observação da existência de lacunas nas normas sobre RSS acerca dos procedimentos a serem adotados na ausência da adoção de tecnologias de tratamento para as frações infectantes geradas, por parte dos estabelecimentos de saúde e prestadores de serviços. Este aspecto tem a sua relevância, já que alguns estudos relatam ser evidente a precariedade do tratamento e disposição final dos RSS no Brasil, em que apenas pequena fração desses resíduos é depositada em aterros sanitários controlados, favorecendo o risco de contaminação ambiental (FERREIRA, 1995; FERREIRA, 2000; GARCIA & ZANETTIORAMOS, 2004).

Além do exposto, outro aspecto merece destaque: a possível associação entre as frações infectantes de RSS e saúde ocupacional, onde alguns artigos evidenciam a existência de conflitos sobre este nexos epidemiológico (CANINI, GIR, HAYASHIDA & MACHADO, 2002; FERREIRA & ANJOS, 2001; ROBAZI, MORIYA, FÁVERO & PINTO, 1992; ZANON, 1989; ZANON, 1990; ZEPEDA, 1995). Todavia, há que se destacar também a existência de estudos limitados sobre esta temática no Brasil, onde a maior preocupação está relacionada à transmissão de doenças viróticas (Hepatite B) entre os trabalhadores que atuam na limpeza e remoção de RSS, pelo contato com materiais

biológicos contaminados (FERREIRA, 1995; BRASIL, 2001).

Neste contexto, este estudo reafirma a necessidade de identificar padronizações mais simples para o gerenciamento interno das frações infectantes de RSS a ser implantada pelos municípios brasileiros, e como propostas tem-se: i) normatizar a obrigatoriedade da segregação das frações infectantes de RSS, com o acondicionamento adequado destes resíduos em sacos apropriados, observando a aquisição de materiais que atendam às especificações das normas técnicas sobre coleta, acondicionamento e transporte de RSS; ii) utilização de processos simples de desinfecção química (como o Hipoclorito de Sódio 2-12%, usado rotineiramente nos serviços de saúde na inativação de microorganismos em superfícies contaminadas, e atualmente usado no tratamento de RSS (PRÜSS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; BRASIL, 2005) na efetividade de redução microbiana dos resíduos infectantes gerados.

Alguns autores enfatizam também a necessidade de cuidados a serem observados com o gerenciamento final das frações infectantes de RSS, considerando a importância das questões relacionadas à saúde, higiene e segurança ocupacional (PRÜSS, GIROULT & RUSHBROOK, 1999; SILVA, 2001; SOUZA, 2000), mesmo quando não houver o tratamento preliminar das frações infectantes destes resíduos pelas fontes geradoras, e até propõem a adoção de procedimentos operacionais, como a não compactação dos sacos com frações infectantes depositados nos aterros urbanos ou células especiais de RSS, de forma a evitar a exposição ao material biológico contaminado (SILVA, 2001).

Assim, ressalvadas as limitações desta pesquisa, os estudos e documentos analisados nesta revisão retratam a situação local de gerenciamento dos RSS. Alguns trabalhos destacam a adequação dos serviços ou estabelecimentos de

saúde às exigências legais para o efetivo gerenciamento destes resíduos, e, seguramente, representam importantes contribuições técnicas e científicas para o tema em questão.

Sob um ponto de vista mais prático, enfatiza-se para o Brasil, a necessidade de orientações normativas sobre o tratamento de RSS que tenham como propósito a definição de escolhas tecnológicas de menor custo de implantação e de fácil controle operacional, e ainda assim, que garantam o controle ambiental e de exposição humana no gerenciamento das frações infectantes geradas nos serviços de saúde.

## REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Presidência da República. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei n.º 12305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 28 jun. 2011.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada nº. 306, de 07 de Dezembro de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 10 de dezembro de 2004. Acesso em 01 jul. 2008.
3. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos de Serviços de Saúde, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 04 maio de 2005. Acesso em 01 jul. 2008.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12807 - **Resíduos de Serviços de Saúde: Conceito**. ABNT, Rio de Janeiro, Brasil, 1993, p. 3.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm> Acesso em 30 jun. 2011.
6. CENTRO PANAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E CIÊNCIAS DO AMBIENTE. **Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de Saúde**/Tradução de Carol Castillo Argüello. – Brasília, DF: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997, p.64.
7. NAVARRO, A.M.; RODRÍGUEZ, R.C.; PAVÍA, F.F. & IBÁÑEZ, P.I. **Tecnologías de tratamiento de residuos solidos de establecimientos de salud**. Programa de Fortalecimiento de Servicios de Salud – PSF. Disponível em: <http://www.cepis.ops-oms.org> Acesso em 05 mar. 2009.
8. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Guia para o Manejo Interno de Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde**. OPAS, Brasil, 1997, p. 64.
9. PRÜSS, A; GIROULT, E. & RUSHBROOK, P. **Safe management of wastes from health-care activities**. Geneva: WHO, 1999.
10. ZABALA, M. **Manual para el manejo de desechos en establecimientos de salud**. **Fundacion** Natura/ Comité Interinstitucional para el manejo de *desechos hospitalarios*. Disponível em: [http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep62/guiamane/manum\\_a.html](http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep62/guiamane/manum_a.html) Acesso em 18 dez. 2007.
11. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Code of Federal Regulations. Standards for the Tracking and Management of Medical Waste**. The Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, Washington DC, EUA, 1989; p. 353-390.
12. CENTER OF DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), **Department of Health & Human Services USA. Medical Waste Management in the Bioterrorism Era**. Clinician Outreach and Communication Activity Clinician Briefing, 2005, p.158.
13. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Management Waste from Hospital**, Bergin, 1983. Report Bergin, 28 jul.,1983 ( Euro Reports and Studies 1997).
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1993b). NBR 12808 - **Resíduos de Serviços de Saúde: Classificação**. ABNT, Rio de Janeiro, Brasil, 1993b, p.2.
15. CARRAMENHA, M.M.L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Serviços de Saúde: uma contribuição para a avaliação do desempenho ambiental**. [Dissertação de Mestrado]. Salvador. Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia; 2005.
16. FERREIRA, J.A. **Resíduos sólidos e lixo hospitalar: uma discussão ética**. *Cadernos de Saúde Pública* 1995; 11(2), p. 314-320.
17. COLLINS, C.H. & KENEDY, D.A. **The Microbiological Hazards of Municipal and Clinical Wastes**. *Journal of Applied Bacteriology* 1992, p. 73:1-6.
18. FERREIRA, J.A. **Gerenciamento e destino final de resíduos de serviços de saúde**. Anais do IX SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Seguro, Brasil. 2000.
19. RUTALA, W.A. & WEBER, D.J. **Infectious waste – mismatch between science and policy**. *The New England Journal of Medicine* 1991; 325(8), 578-581.
20. FERREIRA, J.A. **Lixo domiciliar e hospitalar: semelhanças e diferenças**. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil. 1999.
21. RUTALA, W.; ODETTE, R.L. & SANSÁ, P.G. **Management of infectious waste by US hospitals**. *JAMA*, 1989; 262 (12): 635-639.
22. MACHADO, N. L. & MORAES, L.R.S. **RSS: Revisitando as Soluções Adotadas no Brasil para Tratamento e Destino Final**. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental* 2004; 9(1): 55-64.



23. RUTALA, W.A. & MAYHALL, C.G. **Medical waste.** Infection Control and Hospital Epidemiology 1992; 13(1), 38-48.
24. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). **Technical Guideline on the Environmentally of Biomedical and Healthcare Waste.** Genebra, Suíça, 1999, p. 69.
25. VENTURA, K.S.; REIS, L.F.R. & TAKAYANAGUI, A.M.M. **Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho.** Eng Sanit Ambient, 2010, 15(2): 167-176.
26. BRASIL. Ministério da Saúde. **Controle da Tuberculose: uma proposta de integração ensino-serviço.** Rio de Janeiro: FUNASA/CRPHF/SBPT; 2002.
27. COAD, A. **Managing Medical Wastes in Developing Countries.** WHO - World Health Organization, Genebra, Suíça, 1992, p. 33.
28. SILVA, A.C.N., BERNARDES, R.S., MORAES, L.R.S. & PARENTE DOS REIS, J.A. **Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação.** Cadernos de Saúde Pública 2002; 18(5):1401-1409.
29. GARCIA, L.P. & ZANETTI-RAMOS, B.G. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde: Uma Questão de Biossegurança.** Cadernos de Saúde Pública 2004; 20(3): 744-752.
30. CANINI, S.R.; GIR E.; HAYASHIDA, M. & MACHADO, A.A. **Acidentes pérfuro-cortantes entre trabalhadores de enfermagem de um hospital universitário do interior paulista.** Revista Latino Americana de Enfermagem 2002; 10:172-8.
31. FERREIRA, J.A. & ANJOS, L.A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos Resíduos sólidos municipais.** Cadernos de Saúde Pública 2001; 17:689-96.
32. ROBAZZI, M.L.C.; MORIYA, T.M.; FÁVERO, M. & PINTO, P.H.D. **Algumas considerações sobre o trabalho dos coletores de lixo.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional 1992; 20:34-40.
33. ZANON, U. **Infecções Hospitalares: mitos e fatos.** Jornal Brasileiro de Medicina 1989; 57 (2), 66-82.
34. ZANON, U. **Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: realidade epidemiológica ou ficção sanitária?.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 1990; 23(3), 163-170.
35. ZEPEDA, F. **El Manejo de Residuos Solidos Municipales En America Latina y El Caribe.** Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud. 1995.
36. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. **Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS).** Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília (DF); 2001, p. 120.
37. BRASIL. Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/Centro de Referência Prof. Hélio Fraga/Departamento de Vigilância Epidemiológica/Coordenação Geral de Laboratórios de Saúde Pública. **“Cultura – Capítulo 4”. In: Manual de Bacteriologia da Tuberculose.** Centro de Referência Professor Hélio Fraga - CRPHF/SBPT, Rio de Janeiro, 3ª edição: 59-74. 2005.
38. SILVA, A.C.N. **Indicadores de Contaminação Ambiental e Diretrizes Técnicas para Disposição Final de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: uma abordagem multidisciplinar** [Dissertação de Mestrado]. Brasília. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2001.
39. SOUZA, A. **Risco biológico e biossegurança no cotidiano de enfermeiros e auxiliares de enfermagem** [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2000.

## *Gestão de resíduos sólidos não convencionais: o caso do GERESOL - Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí – SP*

### RESUMO

O caso do Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – GERESOL, implantado pela Prefeitura de Jundiaí – SP, apresenta soluções para destinação final de resíduos não convencionais, contribuindo com proposições de sistemas viáveis para sua gestão ambiental e empresarial. A disposição desses resíduos, tais como, entulhos da construção civil, madeiras, galhos de árvores, pneus e outros, no caso estudado, se mostrou viável econômica e ambientalmente, indicando um caminho para solução de problemas que se apresentam para Prefeituras, no atendimento de regulamentações legais vigentes, para a reciclagem ou destinação final cada vez mais difícil e custosa desse tipo de resíduo.

**PALAVRAS CHAVE:** Reciclagem; Resíduos Sólidos; Sistemas de Gestão Ambiental; Administração Pública; GERESOL

### ABSTRACT

The analysis of the Jundiaí – SP Municipality Solid Residues Management Center – GERESOL demonstrates entrepreneurial and environmental solutions to deal with a final destination to non-conventional disposals, contributing with feasible management systems. The residues disposal, such as civil construction materials, woods, trees branches, used tires among others, showed economic and environmental feasibilities, pointing to an adequate solution for cities hall regarding ongoing legal regulation in comparison with more expensive and difficult final disposal for that kind of residues.

**KEYWORDS:** Recycling; Solid Residues; Environmental Management System; Public Administration; GERESOL

### RESUMEN

El caso del Centro de Gestión de Residuos Sólidos – GERESOL, implementado por la Prefectura de Jundiaí-SP presenta soluciones para la destinación final de residuos sólidos no convencionales, contribuyendo con proposiciones de sistemas viables para su gestión ambiental y empresarial. La disposición de residuos tales como materiales de construcciones, maderas, ramas de arboles, neumáticos usados entre otros, en el caso estudiado, se muestra viable, lo que indica una alternativa de solución para problemas de las Autoridades Municipales, en atendimento a reglas legales, hacia la reciclaje o destinación final costosa y difícil para este tipo de residuo.

**PALABRAS CLAVE:** Reciclaje; Residuos Sólidos; Sistema de Gestión Ambiental; Administración Pública; GERESOL.

Fernando Eduardo Costa e Silva

Léo Tadeu Robles

## INTRODUÇÃO

Com a crescente geração de resíduos, surge a necessidade de buscar novas opções para sua destinação. Ao mesmo tempo em que cresce o volume de lixo produzido, resultante de um aumento do consumo, são cada vez mais caras, raras e distantes as alternativas tradicionais para sua disposição final (CALDERONI, 2003). Algumas saídas de disposição inadequada, embora em curto prazo possam ser financeiramente mais baratas para a administração pública, podem também ter consequências sociais e ambientais muito sérias.

A presente análise teve em vista compreender as formas de viabilização ambiental e empresarial da destinação de resíduos sólidos não convencionais, assim denominados, devido à sua origem e às exigências legais para sua disposição final.

Segundo Barbieri (2004), diversas experiências mostram que uma empresa ou instituição só cumpre as exigências e adequações na destinação de resíduos sólidos, quando há influência de três conjuntos de forças que se congregam: o Governo, a sociedade e o mercado.

O estudo aborda questões que remetem à crença de um conflito entre Ecologia x Economia advindo da regulamentação de proteção do meio ambiente. Assim, analisa-se a solução para problemas ambientais de destinação de resíduos a partir da experiência do Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiá - GERESOL, no contexto da atitude de empresários e administradores públicos, ao considerarem a questão ambiental em suas decisões e adotarem concepções administrativas e tecnológicas ambientalmente sustentáveis. Da mesma forma, analisam-se alguns dos instrumentos típicos para o uso sustentável dos recursos naturais nas ações relativas ao Reuso e a Reciclagem.

A partir do estudo do caso,

investiga-se um fenômeno contemporâneo no seu contexto real, no qual os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos, pelo uso de fontes múltiplas de evidência: entrevistas, arquivos, documentos, observações, etc. O trabalho procura demonstrar que as experiências e as ações analisadas podem servir como proposição de sistemas de gestão ambiental para outros centros de gerenciamentos e também como ponto de partida para projetos de gestão do negócio do lixo.

Em 1933, no Rio de Janeiro, à época Capital da República, aconteceu a primeira discussão sobre políticas de proteção ao "Patrimônio Natural", convocada pela Sociedade Amigos das Árvores (ALMEIDA, 2002). Depois desse encontro, diversos eventos se sucederam relativos à preocupação com o meio ambiente, como conferências internacionais da ONU, a criação de secretarias especiais nos governos estaduais e federais, leis específicas, buscando a necessária integração do homem, por meio de políticas ambientais que resultem no menor impacto possível nas intervenções humanas.

Entrevistas exploratórias junto ao responsável pelo GERESOL indicaram que, em passado recente, havia destinação inadequada dos resíduos sólidos, ocasionando poluição visual e do solo, proliferação de insetos, roedores, animais peçonhentos, propagação de doenças, alto custo envolvido, focos de doenças como a dengue e problemas ambientais diversos na cidade.

Até 1983, o lixo orgânico era destinado ao Consórcio Intermunicipal de Aterro Sanitário – CIAS, que englobava os municípios de Jundiá, Várzea Paulista, Cajamar, Campo Limpo Paulista e Vinhedo. A partir de 1984, passou a ser destinado para o aterro sanitário de Paulínia e, em 2000, para o aterro sanitário de Cajamar. Em março de 2004, por decisão judicial, o lixo voltou a ser destinado ao Consórcio

CIAS.

Uma das primeiras ações da Prefeitura do Município de Jundiá, para o tratamento do lixo reciclável, aconteceu em 1994, com a implantação do "Cata-Treco", Serviço de Coleta de Materiais Inservíveis<sup>1</sup>, para atender a população que não dispunha de local adequado para destiná-los. O serviço nasceu da demanda de operações de mutirão e arrastão para controlar a dengue em um programa intersetorial, com planejamento que envolvia todas as secretarias e autarquias municipais. Após pesquisas em outras cidades em busca de modelos, a Prefeitura de Jundiá estruturou um local para a destinação e tratamento dos resíduos sólidos. Em abril de 2002, iniciou-se a operação do GERESOL.

Segundo o responsável da Secretaria de Serviços Públicos, o GERESOL busca destinações para os resíduos não convencionais e o presente estudo analisa os resultados dessa destinação alternativa de resíduos sólidos.

O GERESOL é um departamento ligado à Secretaria de Serviços Públicos e abriga a estação de transbordo de lixo orgânico (resíduo domiciliar), o Armazém da Natureza, nome fantasia da Transportadora 14 de Dezembro Ltda., empresa concessionária da coleta seletiva de resíduos sólidos e da operação Cata-Treco. O GERESOL abriga também o viveiro municipal e a área destinada para o aterro de inertes<sup>2</sup> da construção civil. A Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente é responsável por todo o trabalho de educação ambiental e é responsável pela maioria das ações publicitárias para a divulgação do GERESOL.

### Cata-Treco

A iniciativa da Prefeitura do

---

1 Materiais de difícil destinação, como armários velhos, eletrodomésticos, pneus, cadeiras e outros.

2 Resíduos da construção civil, podas, madeiras, entulhos que não possuam resíduos químicos.

Município de Jundiá, conforme mencionado, se deu em 1994. O planejamento da criação do Armazém da Natureza foi elaborado pela Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, sendo que o programa constituiu-se, basicamente, na busca de alternativas viáveis para o equacionamento dos problemas relacionados especialmente no diz respeito à produção e destinação de resíduos. O planejamento contemplava o envolvimento da comunidade por meio de trabalhos de conscientização, no pressuposto de que quanto mais a comunidade conhecer e manejar os seus próprios resíduos, melhores seriam as soluções de seu acondicionamento, coleta, transporte e tratamento.

O Cata-treco recolhe sofás, madeiras, pneus, armários velhos, tanques de concreto e entulho. A concorrência de catadores “carrinheiros”, a tração humana ou motorizada, existe e eles chegam a coletar 2/3 do material que seria recolhido pelo Cata-treco. Esses catadores nem sempre dão a destinação adequada aos resíduos coletados.

Os volumes mensais coletados pelo Armazém da

entre material reciclável e materiais inservíveis. Segundo a estimativa da empresa Transportadora 14 de Dezembro, o volume coletado pela concessionária representa 1/3 do volume produzido pela população.

A Prefeitura de Jundiá disponibiliza Serviço de Atendimento ao Múncipe, para chamadas para coleta de resíduos, pelo serviço de telefone 156. Essas chamadas são destinadas a volumes de resíduos gerados, ou colocados pelos municípios fora dos dias de coleta programados.

#### O Armazém da Natureza

O Armazém da Natureza é a marca fantasia dada pela Secretaria de Serviços Públicos à empresa Transportadora 14 de Dezembro Ltda., responsável pela coleta, separação, destinação e venda dos resíduos sólidos recolhidos na cidade de Jundiá. Ele está localizado dentro do GERESOL em uma área de 28.958 m<sup>2</sup> e opera em regime de concessão pública regida por contrato, de acordo com o Decreto nº 17.722 de outubro 2000. A concessionária já está em sua segunda concessão subsequente. A concessão do Armazém da Natureza tem como

resíduos como papelão, papel arquivo, apara de plástico, plástico rígido, PET, tampas de PET, plástico duro, sucatas de ferro, vidros e vasilhames.

O Armazém da Natureza faz a coleta de resíduos sólidos (materiais recicláveis) de Jundiá, separado pela população e disposto nos locais de coleta nas ruas, em data diferente da coleta de resíduos sólidos domiciliares.

#### Operações do GERESOL

O GERESOL é responsável pelo gerenciamento do restante dos resíduos sólidos, parte coletados pela Secretaria de Serviços Públicos, parte coletados pelo Armazém da Natureza e parte depositada gratuitamente por empresas de transporte de entulhos. O GERESOL contempla diferentes processos em sua operação.

Existem os mais diversos tipos de resíduos, alguns com destinação fácil, devido a sua facilidade de reaproveitamento em processos, como é o caso de alumínio, PET e vidro. Para determinar o nível de dificuldade de destinação, a Secretaria de Serviços

Tipo de Resíduo	Destinação
Orgânico/Doméstico	Aterro Sanitário
Construção Civil	Aterro no GERESOL
Madeira (parte)	Trituração
Madeira (parte)	Empresa Reciclatec
Galhos	Trituração – Material fica a disposição
Reciclável	Coletado, triado e comercializado pelo Armazém da Natureza
Inservíveis (coleta do Cata-Treco)	Aterro Sanitário
Gesso	Destinação Final – Empresa Residil Cialene
Lâmpadas	Destinação Final – Empresa Mega Reciclagem
Pneus	Destinação Final – Empresa Cia do Cimento
Pára-brisas	Destinação Final – Empresa Massfix Comércio de Sucatas de Vidros

Quadro 1 – Destinações de resíduos do GERESOL  
Fonte: Secretaria de Serviços Públicos (2006).

Natureza, por meio do Sistema Cata-Treco superam os 500.000 kg/mês,

objeto a coleta e destinação de

Públicos adotou, para fins comparativos, alguns indicadores

que levam em conta o grau de exigências dos órgãos regulamentadores e de fiscalização e o reaproveitamento nos processos produtivos.

O Quadro 1 mostra as destinações típicas dos materiais

encaminhados, triados e classificados no GERESOL para o ano de 2006, conforme informações obtidas junto à Secretaria de Serviços Públicos de Jundiáí-SP.

A Tabela 1 mostra a quantidade média de resíduos

levados ao GERESOL destacando-se a classificação de vigas de concreto usinado com ferragens, louças e pneus que representam em seu conjunto 90% do material recolhido.

Tipo de Resíduo	Média mensal	Somatória dos últimos 12 meses
Madeira	79,11	949,32
Galhos pós-triturados	200	2.400
Pneus	0,3	3,6
Amianto	0,5	6
Gesso	130,26	1.563
Louças	435,87	5.220
Pára-brisas	0,5	6
Lâmpadas de Mercúrio	0,7	8
Vigas de concreto usinado com ferragens	3000	36.000

Tabela 1 – Quantidade média de resíduos levados ao GERESOL – Em toneladas.

Fonte: GERESOL (2006).

Tipo de Resíduo	Exigências dos órgãos reguladores e de fiscalização	Disposição Final ou Destinação	Reaproveitamento nos processos produtivos	Índice para destinação final
Madeira	Regulamentada	Destinação	Facil	FÁCIL
Galhos pós-triturados	Regulamentada	Destinação	Fácil	FÁCIL
Pneus	Regulamentada	Destinação	Difícil	PROBLEMÁTICA
Amianto	Regulamentada	Aterro do GERESOL	Difícil	PROBLEMÁTICA
Gesso	Regulamentada	Destinação	Difícil	PROBLEMÁTICA
Louças	Regulamentada	Aterro do GERESOL	Difícil	PROBLEMÁTICA
Pára-brisas	Regulamentada	Destinação	Difícil	PROBLEMÁTICA
Lâmpadas de Mercúrio	Regulamentada	Destinação	Difícil	
Vigas de concreto usinado com ferragens	Regulamentada	Aterro do GERESOL	Difícil	PROBLEMÁTICA
*São considerados difíceis os reaproveitamentos em processos produtivos que tenha necessidade o trabalho de um agente transformador do resíduo antes de vendê-lo para o produtor.				
<b>Cruzamento de indicadores para se chegar no índice</b>				
Os resíduos com regulamentação de destinação e tratamento, mesmo que severas, mas com destinação e facilidade no reaproveitamento nos processos produtivos				FÁCIL
Os resíduos com regulamentação de destinação e tratamento, mesmo que severas, mas sem destinação outra que não seja o GERESOL, mesmo que haja facilidade no reaproveitamento nos processos produtivos				PROBLEMÁTICA
Os resíduos com regulamentação de destinação e tratamento, mesmo que severas, mas sem destinação outra que não seja o GERESOL, mesmo que haja facilidade no reaproveitamento nos processos produtivos				PROBLEMÁTICA

Quadro 2 – Indicação de dificuldades na destinação dos resíduos e cruzamento dos indicadores.

O Quadro 2 apresenta por grau de complexidade as dificuldades na destinação dos resíduos. Entende-se como disposição de maior complexidade a maior parte do material recolhido e destinado ao GERESOL. Parte desse material exige retrabalho para sua destinação, por agentes intervenientes em processos de reaproveitamento ou reciclagem. Essas dificuldades se dão tanto para reprocessamento como para identificação e qualificação de agentes ou entidades que se disponham a fazê-lo, como se explicitará adiante.

### Destinação dada aos resíduos

Com a implantação do GERESOL e o recebimento de todo o tipo de resíduo coletado, foi necessário dar destinação a esses resíduos, que possuem também diferentes exigências da legislação e dos órgãos de regulação e fiscalização.

Os resíduos considerados problemáticos como: pneus, amianto, gesso, louças, pára-brisas, lâmpadas de mercúrio e vigas de concreto usinado com ferragens,

necessitam que se cumpram algumas exigências de destinação, para que a Prefeitura não fique com maiores ônus de disposição e com o passivo ambiental. O Quadro 3 apresenta os resíduos sólidos destinados ao GERESOL, a exigência legal de destinação e a solução adotada. O **amianto**, um dos resíduos de maior comprometimento dentro do GERESOL, ainda não possui uma destinação adequada, ficando disposto em área reservada, aguardando que o CONAMA desenvolva uma destinação ou tratamento. Ele não pode ser

Tipo de Resíduo	Exigência Legal	Solução adotada
O <b>amianto</b> , um dos resíduos de maior comprometimento dentro do GERESOL, ainda não possui uma destinação adequada.	A Resolução 348 do COMANA incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos.	Os resíduos de amianto não podem ser enterrados, pois são nocivo à saúde. São dispostos em área reservada dentro da área do GERESOL, aguardando que o CONAMA desenvolva uma destinação ou tratamento.
<b>Gesso.</b>	Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).	Buscar uma empresa que coletasse o gesso no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. A empresa: Residil Cialene Indústria e Comércio, de Pedreira – SP, com licença na CETESB coleta o gesso para a operação de reciclagem. Parte do gesso moído é destinada para incorporação no adubo orgânico e distribuído à agricultura para a correção do pH.
<b>Material cerâmico</b> de louça. Com volume estimado de 35 m <sup>3</sup> por dia, Jundiaí é a maior cidade produtora de peças sanitárias do país.	Não há normativa do CONAMA.	O Material Cerâmico é trazido pelos caçambeiros e pelos fabricantes de Jundiaí. É depositado em área temporária e posteriormente, é utilizado como base de drenagem em obras públicas.
Sucata de <b>pára-brisas.</b>	Não há normativa do CONAMA.	A Massfix de São Paulo, faz a retirada da sucata de pára-brisas.
Lâmpadas de mercúrio.	Resolução CONAMA 6/88, que dispõe sobre inventário de resíduos e a 237/97.	A empresa Mega Reciclagem faz o trabalho de coleta das lâmpadas de mercúrio no GERESOL, descontaminação e destinação final. Localizada em Curitiba, Paraná é licenciada pelo IAP – Instituto Ambiental do Paraná.
Vigas de concreto usinado com ferragens.	Resolução do CONAMA 307-05/07/02	Uso em contenção de canais, muros de arrimo, calçadas, caixas de inspeção, entre outros. Uma parte é moída e misturada com entulho e utilizada em estradas vicinais.
Entulhos da construção civil	Resolução do CONAMA 307-05/07/02	A meta da Prefeitura é a instalação de usina de moagem de entulhos, separando o material argiloso do material à base de cimento. Os materiais resultantes serão reutilizados em blocos para construção de moradias populares, calçadas municipais, sub-base de pavimentação, estradas vicinais, entre outros.
Pneus	Resolução CONAMA 416/2009	Fornecidos para indústrias de moagem que os fornecem às empresas com fornos para cerâmica, ou para queima em indústrias cimenteiras. Parte desse material processado é fornecida para empresas produtoras de asfalto ecológico.
Coleta de galhos e árvores	Lei Municipal 2.140 de 1975	Picada e misturada a nutrientes, submetidos a um processo de compostagem.
Madeira e paletes, com a instalação de uma empresa de processamento para destinação do material em usos diversos.	Lei Municipal 2.140 de 1975	A Concessionária efetua a moagem e utilizado em praças e na mistura de composto orgânico. Parte é reutilizada na execução de formas para calçadas, gravatas para formas de concreto em obras públicas e outros usos afins na construção civil.

Quadro 3 – Tipo de resíduo sólido e a destinação adotada pelo GERESOL. (Fonte GERESOL 2006)

enterrado, pois é nocivo à saúde. A Resolução 348 do CONAMA incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos.

Buscando o atendimento aos requisitos da resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o GERESOL buscou parcerias de trabalho visando o atendimento aos requisitos colocados pelo órgão para o destino do **gesso**.

O primeiro passo foi buscar uma empresa que coletasse o gesso no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e tivesse destinação adequada do produto para fornecimento aos fabricantes e aplicadoras de produtos à base de gesso. Entre as empresas contatadas foi selecionada, por processo de concorrência a empresa Residil Cialene Indústria e Comércio, de Pedreira – SP, com licença na CETESB para a operação de reciclagem de gesso.

Hoje, o gesso é trazido pelos caçambeiros, passa pelo processo de triagem, é disposto em local provisório até a empresa Residil Cialene retirá-lo. Parte do gesso moído é destinada para incorporação do adubo orgânico e distribuído à agricultura para a correção do pH – o que tem gerado economia para aos agricultores

Com volume estimado de 35 m<sup>3</sup> por dia, Jundiá é a maior cidade produtora de peças sanitárias do país. Numa fase anterior ao GERESOL, todo lixo proveniente de material cerâmico era destinado ao Aterro Sanitário.

Atualmente, o **material cerâmico** de louça sanitária é trazido pelos caçambeiros e pelos fabricantes de Jundiá e é transportado para área específica de disposição temporária, definida pela Prefeitura, de onde, posteriormente, é recolhido e encaminhado para utilização como base de drenagem em obras públicas. São triturados 200 m<sup>3</sup> por dia – 5.000 m<sup>3</sup> em média por mês de resíduos cerâmicos, como consequência, a Prefeitura deixa de comprar 5.000 m<sup>3</sup> de

matéria prima para obras de drenagem por mês a custo de R\$ 23,00/m<sup>3</sup>, resultando em uma economia de R\$ 115.000,00 mensais.

Outro resíduo considerado problemático é a sucata de **pára-brisas**, pois as lojas que operam com esse material têm problemas com a sua destinação. Os caçambeiros organizaram um serviço de coleta e encaminham os pára-brisas para o GERESOL, onde são dispostos em local provisório até a vinda da empresa Massfix de São Paulo. Essa empresa ganhou a concorrência para a retirada da sucata de pára-brisas e está em conformidade com as licenças da CETESB para a operação desse resíduo.

O consumo de **lâmpadas de mercúrio** pela administração pública, em ruas, prédios e praças públicas é muito grande. Chegam a ser substituídas 37.000 lâmpadas por mês.

A resolução CONAMA 6/88, que dispõe sobre inventário de resíduos e a 237/97, que dispõe sobre o licenciamento ambiental, devem ser aplicadas para todas as empresas que usam lâmpada contendo mercúrio para sua atividade. Como a disposição final é perigosa por causa do mercúrio, a Prefeitura de Jundiá, intermediada pela Secretaria de Serviços Públicos e o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, elaborou uma concorrência pública para empresas que coletam esse resíduo.

Foi contratada a empresa Mega Reciclagem, para o trabalho de coleta das lâmpadas de mercúrio no GERESOL, descontaminação e destinação final. A empresa é de Curitiba, Paraná e é licenciada pelo IAP – Instituto Ambiental do Paraná.

Outro resíduo produzido em grande quantidade e para o qual não havia destinação adequada pela empresa geradora, eram as **vigas de concreto usinado com ferragens**. Devido à complexidade da separação do concreto usinado das ferragens, o resíduo era armazenado em áreas não apropriadas. Após um acordo elaborado entre a empresa geradora

e a Prefeitura de Jundiá, todas as vigas de concreto usinado, que apresentavam defeitos ou inconformidades e eram refugadas, têm o GERESOL como destinação final.

A complexidade da separação das vigas de concreto usinado das ferragens ainda persistia e a Secretaria de Serviços Públicos e a Secretaria de Obras Públicas começaram a utilizar os rejeitos em obras de contenção de canais, muros de arrimo, calçadas, caixas de inspeção, entre outros. Uma parte é moída e misturada com entulho e utilizada em estradas vicinais.

A destinação de **entulhos da construção civil** procura atender à resolução do CONAMA 307-05/07/02 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. Esse resíduo tem um volume de geração estimado de 200 m<sup>3</sup> por dia.

A Prefeitura destina uma área para este fim. Está em fase de estudo as ATTs (Áreas de Triagem e Transporte), os PEVs (Postos de Entrega Voluntária) e a implantação do PGIRS (Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos), que também fazem parte da resolução.

A meta da Prefeitura é a instalação de usina de moagem de entulhos, separando o material argiloso do material à base de cimento. Os materiais resultantes serão reutilizados em blocos para construção de moradias populares, calçadas municipais, sub-base de pavimentação, estradas vicinais, entre outros.

Os **pneus** coletados pelo Armazém da Natureza no Programa Cata-Treco são fornecidos para indústrias de moagem que os fornecem às empresas com fornos para cerâmica, ou para queima em indústrias cimenteiras. Parte desse material processado é fornecida para empresas produtoras de asfalto ecológico.

Na fase inicial do GERESOL, a **coleta de galhos e árvores** era destinada ao Aterro Sanitário. Atualmente, atendendo a Lei

Municipal 2.140 de 1975, 20 caminhões por dia transportam parte dos troncos menores que é picada e misturada a nutrientes, submetidos a um processo de compostagem e o composto resultante utilizado na adubação de praças e jardins do município. Outra parte vem sendo utilizada em um novo programa de compostagem, que teve orientações iniciais da ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, de Piracicaba.

Materiais resultantes de poda, como troncos, são cortados com cerca de 80 cm de comprimento, transformados em lenha e doados ou trocados por materiais para obras com as indústrias cerâmicas de Jundiá.

A Prefeitura utiliza outra parte desse material nas praças e jardins na mistura com adubo, sendo que alguns agricultores os destinam a cobertura morta em suas culturas.

A Prefeitura conseguiu uma solução para **madeira e paletes**, com a instalação de uma empresa de processamento para destinação do material em usos diversos. A Concessionária efetua a moagem. O resultado da trituração é pesado e 10% do total ficam com a Prefeitura para utilização em praças e na mistura de composto orgânico. A madeira de obras e de paletes é reutilizada na execução de formas para calçadas, gravatas para formas de concreto em obras públicas e outros usos afins na construção civil.

Os resíduos reaproveitados ou trocados, se destinado ao Aterro Sanitário custaria, R\$ 75,00<sup>1</sup> por tonelada aos cofres públicos.

Todos esses resíduos com suas destinações (que não o aterro sanitário), as reutilizações e as trocas trazem um novo enfoque para os ganhos ambientais e econômicos proporcionados pela destinação e reciclagem.

#### Outras formas de aproveitar os recicláveis

A Secretaria de Serviços Públicos está em contato com

fabricantes de brinquedos para tentar uma nova forma de reaproveitar resíduos que são destinados ao GERESOL. São os brinquedos destinados aos parques públicos e que têm em sua concepção a possibilidade para o reaproveitamento de materiais. A Secretaria espera ainda realizar os convênios para a fabricação dos brinquedos utilizando os resíduos sólidos que são depositados no GERESOL.

#### Aplicação da Equação de Calderoni no Caso do GERESOL

Na análise de resultados do trabalho da Prefeitura com o GERESOL foi utilizada equação proposta por Calderoni (2003) como forma para cálculo de ganhos econômicos proporcionados pela reciclagem, conforme mostra o Quadro 3.

O autor propõe uma forma nova para cálculo de ganhos econômicos, proporcionados pela reciclagem. Por meio da equação, são mensurados os ganhos com a reciclagem, a partir da venda dos materiais recicláveis ou valorização da troca, os custos do processo de reciclagem e o custo evitado na disposição final. Consideram-se também ganhos decorrentes da economia no consumo de energia, decorrentes da redução de uso de matérias-primas, de recursos hídricos e da necessidade de controle ambiental, além de outros ganhos econômicos como economia de divisas, subsídios e vida útil dos equipamentos públicos.

Para apresentar essa equação, Calderoni (2003) propõe uma nova abordagem metodológica visando ampliar o rol dos fatores e pontos de vista em função dos quais a viabilidade econômica da reciclagem do lixo é avaliada. Na formulação inicial, a viabilidade econômica da reciclagem é aferida pela comparação entre, de um lado, o montante alcançado com a venda dos materiais recicláveis e, de outro,

o custo envolvido na coleta e separação de tais materiais. De acordo com esta metodologia apresenta-se a seguinte equação:

$$G = V - C$$

**G** = Ganho com a reciclagem

**V** = Venda dos materiais recicláveis

**C** = Custo do processo de reciclagem

O valor auferido como venda dos materiais recicláveis (**V**) segundo o exposto por Calderoni (2003) constitui-se o menos estável dos itens considerados, uma vez que, segundo o autor, nos mercados destes materiais verifica-se, usualmente, a ocorrência de grandes oscilações de preço.

Ainda segundo o autor, o item **V** (venda dos materiais recicláveis) figura com o sinal positivo nesta formulação. O autor diz que a crítica que se deve fazer é a de que isto só é válido se a análise se refere ao ponto de vista de quem vende. Para quem compra, o sinal é negativo, como no caso da indústria e dos sucateiros. Segundo Calderoni (2003), nessa visão de conjunto, o item **V**, ou seja, venda dos materiais recicláveis, é receita para uns e ao mesmo tempo, é despesa para outros. Assim o item **V** deve figurar uma segunda vez na mesma equação, desta vez com sinal negativo. A equação então passa a ser:

$$G = (V - V) - C$$

Contrariamente ao que Calderoni (2003) aponta, a visão de conjunto, onde o item **V** (venda dos materiais recicláveis), é receita para uns e, ao mesmo tempo, é despesa para outros, no caso estudado, representa somente receita, pois os resíduos são coletados pela Prefeitura de Jundiá, através de seu Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – GERESOL, ou trazidos por caçambeiros, que não cobram o transporte, uma vez que teriam que assumir os custos de desenvolver um sistema de gerenciamento desses resíduos e pagar para sua disposição final.

Numa segunda formulação,



segundo o autor, foram considerados os custos evitados em função do processo de reciclagem. Tais custos referem-se, basicamente, às despesas com aterros sanitários ou incineração e com as operações de coleta, transporte e transbordo envolvidos e eventualmente, a disposição em locais inadequados como rios e terrenos.

$G = (V - V) - C + E$ , onde:

**G** = Ganho com a reciclagem

**V** = Venda dos materiais recicláveis

**C** = Custo do processo de reciclagem

**E** = Custo evitado de coleta, transporte, transbordo e disposição final.

conquistados com as trocas, a reutilização e as perdas relativas à energia, matérias-primas, água, controle ambiental e os custos de disposição final do lixo. Os dados que compõem a equação foram obtidos junto à Secretaria de Serviços Públicos de Jundiá. As atitudes adotadas pela Prefeitura de Jundiá caminham ao encontro das metas estabelecidas pela Agenda 21 e Agenda 21 Local.

Os dados obtidos no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – GERESOL, o processo da venda dos materiais recicláveis ou valorização da troca permitiram estimar os seguintes valores:

**Madeira e Paletes:** Existe

#### Composto orgânico:

Resíduos limpos das feiras (folhas de verduras e frutas), acrescido de terra e podas de árvores moídas utilizados em processo mecânico e biológico que resulte em compostagem. Utilizam-se três caminhões por mês na manutenção de praças, o que representaria um gasto de R\$ 600,00 em cada caminhões, resultando em R\$ 1.800,00 de economia mensal. Segundo técnicos da Secretaria de Serviços Públicos, a qualidade dos jardins tem melhorado consideravelmente com o composto.

**Pneus:** São fornecidos para indústrias de moagem que os fornecem a empresas que possuem fornos de cerâmica ou para queima

$$G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D$$

G	Ganho com a reciclagem
V	Venda dos materiais recicláveis ou valorização da troca
C	Custo do processo de reciclagem
E	Custo evitado na disposição final
W	Ganhos decorrentes da economia no consumo de energia
M	Ganhos decorrentes a economia de matérias primas
H	Ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos
A	Ganhos com a economia de controle ambiental
D	Demais ganhos econômicos (divisas, subsídios, vida útil dos equipamentos, etc.)

**Quadro 3** – Equação de Calderoni para cálculo de ganhos econômicos, proporcionados pela reciclagem.

Observa-se que o item (**V**) aparece duas vezes na equação, uma com sinal negativo e outra com sinal positivo, porque representa um ganho para os catadores e um dispêndio para as indústrias que comprem material reciclado respectivamente.

Na terceira formulação Calderoni (2003) inclui os ganhos decorrentes da economia de energia (**W**), ganhos advindos da economia de matérias-primas (**M**), assim como os ganhos advindos da redução dos custos com controle ambiental e com o consumo de água (**H**), além dos outros de mais difícil mensuração (**D**).

Com base no modelo proposto, comparam-se os ganhos

uma concessionária que efetua a moagem. Os resultados da trituração são pesados e 10% ficam com a Prefeitura para utilização em praças e na mistura de composto orgânico, o que representa um valor de R\$ 300,00. A quantia mensal, considerando a quantia de caminhões com material triturado, é de R\$ 3.000,00 / Mês. Parte da poda é transformada em lenha e trocada com as indústrias cerâmicas. Para cada três caminhões de lenha se ganha um caminhão de tijolo, o que representa R\$ 5.000,00 de economia mensal.

**Podas de árvores:** Os galhos são moídos e misturados a compostos protéicos já prontos para adubagem em jardins municipais.

em indústrias cimenteiras. Parte desse material processado é fornecida para empresas produtoras de asfalto ecológico. Esses resíduos geravam grande transtorno em sua destinação, pois são criadouros de diversos tipos de pragas e vetores. Apesar das emissões de gases de efeito estufa na queima dos pneus moídos, o processo atende à Resolução do CONAMA-MMA 258/99.

#### Entulhos da Construção

**Civil:** Procedimentos implantados para atendimento à Resolução CONAMA 307-05/07/02 incluem uma usina de processamento de pedrisco, em fase de instalação, irá processar cerca de 3.000m<sup>3</sup> por dia de entulhos, onde tritulará cimento,

concreto e pedra e produzirá pedrisco. Se a Prefeitura fosse comprar pedras, o valor do metro cúbico é de R\$ 15,00 e totalizaria R\$ 45.000,00 por mês em gastos.

**Material Cerâmico:** São triturados 200 m<sup>3</sup> por dia e sua produção é utilizada para base de drenagem em obras públicas – 5.000 m<sup>3</sup> em média por mês. Assim a Prefeitura deixa de comprar essa quantidade por mês a custo de R\$ 23,00/m<sup>3</sup>, o que representa em uma economia de R\$ 115.000,00 mensais.

**Lajes Protendidas:** Utilizadas em obras de contenção de canais, muros de arrimo, calçadas, caixas de inspeção, entre outros. Existe uma parte que é moída e misturada com entulho e utilizada em estradas vicinais. Hoje o estoque é de 100.000 m<sup>3</sup> – A Prefeitura deixa de gastar com alvenaria cerca de R\$ 100.000,00 por mês.

**Gesso:** Destinado à Concessionária. Colocado na incorporação do adubo orgânico. Distribuído à agricultura para a correção do grau de acidez do solo (pH) representando economia para os agricultores.

Segundo o diretor do GERESOL, todas as concessões e doações significam medidas de sustentabilidade tanto para o meio ambiente, como para empresas, pois geram receitas, empregos e conseqüentemente mais impostos – receitas para o Poder Público.

Existe um custo que com todo esse trabalho do GERESOL é evitado com a disposição final. Os resíduos reaproveitados ou trocados gerariam um volume que uma vez pago para a destinação, custaria R\$ 75,00/t aos cofres públicos. A Prefeitura deixa de enviar para o aterro sanitário a quantia **mensal** referente a:

Madeira R\$ 112.500,00

Entulho da Construção Civil R\$ 233.000,00

Há também os ganhos decorrentes da economia no consumo de energia elétrica. A Prefeitura tem economia no processo de destinação dos resíduos

uma vez que Concessionárias de recicláveis domésticos, Gesso e Madeira ficam com o ônus do consumo de energia, dessa forma, o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos economiza cerca de R\$ 30.000,00 por mês com energia nas operações de reciclagem.

No ano de 2005, os ganhos decorrentes da economia de matérias primas com o uso de resíduos reaproveitados em estradas vicinais, contenção de canais, muros de arrimo, calçadas, caixas de inspeção, encostas de barrancos e margens de rios, adubos e nutrientes em praças, base de drenagem, somaram R\$ 260.000,00 por mês (R\$ 100.000,00 referentes a lajes; R\$ 115.000,00 a material cerâmico e R\$ 45.000,00 a entulhos da construção civil), correspondendo a R\$ 3.120.000,00 no ano.

Os trabalhos de destinação de resíduos colaboram com a economia de recursos hídricos. Jundiá tem uma reserva de água com previsão de abastecimento para os próximos 20 anos. Duas represas mantêm o equilíbrio de abastecimento.

Segundo o Secretário de Serviços Públicos, os ganhos econômicos se refletem ainda na economia de recursos, subsídios evitados e na própria vida útil dos equipamentos públicos que sofrem menor desgaste, uma vez que as concessionárias possuem seus próprios equipamentos e recursos. Estima-se, segundo o Secretário, uma economia mensal de R\$ 300.000,00.

Os resultados obtidos, a partir dos dados fornecidos pela Secretaria de Serviços Públicos e aplicados na equação de Calderoni (2003), indicam uma economia na reutilização de resíduos com difícil destinação, de cerca de R\$ 814.800,00 ou R\$ 9.777.600,00/ano. Esse valor corresponderia ao custo de construção de 480 casas populares<sup>2</sup> de 50m<sup>2</sup> ou, ainda, a 14% do orçamento anual da Secretaria de Serviços Públicos.

Os resultados se referem a redução de gastos, com adubação de

praças públicas, com realizações de encostas de barrancos em situação de risco ou correção de quadros e outras aplicações dos resíduos sólidos reaproveitados e, também a economias em materiais utilizados em construções públicas, reformas e obras de drenagem. Há que se considerar que os valores utilizados e fornecidos pela Secretaria de Serviços Públicos apresentam restrições, devido a sua não sistematização ou mesmo condições (balanças, medidores etc.) de uma apuração mais acurada.

A Tabela 2 sintetiza os resultados explanados. A limitação de recursos orçamentários, segundo o Secretário de Serviços Públicos, levou a Secretaria a buscar alternativas para a gestão dos resíduos que na época eram dispostos na área onde atualmente está o GERESOL. A busca de parcerias com o setor privado foi uma forma de se equacionar a situação, tendo em vista gerar benefícios para a comunidade e para o meio ambiente.

Assim, pode-se considerar que as ações adotadas pela Prefeitura de Jundiá caminharam ao encontro das metas estabelecidas pela Agenda 21 e Agenda 21 Local.

No Capítulo 8 da Agenda 21 – “Integração Entre Meio Ambiente e Desenvolvimento na Tomada de Decisões”, a ação está planejada na integração entre meio ambiente e desenvolvimento segundo os planos políticos, de planejamento e de manejo. Nesse capítulo, os sistemas de tomada de decisão vigentes em muitos países tendem a separar os fatores econômicos, sociais e ambientais nesses planos.

A pesquisa mostrou que a Prefeitura de Jundiá, em alguns casos, vem trabalhando na melhoria dos processos de tomada de decisão, descentralizando algumas atividades. O resultado dos processos do GERESOL vem dessa descentralização.

As ações da Secretaria de Serviços Públicos junto às comunidades, ações conjuntas com o setor privado e todas as iniciativas do

GERESOL, mostram proximidade aos objetivos da Agenda 21 descritos. Essas políticas se forem perenes e constantes, caminham em acordo com o determinado nas iniciativas regionais da Agenda 21 Local.

Nosso Programa está com o foco voltado para as agendas locais, pois reconhece a importância do nível local na concretização de políticas públicas sustentáveis.

Ary da Silva Martini (1997), Coordenador Interino da Agenda 21 Brasileira (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES, 2005).

A equação de Calderoni (2003) permitiu demonstrar o benefício social e principalmente ambiental. Segundo o Diretor do GERESOL, os procedimentos adotados trouxeram economia na reutilização de resíduos com difícil e cara destinação. Segundo esse diretor, “muito recurso deixa de ser gasto com adubação das praças públicas, com a realização de encostas de barrancos nos bairros com população menos favorecida. Economia em materiais utilizados em

construções públicas, reformas ou obras de drenagem”.

#### O impacto ambiental positivo contabilizado pelo Balanço de Massa

O esquema adaptado de Tinoco e Lelis (1999) para o Balanço de Massa baseia-se no princípio de que o que entra terá de sair ou ficar estocado. Registra toda a informação sobre resíduos sólidos coletados e suas destinações. Todos os itens, componentes ao processo, que

<b>G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D</b>	
<b>G</b>	<b>GANHO COM A RECICLAGEM</b> <b>R\$ 1.187.300,00 por mês - R\$ 14.247.600,00 por ano</b>
	<b>VENDA DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS OU VALORIZAÇÃO DA TROCA</b>
	<i>Madeira e Pallets:</i> Economia mensal R\$ 8.000,00
	<i>Podas de árvores:</i> Economia mensal R\$ 1.800,00
	<i>Pneus:</i> Atendimento à Resolução do CONAMA-MMA 258/99 (intangível)
<b>V</b>	<i>Entulhos da Construção Civil:</i> Economia de pedras (mensal) R\$ 36.000,00
	<i>Material Cerâmico:</i> Economia mensal R\$ 115.000,00.
	<i>Lajes Protendidas:</i> Economia mensal R\$ 100.000,00
	<i>Gesso:</i> Destinado a Concessionária. Colocado na incorporação do adubo orgânico (intangível)
	<b>CUSTO DO PROCESSO DE RECICLAGEM – CUSTO ZERO PARA A PREFEITURA.</b>
	Economia para a Prefeitura:
	<b>Concessionárias:</b> Recicláveis domésticos – Gesso - Madeira
<b>C</b>	<b>Pneus:</b> Destinação adequada preservando meio ambiente e gerando empregos e receita para empresas.
	<b>Entulhos</b> tirados do meio ambiente e buscando destinação
	<b>Material Cerâmico:</b> Economia na compra de material para drenagem em obras públicas
	<b>Lajes Protendidas:</b> Economia aos cofres públicos na compra de material para obras de contenção de canais, muros de arrimo, calçadas, caixas de inspeção e estradas vicinais.
	<b>CUSTO EVITADO NA DISPOSIÇÃO FINAL</b>
	Os resíduos reaproveitados ou trocados gerariam um volume que custa R\$ 75,00 por tonelada aos cofres públicos.
<b>E</b>	Madeira – Economia mensal R\$ 112.500,00 por mês.
	Entulho da Construção civil – Economia mensal R\$ 224.000,00
<b>W</b>	<b>GANHOS DECORRENTES DA ECONOMIA NO CONSUMO DE ENERGIA</b>
	Só o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, cerca de R\$ 30.000,00 por mês.
<b>M</b>	<b>GANHOS DECORRENTES A ECONOMIA DE MATÉRIAS PRIMAS</b>
	Economia Anual R\$ 3.120.000,00
<b>H</b>	<b>GANHOS DECORRENTES DA ECONOMIA DE RECURSOS HÍDRICOS</b>
	O trabalho de coleta e conscientização tem diminuído os problemas de poluição dos mananciais responsáveis em manter o nível adequado das represas.
<b>A</b>	<b>GANHOS COM A ECONOMIA DE CONTROLE AMBIENTAL</b>
	A somatória das ações da Prefeitura tem deixado a cidade em situação privilegiada em relação ao meio ambiente.
<b>D</b>	<b>DEMAIS GANHOS ECONÔMICOS (DIVISAS, SUBSÍDIOS, VIDA ÚTIL DOS EQUIPAMENTOS)</b>
	Economia Mensal R\$ 300.000,00

Tabela 2 – Adaptação da equação de ganhos econômicos proporcionados pela reciclagem Adaptado de Calderoni (2003)

incluem os resíduos Convencionais e Não Convencionais são mensurados em percentual de unidades físicas de massa. O Balanço de Massa compara as quantidades coletadas, vendidas, destinadas para reaproveitamento ou reciclagem e as destinadas aos aterros. Ele objetiva demonstrar a eficiência na gestão de resíduos em termos econômicos, sociais e ambientais, ou seja, de ecoeficiência.

Os resíduos coletados (sem o resíduo orgânico) representam 11.673,94 t, média da massa mensal que passa pelo GERESOL, pelo serviço 156, caçambeiros (cerca de 3.500 t/mês) e municipais. O Armazém da Natureza coleta 2.536 t/mês de recicláveis (separação seletiva dos municipais), e o Cata-Treco, coleta 3.009 t/mês de inservíveis, totalizando 17.218,94 t/mês. Desse volume, os caçambeiros deixam 0,0029% de rejeitos (amianto) que representa 0,50 t/mês.

Do total direcionado ao GERESOL, 99,8% é considerado potencialmente reciclável. Da massa potencialmente reciclável, 414 t/mês são de lixo orgânico, trazido pela coleta do Armazém da Natureza. Ou seja, do total destinado ao GERESOL, verdadeiramente 97,4% é de Materiais Recicláveis. Do volume total de resíduos, 0,2% é potencialmente compostável, correspondendo a 20 t/mês de Galhos Moídos.

Finalizando a conta, 97,6% (16.804,44 t/mês) da massa destinada ao GERESOL passam por processos que irão gerar materiais de Reintegração Ambiental e Econômica. Os resultados indicam uma avaliação positiva da reintegração ambiental desses resíduos, numa demonstração de ecoeficiência.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Recursos limitados e, às vezes, inexistentes podem justificar para o Poder Público a não realização de ações necessárias e urgentes. Os resultados do estudo mostram que

parcerias com o setor privado podem gerar ganhos e benefícios para a comunidade e para o meio ambiente.

A ação municipal na área social e ambiental, nos últimos anos, foi induzida pela descentralização de atribuições e competências das esferas federal e estadual para a municipal, na justificativa de que governos locais estão mais próximos das demandas da população. O artigo analisou a busca de parcerias com o setor privado para destinar os resíduos que iriam para os aterros e gerariam custo para o Poder Público, indicam iniciativas que podem ser transformadas em benefícios sociais.

A aplicação da equação de Calderoni (2003) mostrou o benefício econômico e principalmente ambiental conseguido pela reutilização de resíduos de difícil e cara destinação. A equação mostrou, por exemplo, o quanto é economizado com adubação das praças públicas, com a realização de encostas de barrancos nos bairros com população menos favorecidas. Não existem registros dos custos para o Poder Público em eventuais casos de deslizamentos com vítimas, os quais se ocorressem implicariam em custos a assumir.

Os resultados mostraram o que se economiza em material utilizado em construções públicas, reformas ou obras de drenagem, ou seja, um montante de R\$ 814.400,00/mês, R\$ 9.777.600,00 por ano, ou seja, 14% do orçamento anual da Secretaria de Serviços Públicos.

O processo de gestão, tratando os resíduos de forma interdisciplinar nas diversas Secretarias Municipais, transforma o “negócio do lixo” em uma atividade que passa a não depender somente da Secretaria de Serviços Públicos, ampliando seu produto e resultados operacionais.

Constatou-se que as etapas sugeridas por Almeida (2002) para implantar um Sistema de Gestão Ambiental foram seguidas no caso do GERESOL. Ou seja, houve definição da política ambiental, elaboração do

plano de ação, abordando os aspectos e impactos ambientais associando os requisitos legais e corporativos e determinados objetivos e metas.

Os próximos passos indicam a necessidade de se elaborar um plano de ação e programa de gestão ambiental para melhoria da sua implantação e operacionalização, com alocação de recursos orçamentários e as estruturas e responsabilidades mais bem definidas já no início da operação.

Outro aspecto a explorar é o da conscientização e treinamento da comunicação e educação ambiental, de modo a contribuir ainda mais para os resultados demonstrados, pois não se identificou documentação do sistema de gestão, a qual poderia subsidiar a comunicação. Outra necessidade que se apresentou é a sistemática de avaliações periódicas de acompanhamento, propondo ações corretivas e preventivas das ações de empresas e municipais que geram resíduos, para poder adaptar e revisar o Sistema de Gestão.

O caminho para o Sistema de Gestão Ambiental é buscar soluções para cumprir com as regulamentações ambientais tratando os resíduos sólidos de modo mais produtivo, reduzindo custos e compensando os gastos com os investimentos ambientais. O aumento da produtividade dos recursos é possível porque a poluição é, muitas vezes, um desperdício econômico, o que vem ao encontro do que afirma Porter (1999).

O Balanço de Massa demonstrou ainda que 97,6% (16.804,44 t/mês) do volume destinado ao GERESOL, depois de tratado e destinado, tem Reintegração Ambiental e Econômica.

A conclusão principal é a da viabilidade ambiental e econômica da intervenção do governo local, com parcerias com o setor privado, identificando e estimulando parceiros para a destinação de resíduos sólidos de difícil destinação. O caso GERESOL analisado indicou

uma forma de gestão pública que se paga, ao mesmo tempo em que ambientalmente se apresenta adequada ao minimizar a disposição desse tipo de resíduo, considerado de disposição problemática.

A recomendação é a extensão do estudo a outras comunidades e tendo em vista sua viabilidade ou, ainda a investigação do grau de organização dos mercados de absorção desses resíduos. Uma alternativa a avaliar pode ser a da implantação de “consórcios” de municípios vizinhos para se viabilizar economicamente a exploração da destinação dos resíduos e identificação e homologação de parecerias com o setor privado.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernando. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2002.
- BARBIERI, João Carlos. **Gestão Ambiental. Empresarial**. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.
- CALDERONI, Sabatei. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas, 2003.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Getúlio Vargas, 1988.
- CONAMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - **Resolução 258/99**. Brasília: MMA, 1999.
- \_\_\_\_\_. **Resolução 307/02**. Brasília: MMA, 2002.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21**. Versão Eletrônica 1.1 – Brasília: Ministério das Relações Exteriores, 1997.
- NAÇÕES UNIDAS. **Declaração do Milênio**. Lisboa: United Nations Information Centre, Lisbon, 2001.
- PORTER, Michael E. **Competição. On competition, estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1999.
- TINOCO, J. E. P. e LELIS, M. N. - **Variação da composição gravimétrica e potencial de Reintegração ambiental dos resíduos sólidos Urbanos por região fisiográfica do Estado de Minas Gerais** – 20º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 1999.

## Páginas da Internet:

- [www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br) - acesso em maio, 2006 - (Compromisso Empr. com a Reciclagem)
- [www.jundiai.sp.gov.br](http://www.jundiai.sp.gov.br) – acesso em junho, 2006 – (Prefeitura do Município de Jundiaí)
- [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) – Acessado em julho de 2006 (Ministério do Meio Ambiente)

### Consulta de dados na Prefeitura de Jundiaí:

- Fundação Municipal de Ação Social de Jundiaí – FUMAS
- Secretaria de Finanças de Jundiaí
- Secretaria de Meio Ambiente de Jundiaí
- Secretaria de Serviços Públicos de Jundiaí

---

<sup>1</sup> Cotação de abril de 2006

<sup>2</sup> Cotação Revista PINI Março de 2006

# Análise da aplicação das penalidades disciplinares e compensatórias por danos ambientais ao setor sucroalcooleiro de Pernambuco, Brasil

## RESUMO

A atividade sucroalcooleira era praticada sem controle ambiental significativo, mas a partir da Política Nacional de Meio Ambiente, em 1981, passou-se a exigir reparação dos danos ambientais. Este trabalho objetiva analisar o instrumento de gestão ambiental referente as penalidades disciplinares e compensatórias por danos ambientais, relacionando-o ao setor sucroalcooleiro de Pernambuco. Nesta pesquisa exploratória foram analisados os Autos de Infração lavrados pela CPRH, e um caso acompanhado pelo IBAMA. Observou-se que os Autos de Infração, majoritariamente, referem-se a casos de poluição hídrica, e que a aplicação de multas não garante a extinção do dano. Além disso, discute as dificuldades no processo de compensação ambiental. Apesar das falhas, é inegável a importância deste controle ambiental ao setor sucroalcooleiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** compensação ambiental; setor sucroalcooleiro de Pernambuco; danos ambientais

## ABSTRACT

The production of sugar and alcohol was practiced without environmental control until 1981. In this year the National Environment Policy started to demand compensation for environmental damage. This paper aims to analyze the environmental management tool referent the disciplinary penalties and compensation for environmental damage, relating it to the sugarcane sector of Pernambuco. This exploratory study analyzed the Notices of Infraction issued by CPRH, and one case of IBAMA. It was noted that the Notices of Infraction (mostly referent to cases of water pollution), and the fines cannot guarantee the extinction of the damage. In addition, it discusses the difficulties in the process of environmental compensation. Despite the faults, it is undeniable the importance of environmental control to ethanol producers.

**KEY-WORDS:** environmental compensation; sugarcane sector of Pernambuco; environmental damage.

## Maiara Gabrielle de Souza Melo

Tecnóloga em Gestão Ambiental. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA da Universidade Federal de Pernambuco.

E-mail: mmmaiara@yahoo.com.br

## Vivian Damasceno Silva

Turismóloga. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA da Universidade Federal de Pernambuco.

E-mail: viviandms@gmail.com

## Maria do Carmo Sobral

Engenheira Civil. Dra. em Planejamento Ambiental. Docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA da Universidade Federal de Pernambuco.

E-mail: msobral@ufpe.br

## INTRODUÇÃO

O modelo econômico de desenvolvimento proposto pelo sistema capitalista de produção caracteriza-se pela busca máxima da produtividade, geração de riquezas e, crescimento econômico (SANTOS, 2000, p.16). Esta racionalidade econômica promoveu um progresso desordenado, baseado na negação e exploração da natureza, utilizando-se de grandes quantidades de energia e de recursos naturais, que acabaram por compor um quadro de degradação ambiental contínua (DIAS, 2007).

Refletindo estas idéias, as atividades do setor sucroalcooleiro em Pernambuco que, embora visto como moderno e desenvolvido, têm sido mais recentemente questionadas sobre este desenvolvimento. Pode-se garantir que este setor cresceu e continua se expandindo, apesar de sempre alegar estar em crise. Seu crescimento foi apenas geográfico e econômico, visto que as suas conseqüências sócio-ambientais são visíveis, sobretudo na Zona da Mata de Pernambuco. De acordo com Dias (1999) a preocupação ambiental com este setor de produção agrícola decorre do fato desse segmento estar relacionado a impactos de grande intensidade, entre eles: redução da biodiversidade da Mata Atlântica, devido a desmatamentos e queimadas; erosão, compactação e

redução da fertilidade dos solos; contaminação dos solos, água, ar, fauna e flora por agrotóxicos, fertilizantes e das queimadas; e contaminação do trabalhador devido à utilização incorreta dos agrotóxicos.

Devido a estes motivos, a legislação ambiental impôs ao empreendedor de atividades potencialmente poluidoras a obrigação de compensar os danos não mitigáveis e reparar os danos efetivamente causados ao meio ambiente decorrentes de sua atividade econômica. Estes mecanismos são instrumentos de gestão ambiental descritos na Política Nacional de Meio Ambiente chamado de compensação ambiental.

De acordo com Braga (2009) a fiscalização e a compensação ambiental caracterizam-se como instrumentos do tipo Comando e Controle, e são operacionalizados conforme mostrado na tabela abaixo:

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho, que constitui uma pesquisa exploratória, é analisar o instrumento de gestão ambiental que se refere às penalidades disciplinares ou compensatórias devido ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental, relacionando-o ao setor sucroalcooleiro de Pernambuco. Para isso, foram analisados os Autos de

Infração lavrados pela CPRH entre os anos de 1978 e 2010, e um estudo de caso acompanhado pelo IBAMA (Processo nº. 02019.001523.2005-12).

## METODOLOGIA

O trabalho aqui apresentado trata-se de uma pesquisa exploratória compreendendo levantamento bibliográfico sobre o tema e análise de exemplos para estimular a sua compreensão. De acordo com Gil (1999), este tipo de pesquisa tem como finalidade básica desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores. De acordo com o mesmo autor as pesquisas exploratórias visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo.

Nesse sentido, o conceito e histórico das penalidades disciplinares e compensatórias por danos ambientais no Brasil foram analisados a partir da legislação ambiental pertinente e levantamento bibliográfico. A discussão foi baseada nos Autos de Infração lavrados pela CPRH ao setor sucroalcooleiro entre os anos de 1978 e agosto de 2010, e no processo de compensação ambiental acompanhado do IBAMA referente ao assunto. Foram feitas também entrevistas informais com especialistas do assunto, e visitas a usinas em Pernambuco.

Tabela 01 - Mecanismos de operacionalização da fiscalização e da compensação ambiental.

<b>Instrumentos de Gestão Ambiental</b>	<b>Operacionalização</b>
Fiscalização Ambiental	- Intimação -Autuação (Autos de infração)
Compensação Ambiental	- Termo de Compromisso - Termo de Ajustamento de Conduta - Reposição Florestal

Fonte: Adaptada de Braga, 2009.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Breve Histórico do setor sucroalcooleiro em Pernambuco

Para tratar do setor sucroalcooleiro é indispensável considerar que esta atividade econômica marcou e marca profundamente a paisagem e as

relações sociais existentes no Nordeste brasileiro. De acordo com Andrade Neto (1990) desde o final do século XIX a necessidade de aprimorar as técnicas de produção do açúcar tornou-se urgente. Os anos entre 1910 e 1930 foram caracterizados pelas sucessivas “crises” em que os usineiros recorriam sempre ao Estado para a sobrevivência de sua empresa. Este fator foi primordial para que as usinas se firmassem. É importante destacar estes fatos, pois muitos danos ambientais causados por este setor econômico provêm destes incentivos governamentais.

A partir da década de 1930, o setor sucroalcooleiro teve como característica fundamental o incentivo do Estado à atualização de seus padrões considerados mais produtivos. O primeiro grande programa de incentivo à indústria canavieira foi à criação do Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA em 1933. Com objetivos claros de controle e modernização do setor sucroalcooleiro o IAA se tornou um dos grandes responsáveis pela concentração de terras e de renda do setor. Até este período o Nordeste, com destaque para Pernambuco, era o maior produtor nacional de açúcar.

Na década de 1940 diversas Resoluções do IAA, com destaque as quotas de produção, iniciaram a transferência da hegemonia produtiva do Nordeste para a produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul. Andrade Neto (1990) afirma que a política governamental deste período, de incentivo às usinas e, sobretudo ao Centro-Sul, acarretou o abandono da cultura da cana-de-açúcar por parte de diversos fornecedores que passaram a aforar suas terras.

A década de 1950 foi marcada por uma significativa expansão da agroindústria canavieira nacional e, também, pela consolidação da transferência da hegemonia produtiva da região Norte/Nordeste para a região Centro/Sul. Segundo Dé Carli (1982),

de 1950 a 1954, o Centro-Sul pela primeira vez na história açucareira nacional, suplanta a produção de açúcar do Nordeste, e São Paulo ultrapassa a produção de Pernambuco.

Em 1971, foi criado o Programa Nacional de Melhoramentos de Cana-de-açúcar – o PLANASUCAR, responsável pela extinção dos pequenos produtores, e intensificação da exploração da mão de obra.

“Era o tempo da denominada ‘Revolução Verde’, em que o importante era aumentar a produção e a produtividade, através de uma relativa modernidade, sem procurar levar em conta os custos sociais desse processo, que fica bem claro na solidificação do latifúndio”, conclui Andrade (1989).

Logo em seguida, em 1975 criou-se o Programa Nacional do Alcool- PROALCOOL com o objetivo de incentivar a produção do álcool para fins carburantes e industriais. Como primeira medida, o Estado, aumentou a porcentagem de álcool anidro à gasolina de 5% para 15% e criou incentivos fiscais para a montagem de destilarias.

Lima (1998) aponta o programa como o grande causador do aumento da fronteira agrícola, assoreamento e poluição dos rios por meio do vinhoto. As usinas dispuseram de recursos para ampliar suas atividades industriais, expandindo a cultura da cana até por áreas ecologicamente pouco favoráveis.

Foi a partir deste período que as preocupações ambientais com as atividades do setor sucroalcooleiro se intensificaram. Na década de 1970 coincidiu o surgimento do PROALCOOL (1975) e dos órgãos de controle ambiental no Brasil, como a Secretaria Especial de Meio Ambiente em 1973. A partir de então começaram a se formar intensos conflitos entre as atividades econômicas e exigências ambientais, que começaram equivocadamente a ser vistas como entraves ao desenvolvimento.

A partir de 1981 - com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente, especificamente dos instrumentos de gestão ambiental expressos no artigo 9º, que elencam o licenciamento ambiental, os padrões de qualidade ambiental e as penalidades disciplinares e compensatórias como exigências para qualquer empreendimento - as disputas entre setor sucroalcooleiro e órgãos de controle ambiental em Pernambuco tornaram-se emblemáticas. De um lado a tentativa de adequação ambiental e de outro a busca pela permanência da atividade sem controle.

Atualmente existem sinais que apontam para a possibilidade do surgimento de um “novo PROALCOOL”. Índícios deste novo incentivo governamental podem ser vistos em diversas áreas, mas, sobretudo nos programas de incentivo a produção e uso de energia de biomassa como é o caso do etanol e do biodiesel. Já se considera fato que estas atividades terão continuidade, mas deve-se exigir que elas respeitem efetivamente as normas ambientais.

## FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Braga (2009) a fiscalização ambiental é, talvez, o instrumento de gestão ambiental mais antigo. De acordo com o autor, esta ferramenta objetiva garantir que os recursos naturais sejam explorados e utilizados em consonância com a legislação, prevenindo ou coibindo a poluição do solo, da água e do ar, além da degradação dos ecossistemas naturais, e pode ter caráter preventivo ou coercitivo, dependendo da circunstância em que ocorra, conforme descrito:

Preventivamente ela ocorre em decorrência de visitas sistemáticas as áreas identificadas como prioritárias ou estratégicas pelo órgão ambiental, o que garante um maior controle. Ao mesmo tempo, as visitas



podem ser assistemáticas, valendo-se do aspecto surpresa para obtenção do flagrante de ato ilícito. Coercitivamente ela ocorre quando a atuação do órgão de fiscalização atende a uma denúncia, ou quando a visita ao local é motivada por indícios apontados pelo monitoramento ambiental (BRAGA, 2009, pag. 64).

Em Pernambuco, a fiscalização ambiental é realizada pelo IBAMA, e pela CPRH. O IBAMA, da mesma maneira que relatado por Braga (2009), tem atuação muito discreta e, em Pernambuco, assume principalmente as responsabilidades de controle relacionadas a fauna e a flora. A CPRH atua, sobretudo, no controle da poluição industrial e no licenciamento ambiental.

Tomando como referência o arquivo das empresas do setor sucroalcooleiro disponível na CPRH, correspondente ao período de 1978 a 2010, verificou-se um total de 121 registros, denominados Autos de Infração. A geração destes autos e as suas consequências se dão conforme a figura 01:

### Compensação Ambiental

Observa-se que o valor da natureza tem passado, predominantemente, pelos critérios de mercado, que são incapazes de traduzir o valor ético dos elementos naturais (STEIGLEDER *apud* LEITE; RIZZATTI, 2007). Por isso, é crescente a preocupação com os danos ambientais causados pelas atividades econômicas.

Dessa forma, constitui-se como dano ambiental toda alteração nociva a qualquer elemento natural (LEITE; RIZZATTI, 2007). A responsabilidade objetiva do causador do dano ao meio ambiente é fundamentada na teoria do risco integral, na qual a obrigação de reparar o dano causado independe da existência de culpa ou não de quem pratica a ação. Este princípio permite a interferência do Poder Público para garantir que haja conservação e deveria obrigar as empresas a condicionarem suas atividades econômicas à conservação ambiental.

Nestes casos, quando não existe a possibilidade de restabelecer o ambiente degradado pelas ações

antrópicas, a solução adotada é a compensação ambiental (LEITE; RIZZATTI, 2007). Ou seja, este instrumento de gestão ambiental surge como uma alternativa para compensar os efeitos degradantes causados por empreendimentos ao meio ambiente, sendo fundamentada no princípio poluidor-pagador.

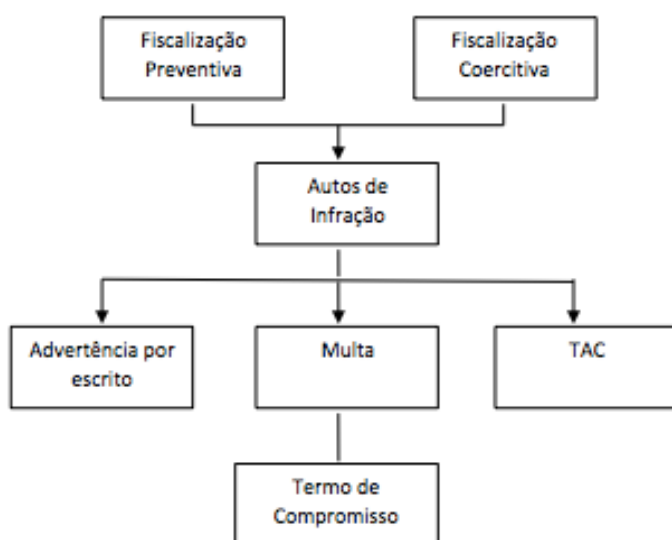
A Constituição Brasileira consagra o princípio poluidor-pagador. Segundo o art.225, § 3º da Constituição Federal, “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

De acordo com Rodrigues (2007) a compensação ambiental é imposta pelo ordenamento jurídico aos empreendedores, sob a forma de duas modalidades distintas: a forma preventiva e a forma corretiva.

No caso da compensação preventiva, que se dá por ocasião do licenciamento ambiental de empreendimentos que causem significativo impacto ao ambiente, o pagamento deverá ser efetuado no período da implantação, isto é, na fase da licença prévia ou no máximo até a fase da implantação, e será exigida a assinatura de um Termo de Compromisso (Rodrigues, 2007). É importante salientar que esse pagamento não exime o empreendedor da reparação de danos eventualmente causados, uma vez que essa modalidade de compensação ambiental será destinada somente às unidades de conservação.

Já o segundo caso de compensação ambiental, de caráter corretivo, visa reparar um dano efetivamente causado ao meio ambiente, em atendimento aos princípios da restauração, recuperação e reparação ambiental, previstos no artigo 225 da Constituição Federal. Neste caso,

Figura 01 Estrutura para geração de autos de infração e suas consequências.



Fonte: Elaboração dos autores, 2010.

exige-se a assinatura de um Termo de Ajustamento de Conduta - TAC com eficácia de título executivo extrajudicial (BRAGA, 2009).

Em 1987, a Resolução nº 10 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, em seu artigo 1º afirma que:

“Para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, o licenciamento de obras de grande porte, assim considerado pelo órgão licenciador com fundamento no RIMA terá sempre como um dos seus pré-requisitos, a implantação de uma Estação Ecológica pela entidade ou empresa responsável pelo empreendimento, preferencialmente junto à área”.

Embora diferente do que se entende hoje por compensação ambiental esta pode ser considerada uma das primeiras normas legais que trata sobre este mecanismo, e que contribuiu para o surgimento de legislação específica sobre o assunto.

O instrumento da Compensação Ambiental, que segundo Braga (2009), caracteriza-se como um instrumento de Comando e Controle, está contido no Artigo 36 da Lei Federal nº 9.985 de 18 julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e que é regulamentado pelo Decreto nº 4340, de 22 de agosto 2002, alterado pelo Decreto nº 5.566/05 (RODRIGUES, 2007). De acordo com o artigo 36 do SNUC, como forma de compensação ambiental o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidades de conservação do grupo de proteção integral. Este mesmo artigo, fala que o valor dos recursos destinados pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento (0,5%) dos custos totais previstos para implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de

acordo com o grau de impacto ambiental.

Este percentual fixado tem causado bastante polêmica, pois não havia uma previsão máxima do percentual incidente sobre o valor total vinculado à execução do empreendimento. Apenas não poderia ser inferior a 0,5%. Ou seja, para o empreendedor não havia exatidão do valor total que seria investido em suas atividades, uma vez que a quantia atribuída à compensação ambiental poderia influenciar consideravelmente em suas despesas (TREVISAN, s/d).

Por este motivo, foi aberta no Supremo Tribunal Federal uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (A.D.I. 3.378-6/DF, 09/04/2008 para o artigo 36 e seus § 1º, 2º, e 3º da Lei Federal nº. 9985/00 – que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação) pelo Presidente da República e Congresso Nacional.

O Supremo Tribunal Federal julgou parcial esta ação direta de inconstitucionalidade e por isso, em maio de 2009 entrou em vigor o Decreto nº 6.848, que em seu artigo 31 determina que o Valor da Compensação Ambiental seja calculado pelo produto do Grau de Impacto com o Valor de Referência, de acordo com a fórmula a seguir:

$$CA = VR \times GI$$

onde:

CA - Valor da Compensação Ambiental;

VR - somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento; e

GI - Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir

valores de 0 a 0,5%, a ser definido pelo órgão ambiental.

A instituição do Decreto Federal nº. 6.848 foi favorável aos empreendedores brasileiros, mas ao mesmo tempo, gera dúvida em relação à efetividade das atividades compensatórias a serem realizadas.

Além disso, desde 2005, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental. Sua formação obedece aos critérios estabelecidos pelo SNUC, ao prever que pelo menos 0,5% (meio por cento) do valor de empreendimentos com grande impacto ambiental serão destinados para investimentos em Unidades de Conservação. Sua composição é opcional, ou seja, o empreendedor que não gera impactos ambientais significativos também pode participar do FNCA (RODRIGUES, 2007).

Atualmente, tem-se observado que grande parte dos casos de compensação ambiental para reparação de dano causado ao ambiente não tem sido exitosos, seja por não cumprimento pelo empreendedor, seja por falta de fiscalização e controle do órgão ambiental. Isso ocorre devido a diversos fatores, dentre os quais podem ser destacados a falta de acompanhamento dos acordos previstos nos Termos de Compromisso e a fiscalização ineficiente por parte dos órgãos de controle ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de analisar a eficácia deste instrumento de gestão ambiental, referente às penalidades disciplinares, descrito pela Política Nacional de Meio Ambiente, utilizou-se os Autos de Infração disponíveis no arquivo da Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco – CPRH. Verificou-se 120 autos de infração de 18 usinas sucroalcooleiras localizadas na Zona

da Mata de Pernambuco entre os anos de 1978 a 2010.

Com relação às penalidades, estas poderiam ser multas, advertências por escrito e solicitação de projetos. Em 84% dos casos foram aplicadas multas com valores variados, em 14% dos casos foram feitas apenas advertências por escrito, e apenas 2% dos casos caracterizaram solicitação de projetos para reparação do dano. É importante observar que as causas destas penalidades nos Autos de Infração oscilam até os dias atuais apenas entre despejo de efluentes líquidos sem tratamento no corpo d'água, sobretudo o vinhoto, e com a fuligem lançada pelas chaminés, o que induz a acreditar que estes problemas ainda não foram sanados mesmo com a aplicação das multas.

Com relação ao tipo de poluição, observou-se a quase totalidade dos casos refere-se às questões de poluição hídrica, enquanto que a poluição atmosférica representa apenas 6,6% dos casos, conforme o gráfico 01. Apenas um Auto de Infração foi lavrado pela ausência de Licença ambiental. Em nenhum dos documentos analisados foram aplicadas penalidades por poluição do solo, desmatamento, ou descumprimento do Código Florestal.

Como observado, a maioria dos casos faz menção ao lançamento de vinhoto, águas de lavagem de cana e caldas sem tratamento no corpo d'água. As bacias hidrográficas mais atingidas pela poluição causada pelo setor sucroalcooleiro são as do Rio Goiana, Sirinhaém e Ipojuca.

De acordo com Sobral (2005) grande parte das indústrias localizadas na Zona da Mata pernambucana é do tipo sucroalcooleira, que tem como principal resíduo o vinhoto que é rico em matéria orgânica e minerais, com destaque para o Potássio. Mesmo sendo utilizada para a fertirrigação, sua disposição sem controle no solo constitui risco para a poluição dos recursos hídricos. A poluição causada pelo vinhoto pode ocorrer tanto por meio de poluição difusa, através do escoamento causado pelas águas da chuva ou irrigação, como por meio da poluição pontual, através das "ligações clandestinas" para o lançamento do efluente diretamente no rio. Evidencia-se a permanência de "velhos hábitos", pois a prática é proibida pela Portaria do Ministério do Interior nº 323 de 1978.

O Relatório do Monitoramento de Bacias Hidrográficas de Pernambuco, realizado em 2003, pela CPRH, afirmando que a qualidade das águas das bacias hidrográficas monitoradas fica comprometida principalmente nos trechos que ficam a jusante das atividades da agroindústria

canavieira. Além disso, os resultados das análises nas estações de monitoramento contidas no relatório expõem que no período da safra canavieira, tendo em vista o potencial poluidor das usinas e destilarias de álcool, a carga orgânica encontrada excede a capacidade de autodepuração dos rios, reduzindo substancialmente a qualidade da água, observando-se o comprometimento da qualidade da água nos rios: Goiana, Jaboatão, Pirapama, Ipojuca, Sirinhaém e Una.

Ainda sobre este assunto, a CONDEPE/FIDEM (2005), afirma que alguns dos principais impactos ambientais que afetam os recursos hídricos na bacia do rio Ipojuca são: poluição atmosférica produzida pela emissão de fuligem decorrente da queima do bagaço de cana nas caldeiras das usinas de açúcar; o plantio de cana-de-açúcar e outras culturas às margens dos rios; e o lançamento de vinhaça e de água de lavagem da cana, provenientes de depósitos localizados próximos aos cursos d'água.

Apenas 21 autos de infração geraram termos de compromisso para o ajustamento da atividade, dos quais 19 foram referentes a casos de poluição hídrica e apenas 02 de poluição atmosférica. Estes Termos de Compromisso podem permitir a remissão de parcela variável entre 20% e 90% do valor total da multa para fazer cessar ou corrigir a degradação ambiental.<sup>1</sup> Fato que pode ter sua eficiência questionada visto que é observado na prática a reincidência das multas aos empreendimentos.

Com relação às penalidades compensatórias descritas na Política Nacional de Meio Ambiente, destaca-se que a compensação por ocasião do licenciamento raramente é imposta ao setor sucroalcooleiro em Pernambuco, visto que a solicitação da licença de operação se dá

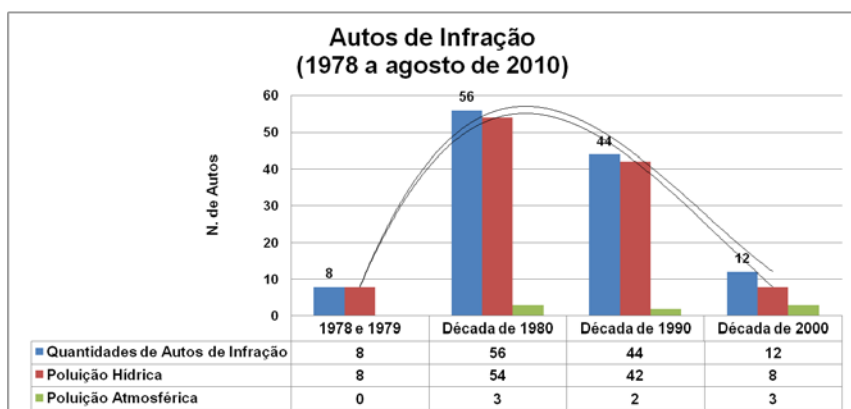


Gráfico 01: Autos de infração de 1978 a agosto de 2010.  
Fonte: MELO, 2011.

<sup>1</sup> De acordo com o artigo 40 da lei estadual 12.916/05.

anualmente apenas na moagem da cana. Por este motivo, os casos existentes referem-se a compensação de caráter corretivo, visando a reparação de dano ambiental causado.

Nesse sentido, o processo de compensação ambiental nº 02019.001523.2005-12 acompanhado pelo IBAMA de Pernambuco em uma usina do setor sucroalcooleiro localizada na Zona da Mata Norte do Estado ilustra algumas das dificuldades normalmente encontradas para a consolidação desta ferramenta de gestão ambiental.

O processo teve início em 2003, a partir de um indiciamento do Ministério Público, sob acusação de incêndio em área de Mata sem autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), como exige o Decreto Federal (DF) nº. 2661 de 08/07/1998.<sup>2</sup>

A denúncia da queimada foi feita por funcionário do Ministério Público, que ao passar pela estrada PE-063, presenciou os focos de incêndio. A usina alegou não ser a responsável pela queima, haja vista que a área atingida não estava sendo tratada para o preparo do corte de cana. Entretanto, independente da existência de culpa, de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei Federal nº.6.938/81,

“o poluidor é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente”.

Adota-se com esta lei, a teoria do risco integral, onde nada pode romper a causalidade, ou seja,

<sup>2</sup> “Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências”.

não é permitido qualquer excludente de responsabilidade. Cabe a empresa assumir obrigatoriamente todos os riscos ambientais aos quais a atividade econômica que desempenha está exposta.

Dessa forma, em maio de 2003 firmou-se um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o Ministério Público Estadual da Comarca de Amaraji e a Usina devido aos incêndios ocorridos nos limites da usina. O objetivo deste TAC foi estabelecer o compromisso do cumprimento de medidas destinadas a interromper a degradação do ambiente promovida pela prática de queimadas realizadas sem o devido aceiro.<sup>3</sup>

Além do descumprimento do DF nº. 2661 de 08/07/1998, o Ministério Público fundamentou a justificativa do TAC nas seguintes questões: falta de aceiros para a realização de queimadas está devastando a Mata Atlântica, art. 3º da Política Nacional do Meio Ambiente e art. 225<sup>4</sup> da Constituição Federal (CF).

O TAC determinou a prática de algumas condutas pela Usina, tais como:

- construir aceiros ao realizar qualquer queimada;
- prestar queixas na delegacia quando ocorrer incêndios criminosos;
- enviar mensalmente o cronograma das queimadas a serem realizadas para a promotoria de justiça;
- reflorestar um engenho, propriedade da usina, com mudas de espécies de Mata

<sup>3</sup> “Espaço devastado de vegetação, que se abre em torno das residências rurais ou à margem de um trecho conflagrado por incêndio nas matas, para impedir a propagação do fogo”. (Dicionário Aurélio Buarque de Holanda)

<sup>4</sup> “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”.

Atlântica num prazo de 12 meses;

- sinalizar as áreas onde ocorrerão as queimas controladas com o objetivo de informar a vizinhança local; e,
- respeitar os limites do Departamento de Estradas e Rodagens (DER) ao atear fogo próximo às rodovias e demais limites estabelecidos no DF nº. 2.661/98.

O TAC ainda determina que o acompanhamento das implementações propostas neste termo deverá ser realizado pelo IBAMA, cientificando à Promotoria de Justiça à ocorrência de irregularidades. Caso a usina não cumprisse os compromissos acordados, seria aplicada uma multa diária no valor de R\$500,00 (quinhentos reais). Nos anos seguintes foram realizadas vistorias e relatórios conforme a tabela 02:

primeiro relatório<sup>5</sup> sobre o reflorestamento da usina foi entregue pelo empreendedor ao IBAMA em maio de 2005. De acordo com este documento, os focos de incêndio acidental ocorreram em duas áreas que somadas abrangem 1,45ha, e foram considerados pelo empreendedor como de “*pouca significância em termos de degradação ambiental*”, desconsiderando a proibição de devastar áreas de Mata Atlântica e os benefícios dos serviços ambientais oferecidos pelo ecossistema.

De acordo com o mesmo relatório, a empresa encontrou dificuldades para execução da compensação ambiental devido à realocação dos funcionários para trabalhar na área de reflorestamento, a reabertura e

<sup>5</sup> Relatório sobre o estado atual do reflorestamento realizado no Engenho Batateiras, pela Usina União e Indústrias, atendendo ao disposto no TAC assinado como o Ministério Público Estadual.

**Tabela 02:** Relatórios entregues durante o processo de compensação

Ano	Ações
2005	1º Relatório entregue pelo Empreendedor
2005	1º Relatório do IBAMA referente a vistoria das Áreas
2006	2º Relatório do IBAMA referente a vistoria das Áreas
2006	Relatório do IBAMA ao Ministério Público, Comarca do município de Amaraji

Fonte: Elaboração dos autores, 2009.

manutenção dos aceiros nos períodos secos do ano e um novo foco de incêndio acidental na Área II, que gerou a necessidade de replantio em 2005. Essas dificuldades podem apresentar certo desinteresse me manter o processo de compensação, visto que realocação de funcionários, abertura de aceiros são dificuldades facilmente resolvidas de forma administrativa na usina.

Em 2005, o IBAMA realizou vistoria nas áreas de compensação, entretanto, não considerou o projeto efetivamente implantado, haja vista que as plantas ainda estavam na fase jovem. O órgão ambiental também sugeriu que o Ministério Público fizesse um aditamento ao TAC, tentando corrigir a falha observada na formulação do termo, para que a usina realizasse a manutenção do reflorestamento durante cinco anos a partir de 2005, com a finalidade de garantir a implementação do projeto, devendo apresentar a cada ano um relatório técnico das atividades realizadas.

O Ministério Público Estadual, por sua vez, acatou as sugestões do IBAMA e incluiu no aditamento do TAC, exigindo também a responsabilidade da Usina de arcar com os custos<sup>6</sup> das vistorias técnicas a serem realizadas pelo órgão de controle ambiental.

<sup>6</sup> O valor estipulado da vistoria até 250 ha. foi R\$289,00, devendo acrescer R\$0,55 por cada hectare excedente.

A segunda inspeção do reflorestamento foi realizada em 2006. Este novo Laudo Técnico do IBAMA sugeriu replantio de mudas de Mata Atlântica no período chuvoso nas duas áreas em função de algumas falhas observadas e um novo termo aditivo exigindo o replantio para eliminar as falhas; envio dos relatórios anuais;<sup>7</sup> pagamento das vistorias e apresentação de um cronograma das operações de replantio, roço, coroamento, adubação e manutenção dos aceiros.

Ainda em 2006, o IBAMA enviou um relatório ao Ministério Público da Comarca de Amaraji confirmando a implantação total da compensação ambiental através do replantio das áreas, continuidade dos tratamentos culturais e manutenção dos aceiros. Segundo o documento, a Usina não colocou placas indicando o projeto de recuperação.

Contrastando com a afirmação de se tratar de uma pequena área, a recuperação solicitada pelo IBAMA mostrou-se bastante complexa sob a ótica biológica e o processo iniciado em 2003, após a entrega de vários relatórios de vistorias pelo empreendedor e pelo IBAMA, estava previsto para terminar apenas em 2010. Porém, não há registro de relatórios ou laudos tanto do IBAMA, como da usina após 2006, o que demonstra, no mínimo, a falta de

<sup>7</sup> Não consta no processo o relatório de 2006

fiscalização ao cumprimento das exigências do Termo de Ajustamento de Conduta.

Além disso, foram observadas diversas falhas, tanto na execução do projeto por parte do empreendedor, como da própria formulação do TAC e exigências do Ministério Público e IBAMA. Fato este que expõe a fragilidade e as incertezas das ações de compensação ambiental no Estado de Pernambuco.

Neste sentido, Braga (2009) afirma que a situação precária da fiscalização ambiental evidencia-se, por vezes, muito mais crítica nos Estados do Norte, Nordeste e Centro Oeste, onde a influência econômica na política local e a baixa tradição em compatibilizar atividades empresariais com a conservação ambiental não são acentuadas. Aliado a isto, os órgãos técnicos de meio ambiente apresentam número de pessoal restrito e insuficiente para fazer as vistorias e acompanhamentos, e esta lentidão prejudica a efetivação dos projetos de compensação ambiental, como foi observado.

## CONCLUSÕES

Embora exista legislação específica para a regulamentação de atividades causadoras de impactos ambientais no Brasil, verificou-se nos casos analisados a incapacidade dos órgãos fiscalizadores do Estado de Pernambuco – CPRH e IBAMA – de aplicar com eficiência as penalidades disciplinares e compensatórias referentes aos danos ambientais promovidos pelo desenvolvimento da agroindústria canavieira.

Embora os Autos de Infração apresentem cobranças de multas como punição dos crimes cometidos pelas usinas em razão dos impactos ambientais provocados, a exemplo do lançamento de fuligem e vinhoto, este tipo de penalidade não garante

o cumprimento da lei. Não obstante, menos de 20% dos 121 Autos de Infração analisados provocaram a criação de Termos de Ajustamento de Conduta, que por sua vez, muitas vezes são perdoadas conforme o artigo 40 da lei estadual 12.916/05. Uma das hipóteses para a pouca eficiência das penalidades disciplinares é a falta de fiscalização dos órgãos ambientais aos empreendimentos, haja vista que as causas dos Autos de Infração repetem-se de 1978 aos dias atuais.

No que diz respeito à compensação ambiental, o caso ilustrado também demonstrou o rendimento insatisfatório desse outro instrumento de penalidade. Diversos foram os entraves encontrados para a efetivação desta ferramenta de gestão ambiental: lapsos na execução do projeto por parte do poluidor, participação inexpressiva dos órgãos ambientais como o IBAMA e a CPRH, que na maioria dos casos não possuem infraestrutura necessária para ampliar as ações de fiscalização e controle neste processo. Além disso, encontram-se dificuldades técnicas no próprio Ministério Público Estadual para a formulação de um Termo de Ajustamento de Conduta que seja adequado à realidade na qual está inserido, o que muitas vezes atrasa e compromete o desempenho da compensação.

Aliado a isto, os órgãos técnicos de meio ambiente apresentam número de pessoal restrito e insuficiente para fazer as vistorias e acompanhamentos, e esta lentidão prejudica a efetivação dos projetos de compensação ambiental, como foi observado no estudo de caso analisado.

Apesar das falhas, não se pode negar a importância deste processo de controle ambiental relativo ao setor sucroalcooleiro, visto que além das ações impactantes ao ambiente ressalta-se o poder político do setor sustentado no arcabouço histórico do qual

Pernambuco foi e continua sendo cenário.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.C. **A história das usinas em Pernambuco**. Recife: Massangana, 1989.

ANDRADE-NETO, J.C. **O Estado e a agroindústria canavieira no Nordeste Oriental: Modernização e proletarianização**. São Paulo: Tese de doutorado— Universidade de São Paulo, 1990.

BRAGA, R.A.P. **Instrumentos para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2009.

Agência CONDEPE/FIDEM. **Rio Ipojuca** (Série Bacias hidrográficas de PE). Recife, nº1, 2005.

BRASIL. Portaria do Ministério do Interior nº 323, de 29 de novembro de 1978. Proíbe o lançamento de vinhoto em coleções de água.

BRASIL. Lei 6.938/81 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. **Diário Oficial da União**, 2 de setembro de 1981.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto Federal nº99.274 de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 07 de junho de 1990.

BRASIL. Lei 9.985/00 de 19 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional

de Unidades de Conservação. **Diário Oficial da União**, 19 de julho de 2000

BRASIL. Decreto Federal nº6.848 de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental. **Diário Oficial da União**, 15 de maio de 2009.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 10 de 03 de dezembro de 1987. **Diário Oficial da União**, 18 de março de 1988; Seção I, pág. 4.562

DÉ CARLI, G. **Açúcar Amargo**. Recife: Cia Editora de Pernambuco, 1982.

Decreto Federal nº. 2661 de 08/07/1998. Disponível em: [www.lei.adv.br/2661-98.htm](http://www.lei.adv.br/2661-98.htm). Acesso dia: 13/12/2009.

DIAS, Reinaldo. **Turismo sustentável e meio ambiente**. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAS. M.C.O. (Org.). **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Processo nº. 02019.001523.2005-12.

LEITE, J.; RIZZATTI Jr, G. Compensação ambiental em unidades de conservação por danos ao meio ambiente. In: ORTH, Dora; DEBETIR, Emiliana (organizadoras). **Unidades de conservação: gestão e conflitos**. Florianópolis: Insular, 2007.

LIMA A.A. **A crise que vem do verde da cana:uma interpretação da crise financeira do Estado de Alagoas no**

período de 1988-96. Maceió: EDUFAL, 1998

MELO, M.G.S. **Gestão Ambiental no setor sucroalcooleiro de Pernambuco: Entre a inesgotabilidade dos recursos naturais e os mecanismos de regulação.** Recife: Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, 2011.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 12.916 de 08 de novembro de 2005. Dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações administrativas ambientais, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Poder Executivo, Recife, em 09 de novembro de 2005.

RODRIGUES, A. M. Compensação ambiental. 2007. Disponível em: [http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id\\_dh=142](http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=142). Acessado em: 15/12/2009

SANTOS, T. dos. **A teoria da dependência: balanços e perspectivas.** RJ: Civilização Brasileira, 2000.

SOBRAL, M. C. ; GUNKEL, G.; ROHN, H.; AURELIANO, J. Avaliação do Monitoramento da qualidade da Água de Rios Intermitentes: o caso do Rio Ipojuca, Pernambuco. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2005, João Pessoa. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005.

STF – Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3378-6 de 9 de abril de 2008.** ADI Proposta pela Confederação Nacional das Indústrias - CNI em desfavor do artigo 36 e seus § 1º, 2º e 3º, todos da lei Federal nº9.985 de 18 de julho de 2000. Supremo Tribunal Federal, 9 de abril de 2008.

TREVIZAN, V.P. **Compensação do Impacto Ambiental.** 2009. Disponível em:

<http://www.observatorioeco.com.br/index.php/compensacao-do-impacto-ambiental/>. Acesso dia: 15 de dezembro de 2009.

# Quantification of greenhouse gases emission from sugarcane burnings: a study case in savanna areas of Brazil

## ABSTRACT

In Brazil, the cultivation of sugar cane is regarded as emitting greenhouse gases (GHGs) when associated with the use of burnings in the pre-harvest, depending also on the physiognomy of native vegetation converted to its installation (i.e. in the format of grass, bushes or trees). This study aims at estimating GHG emissions in areas of sugarcane cultivation in the State of Goiás, core area of the Cerrado biome, between 2005 and 2009. Thus, it was considered the hypothetical use of pre-harvest burning and its gradual reduction. The areas with sugarcane fields and where fire is used were also identified, providing actual data for the recalculation of GHG emissions. The maps show a concentration of sugarcane cultivation in the southern, central and southwestern areas of Goiás. Assuming all that sugarcane production is exposed to fire (during the reference period), it was observed the emission of four greenhouse gases (methane, nitrous oxide, carbon monoxide and nitrogen oxide). The Federal Law helps restrain the use of fire, allowing the replacement of this technology. In Goiás, the extent of areas with burning cane fields are fragmented and small, emitting 105.95 Gg C-CO<sub>2e</sub> in the period studied (14.75% of total area for planting of the sugarcane), making production relatively clean.

**KEYWORDS:** *Savanna environment, Cerrado, Sugarcane, Greenhouse gases emission, Burnings.*

## RESUMO

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar é considerada como emissora de gases de efeito estufa (GEEs) quando associada ao uso de queimadas na pré-colheita, dependendo também da fisionomia da vegetação nativa convertida para sua instalação (i.e. graminosa, arbustiva ou arbórea). Este trabalho visa estimar as emissões de GEE em áreas de cultivo de cana no Estado de Goiás, área core do bioma do Cerrado, entre 2005 e 2009. Assim, considerou-se o uso hipotético da queima na pré-colheita e a sua redução gradativa. Também mapeou-se as áreas com canaviais e que utilizam o fogo, fornecendo os dados reais para o recálculo das emissões de GEE. Os mapas mostram uma concentração do cultivo da cana na regiões sul, central e sudoeste de Goiás. Assumindo que toda essa produção de cana seja exposta ao fogo (durante o período considerado), observou a emissão de quatro GEEs (metano, óxido nitroso, monóxido de carbono e óxido de nitrogênio). A Lei Federal auxilia a coibir o uso do fogo, permitindo a substituição desta tecnologia. Em Goiás a extensão das áreas de canaviais com queima são fragmentadas e pequenas, emitindo 105,95 Gg C-CO<sub>2e</sub> em todo o período estudado (4,87% da área total destinada ao plantio da cana-de-açúcar), tornando a produção relativamente limpa.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ambiente savanna, Cerrado, Cana-de-açúcar, Emissão de gases com efeito de estufa, Queimadas.*

## Alcione Borges

Economist. Doctorate Student in Environmental Sciences Program / Federal University of Goiás (scholarship from CAPES)  
Email: [agroeconomic@gmail.com](mailto:agroeconomic@gmail.com)

## Manuel Eduardo Ferreira

Geographer, Doctor in Environmental Sciences (Federal University of Goiás). Professor at the Federal University of Goiás in Cartography and Geographic Information System (Socio-Environmental Studies Institute), and associate researcher at the Image Processing and GIS Lab. (LAPIG)

## Marlon Nemayer

DTI-CNPq Scholarship Researcher, Image Processing and GIS Lab. (LAPIG) / Federal University of Goiás.

## Fausto Miziara

Sociologist. Doctor in Sociology (University of Brasília). Professor at the Federal University of Goiás (School of Agronomy)

## Francis Lee Ribeiro

Economist. Doctor in Applied Economics (Federal University of Viçosa). Professor at the Federal University of Goiás (School of Agronomy)



## INTRODUCTION

Despite considered one of the hotspots of biodiversity on the Earth (Myers *et al.* 2000), the Savanna environment in Brazil, locally known as Cerrado, has become in the recent years a very attractive region for the development of biofuels, among which the production of ethanol from sugarcane (FERREIRA *et al.* 2007; ALMEIDA, 2003). The good efficiency of ethanol from sugarcane face other biofuels and fossil fuels, such as gasoline and diesel, provides a positive reflection for the Brazilian sugarcane industry, among which the significant expansion of sugarcane plantations in this biome (MENDONÇA, 2010; GIBBS *et al.* 2008). However, the common practice of burnings in the sugarcane pre-harvest phase threatens the environmental sustainability of this cultivation due essentially to the emission of greenhouse gases.

The agricultural frontier for ethanol activity in Brazil has been now concentrated in the Midwest region of the country, more specifically in the savanna environment (locally known as Cerrado), already heading other important biomes like Pantanal and Amazonia, and making this activity essential to the economic and environmental monitoring (ALVES AND WANDER, 2010; RIBEIRO *et al.* 2009). In the specific case of Goiás, a state located in the core area of the Cerrado (central area in Brazil), the production of sugarcane ethanol is intensified since 2000, becoming coexistent with the already established production of grains (soybeans), cotton, rice and livestock (dairy and cut) (CASTRO *et al.* 2010), and an attractive region for the production of this renewable fuel (ALVES AND WANDER, 2010).

However the disorganized growth of sugarcane cultivation in Goiás, based on the expansion of cultivated area rather than on the increase of productivity gains (CASTRO *et al.* 2010), is mentioned as

a serious environmental problem, especially for the occupation of areas of native vegetation (forests and savannas) and for the use of burning in the pre-harvest phase of this cultivation (OMETTO *et al.* 2005; BORJA, 2007). Thus it is emitted a large amount of greenhouse gases (direct and indirectly) to the atmosphere, causing several social and environmental damage.

Concerned about the levels of atmospheric concentration of greenhouse gases (GHG) resulting from this agricultural practice, in 1998 the Brazilian government met the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change, by determining the gradual reduction of burning use at the mechanized areas by 2020 (in some regions, this period was reduced to 2014). Within this analytical perspective, this article aims at estimating the GHG emissions at sugarcane plantation

areas in Goiás from 2005 to 2009. In order to meet this result the possibility of the use of two different and substitutes technologies will be considered: with and without the use of burnings. Following that the sugarcane expansion areas fields with burning scars will be identified by means of geo-referencing, providing actual data for the recalculation of GHG emissions.

## METHODOLOGY

### Study area

This research is restricted to the State of Goiás, central area of Cerrado biome, due to its natural features, agricultural development (the second largest producer of ethanol in Brazil since 2009) and government incentives, factors that helped the establishment and expansion of sugarcane cultivation in the region (Fig. 1).

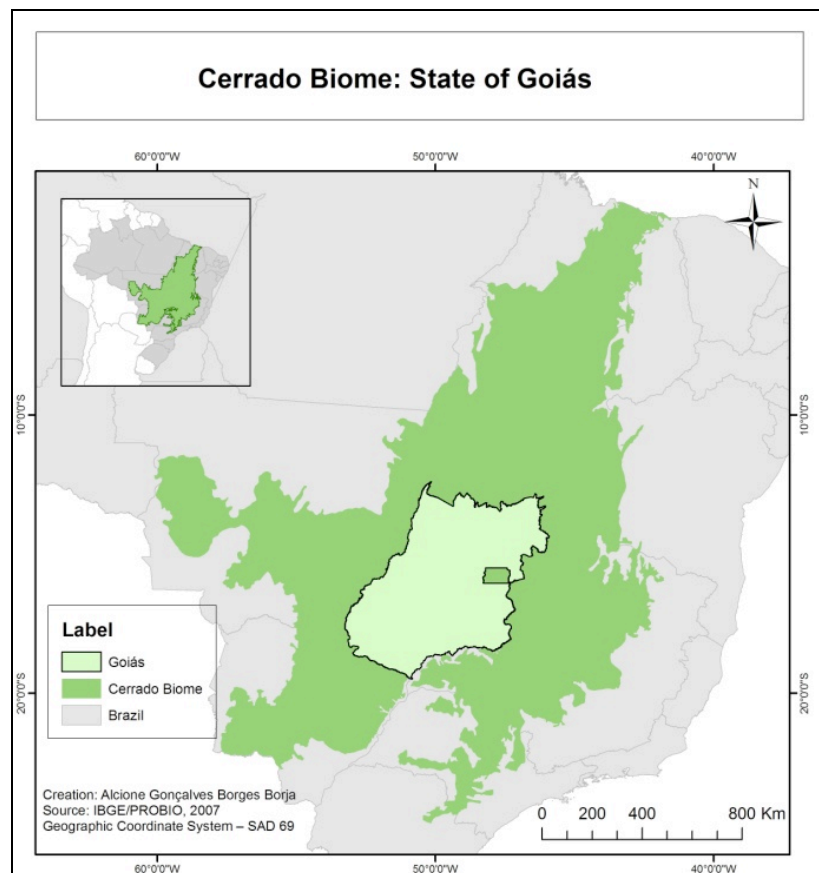


Fig. 1 - Study area, with the limits of the Brazil, Cerrado biome and the State of Goiás.

### Database and processing stages

Based on the methodology of international policies on climate change and on the information in relation to Greenhouse Gas (GHG) emitted as a result of inadequate management with the use of fire in sugarcane pre-harvest (*Saccharum spp.*), in this case the state of Goiás - period from 2005 to 2009, this article follows the calculations guidelines used in the first Greenhouse Gas Anthropogenic Emissions Inventory (MCT 2002), which adapted the methodology presented in the Fourth Module of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Reference Manual (IPCC, 1997).

Attending to the last guideline suggested by the manual, which proposes the inclusion of a law to reduce GHGs, here follows Borja's (BORJA, 2007) proposal, which considers the Decree Law No. 2.661/1998, paragraph IV which regulates the gradual reduction of fire use in a quarter (minimum) of the mechanized agricultural area, every 5 years, not exceeding the limit of 2020. With such methodological grounds, all the sugarcane production in Goiás is considered to be done in mechanized areas and

due to this two different scenarios are proposed: 1) with 100% use of fire and with gradual reduction (from 2005 to 2009 - study period - with 50% reduction).

Finally, it is also analyzed the data from CANASAT Project (2010) sugarcane plantations, based on satellite data (Landsat-TM), to identify and track the spatial distribution of sugarcane plantations in the State of Goiás from 2005 to 2009. This data was analyzed together with images of fire scars, generated WIST NASA (2010) by the MODIS (Product MCD451A) sensor, pointing out the burning areas in the sugarcane plantations in Goiás between 2005 to 2009. From this data it was recalculated the actual emission of anthropogenic gases based on the Inventory Methodology (BORJA, 2007; MCT, 2002).

### RESULTS AND DISCUSSION

The current warming in the international demand for ethanol from sugarcane was motivated by replacing fossil fuels (from the Kyoto Protocol) and too by the increase in sale of flex fuel cars (ie. biofuels). This scenario has leveraged the

sugarcane sector in Goiás, making it one of the most promising activities of the agribusiness in the region.

Over the past five years the production of sugarcane in the state of Goiás has nearly tripled, going from 15.642.125 tons in 2005 to 44.064.470 tons in 2009 (CANASAT, 2010). Despite the good productivity (average of 80 tons / ha – 2006 to 2009), the productive expansion basis in this period happened due to the increase by 260% in the planted areas, going from 200 thousand hectares in 2005 to over 520 thousand hectares in 2009 (SEPLAN/SEPLIN, 2010). With this productive supply, Goiás became the fourth largest sugarcane producer in Brazil and the second largest ethanol producer in the country (SIFAE, 2010).

Considering this productive scenario and assuming this total sugarcane production disposition at fire in the pre-harvest, the emission annual average (BORJA, 2007; MCT, 2002) is estimated, in Gig gram ( $Gg = 10^9$ ), of methane ( $CH_4$ ), nitrous oxide ( $N_2O$ ), carbon monoxide (CO) and nitrogen oxides (NOx) from 2005 to 2009 in, respectively, 11.97, 251.47, 0.59 and 21.42. According to this

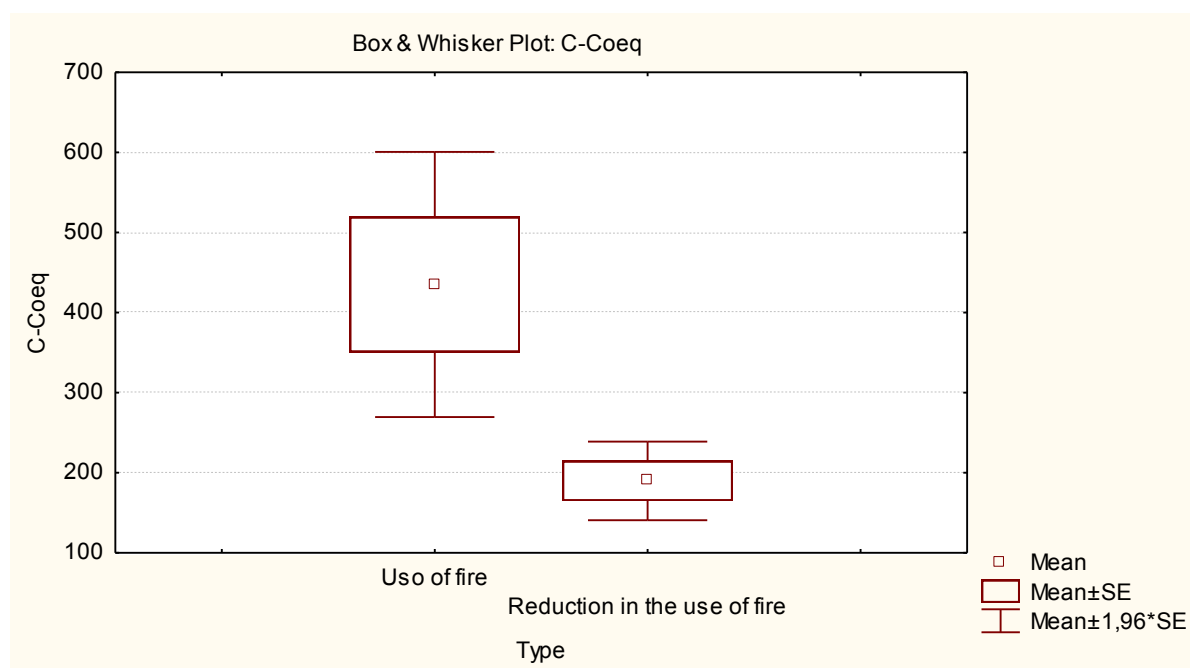


Fig. 2 - Carbon dioxide equivalent emission in accordance with the use of burnings during the pre-harvest and with the reduction of burnings.

data, the sugarcane burning emits a smaller quantity of direct GHGs, i.e. CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O, both being authorized to receive carbon credits by the agricultural projects about Clean Development Mechanism (CDM) activities. The gases not listed in the Kyoto Protocol (CO and NO<sub>x</sub>) had higher emissions, making the CO emission worrying, once it can indirectly interfere in the CH<sub>4</sub> concentration in the atmosphere.

Moreover, the gases CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O can be transformed into one single international unit of measurement that expresses the quantity of these gases in equivalent terms of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), called equivalent carbon dioxide (C-CO<sub>2e</sub>). In this sense the emitted quantity of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O is multiplied by its respective Global Warming Potential (GWP), i.e. by 21 and 310 (UNFCCC 2006), respectively, resulting in an annual average equivalent gases emission of 251.37 and 182.90 Gg C-CO<sub>2e</sub>, or in an annual emission total of 434.27 Gg C-CO<sub>2e</sub> (with the complete burning of the sugarcane).

Even as a facilitator for the

management of sugar cane, the use of fire in the pre-harvest is an issuing agent of greenhouse gases, especially of direct gases (ie. CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O), which are considered more harmful to the global warming among the analyzed gases (MCT, 2002; UNFCCC, 2006). Therefore the possibility of reduction in the use of fire in the sugarcane pre-harvest, through the application of Decree Law 2.661 (1998), favors the reduction of these gases emissions by 50% between 2005 and 2009 (Fig. 2)

As a comparison to an actual scenario, the sugarcane expansion in the region of Goiás was also analyzed through CANASAT (2010) data and with the respective burnt area - based on MODIS sensor - MCD451A product (WIST NASA 2010), to detect the planted area growth and its possible negative effects generated by the use of burning as pre-harvest technology in five consecutive periods: 2005/2006; 2006/2007; 2007/2008; 2008/2009 (Fig. 3)

The establishment and expansion of sugarcane cultivation

are recent in the state of Goiás. Data from CANASAT (Fig. 3a) indicates that the real expansion of the sugarcane sector in the region of Goiás is highly fragmented (average of 4185.80 polygons) and scattered throughout the state, focusing on the central-south region, fertile and mechanized areas, previously, used for the planting of soybeans.

According to data provided by CANASAT, the expansion exceeded double the planted area of sugarcane in 2005 (217,898.04 ha) to the current 451,075.04 ha in 2009. However, was observing in 2009 a decrease of 1.63% in the planted area in compared with 2008. The year 2008 also showed the greatest area available for expansion (142,843.51 ha), favoring the consolidation of the ratoon sugarcane area in 2009 (more than triple the ratoon area in 2005).

Despite this positive expansion, there was also growth in burnings (Fig. 3b) in sugarcane areas in Goiás from 2005 (7724.81 ha) to 2008 (23,866.11 ha), followed by a

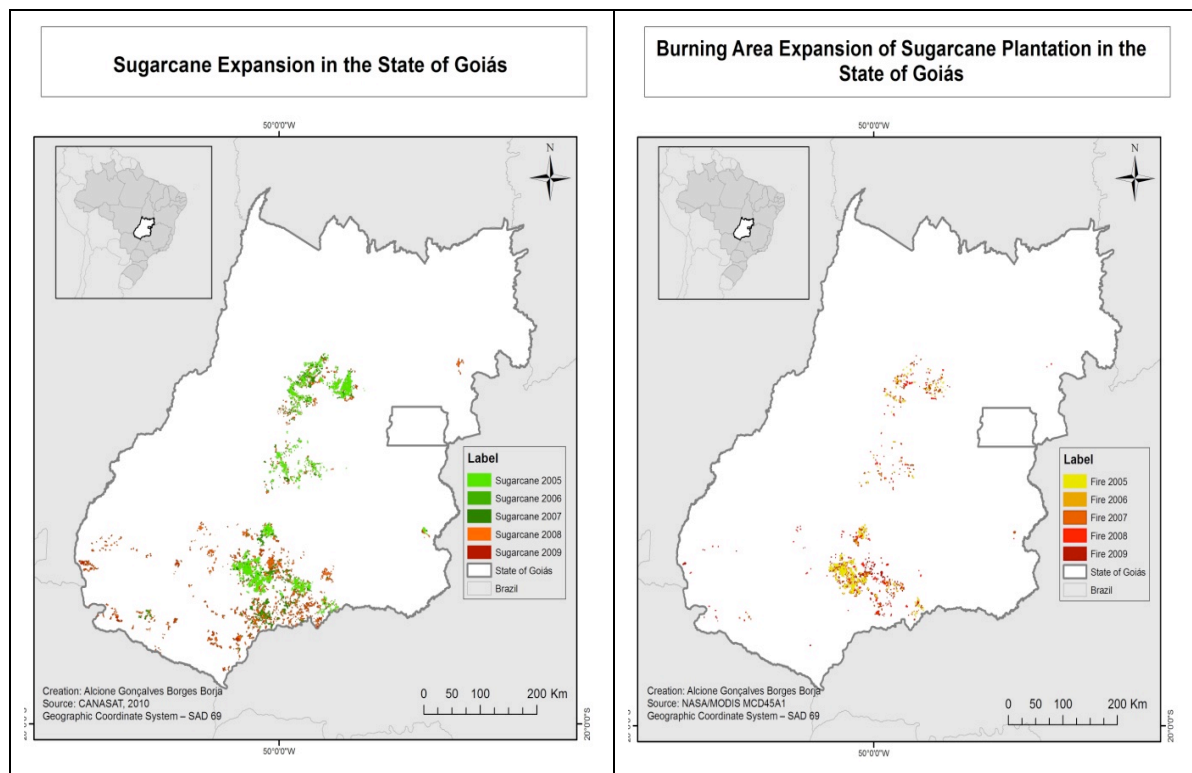


Fig. 3 - Temporal map of sugarcane expansion in the State of Goiás – Brazil, between 2005 and 2009 (3a - left) and its respective burning areas for the same years (3b - right).

period of regression in use of fire (14,389.73 ha). The burnings of sugarcane occur mostly at the stage of ratoon sugarcane (Fig. 4), i.e. from the second cut rods on. The year 2008 is sui generis for presenting a large burning area in the plantation expansion phase (8240.52 ha), however it is not clear whether the fire was imposed before the sugarcane planting or in the pre-harvest.

when supplying a truly cleaner production cycle.

In the future, the introduction of new clean technologies (and affordable) may change the current demand expectations for ethanol from sugarcane, changing the entire scenario of sugarcane productive growth in Goiás and through the world. However, until now, the expansion of this planting for the production of ethanol fuel sets Goiás as a competitive state in the search for a renewable substitute for oil, opening space to expand its national

BORJA, A.G.B. **Potencialidade do canavial brasileiro em mitigar os gases de efeito estufa**. 2007. 183p. Dissertation (Masters degree) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, em consórcio com a Universidade de Brasília e a Universidade Federal de Goiás/Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2007. Available at: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp049792.pdf>>.

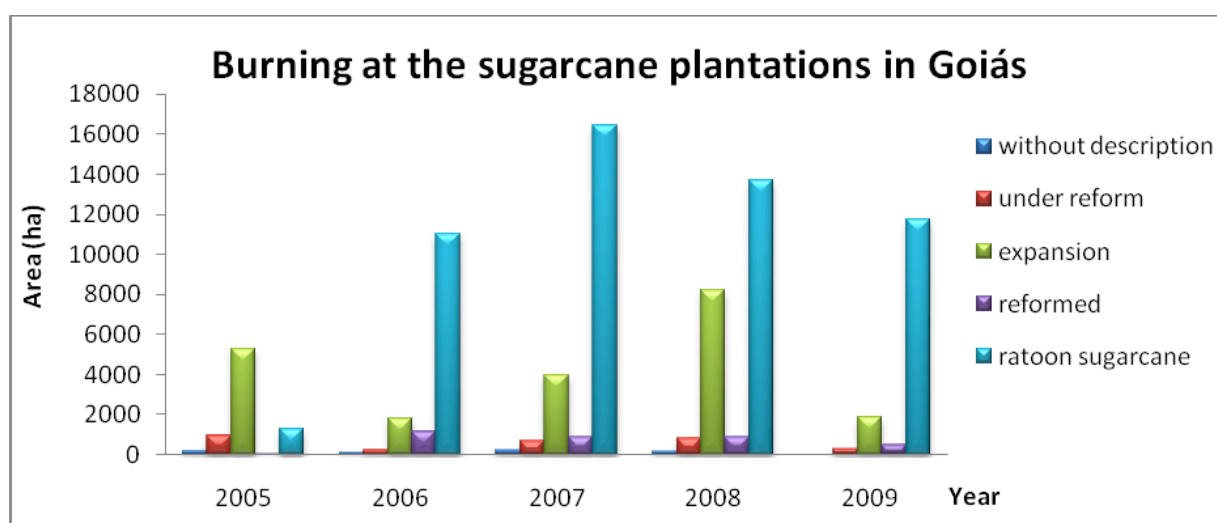


Fig. 4 - Burnt area in the sugarcane plantations in Goiás State by type of planting, as observed through MODIS sensor imagery (MCD45A product).

## FINAL DISCUSSIONS

The burning in the sugarcane pre-harvest is a harmful practice to the environment and society, should be abandoned. State of Goiás does not present itself as a big follower of the use of fire technology. Within the period 2005 and 2009, with the consolidation of the areas planted with sugar cane the practice of using fire, have been issued 105.95 Gg CO<sub>2</sub>e-C, corresponding to 5% of the areas with sugarcane. Thus, considering the percentage of expansion and burning in the sugarcane plantation areas, the ethanol sector in Goiás may become an example in Brazil

and worldwide tradability.

## REFERENCES

ALMEIDA, M.G.de. **Cultura ecológica e biodiversidade**. Mecator - Revista de Geografia da Universidade Federal do Ceará, v. 02, n. 3, 2003, p.71-82.

ALVES, N.C.G.F.; WANDER, A.E. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no cerrado goiano**. Informações Econômicas, v. 40, n. 7. Available at: <[http://www.alfa.br/biblioteca/artigos/artigo\\_20091123d.pdf](http://www.alfa.br/biblioteca/artigos/artigo_20091123d.pdf)>. Access in: Nov. 2010.

BRAZIL. Decree Law nr. 2661, July 8th 1998. **Covers about the establishment of precaution rules relating to the use of fire at agropastoral and forestry practices, gives other supplies**. Available at: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2661.htm)>. Access in: Jun. 2006.

CANASAT. Available at: <<http://150.163.3.3/canasat/mapa/>> Access in: Dec. 2010.

CASTRO, S.S.de. *et al.* **A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no Estado de Goiás: uma análise espacial do processo**. Boletim

Goiano de Geografia, v. 30, n. 01, 2010, p.171-191.

FERREIRA, M. E. *et al.* **Desmatamentos no bioma Cerrado: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS.** In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE, 2007. p.3877-3883.

GIBBS, H. *et al.* **Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology.** [S.l.]: Environmental Research Letters. 2008. Doi: 10.1088/1748-9326/3/3/034001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories:** Workbook. Module 4: Agriculture. Bracknell: UK.1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA; CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – CNPMA. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.** Relatório de Referência: Emissões de gases de efeito estufa na queima de resíduos agrícolas. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, 2002. 106f.

MENDONÇA, M.L. Brazil: Sugar cane plantations devastate vital Cerrado region. **Pacific Ecologist: Agroenergy and alternatives.** Available at: <<http://www.pacificecologist.org/archive/17/pe17-brazil-sugar-cane-devastation.pdf>>. Access in: Nov. 2010.

MYERS, N. *et al.* **Biodiversity**

**hotspots for conservation priorities.** [S.l.]: Nature, v.403, 2000, p.853-858.

OMETTO, A.R.; MANGABEIRA, J.A.de; HOTT, M.C. **Mapeamento de potenciais impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil.** In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005. Anais... Goiânia: INPE, 2005, p. 2297-2299.

RIBEIRO, N.V.; FERREIRAJR, L.G.; FERREIRA, N.C. **Expansão da Cana-de-açúcar no Bioma Cerrado: Uma análise a partir da modelagem perceptiva de dados cartográficos e orbitais.** In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 25-30 de abril de 2009, Natal. Anais... Natal: INEP, 2009, p. 4287-4293.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO - SEPLAN-GO e SUPERINTENDÊNCIA DE ESTATÍSTICA, PESQUISA E INFORMAÇÃO - SEPLIN. **Goiás em Dados, 2010.** SEPLAN-GO / SEPIN / Socioeconomic Statistic Management. 2010. Available at: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/>> Access in: Nov. 2010.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE ETANOL DO ESTADO DE GOIÁS – SIFAEG. Available at: <<http://www.sifaeg.com.br/index.html>>. Access in: Dec. 2010.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **GHC Data 2006: highlights from Greenhouse Gas (GHC) emissions data for 1990-2004 for Annex I Parties.** p.24. Available at: <[http://unfccc.int/files/essential\\_background/publications\\_htmlpdf/application/pdf/ghg\\_booklet\\_06.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/publications_htmlpdf/application/pdf/ghg_booklet_06.pdf)>. Access in: Oct. 2006.

WAREHOUSE INVENTORY SEARCH TOOL - **WIST NASA.** Available at: <<https://wist.echo.nasa.gov/wist-bin/api/ims.cgi?mode=MAINSRCH&JS=1>>. Access in: Dec. 2010.



**ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**

Av. Beira-Mar, 216, 13º andar  
Castelo | Rio de Janeiro | RJ | Brasil | CEP 20021-060  
Tel: (21) 2277-3900 Fax: (21) 2262-6838

[www.abes-dn.org.br](http://www.abes-dn.org.br)