

MONITORAMENTO DA EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO MUNICÍPIO DE CANDIOTA, RS

Cássia Marilda Duarte Lima (*), Elisa Bald Siqueira, Luis Alberto Echenique Dominguez, Rodrigo Brum de Paiva

* Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, *Campus Pelotas-Visconde da Graça*. cassiaduartelima@gmail.com

RESUMO

As emissões de poluentes oriundos da queima do carvão mineral podem causar sérios impactos ambientais e problemas de saúde, principalmente pelas emissões de material particulado, pois os poluentes ficam dispersos na atmosfera por um determinado período, aumentando assim, as suas concentrações. O objetivo do trabalho foi verificar se os níveis de emissões de material particulado provenientes da usina termelétrica do município de Candiota, RS estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental. A determinação das concentrações de material particulado foi obtida através do Amostrador de Grande Volume Modelo (AGV MP10) em quatro núcleos habitacionais do município: Vila Operária, João Emílio, Seival e Dário Lassance. Os resultados obtidos através do monitoramento de qualidade do ar permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental, o que nos leva a crer, que com este tipo procedimento, é possível inferir possíveis contaminações ambientais e problemas de saúde na população, bem como auxiliar na tomada de decisões de ações que visam eliminar ou reduzir tais impactos adversos.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes atmosféricos; Carvão Mineral; Meio Ambiente;

INTRODUÇÃO

O crescimento industrial aliado ao desenvolvimento tecnológico tem contribuído para degradações ambientais, afetando a saúde e a qualidade de vida da população. As emissões atmosféricas interferem no ciclo natural, poluindo solos, recursos hídricos e o ar. Nas últimas décadas tem se intensificado a preocupação com a poluição atmosférica, pois se tem utilizado mais recursos não renováveis para a geração de energia elétrica, devido a grande disponibilidade dessas fontes e a coincidência com períodos de seca e baixa nos reservatórios das hidrelétricas, causando aumento das emissões de poluentes, como: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e material particulado em suspensão (FORNARO 2006 p. 80).

Segundo Cavalcanti (2010 p. 37), a poluição atmosférica e os impactos causados sobre a saúde tem sido foco de estudos realizados em diversos países do mundo; os resultados desses estudos têm demonstrado que as concentrações de poluentes têm causado sérios impactos no sistema respiratório, principalmente pelas emissões de material particulado. O presente trabalho tem por objetivo verificar se os níveis de emissões de material particulado provenientes da usina termelétrica do município de Candiota, RS estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental.

PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO CARVÃO MINERAL

O processo de produção de energia elétrica é realizado a partir do processo de geração de vapor de acordo com a figura 1.

(Brasil, 2008) [...] o carvão é extraído do solo, fragmentado e armazenado em silos para, posteriormente, ser transportado à usina, onde novamente será armazenado. Em seguida, é transformado em pó, o que permitirá melhor aproveitamento térmico ao ser colocado para queima nas fornalhas de caldeiras. O calor liberado por esta queima é transformado em vapor ao ser transferido para a água que circula nos tubos que envolvem a fornalha. A energia térmica (ou calor) contida no vapor é transformada em energia mecânica (ou cinética), que movimentará a turbina do gerador de energia elétrica.

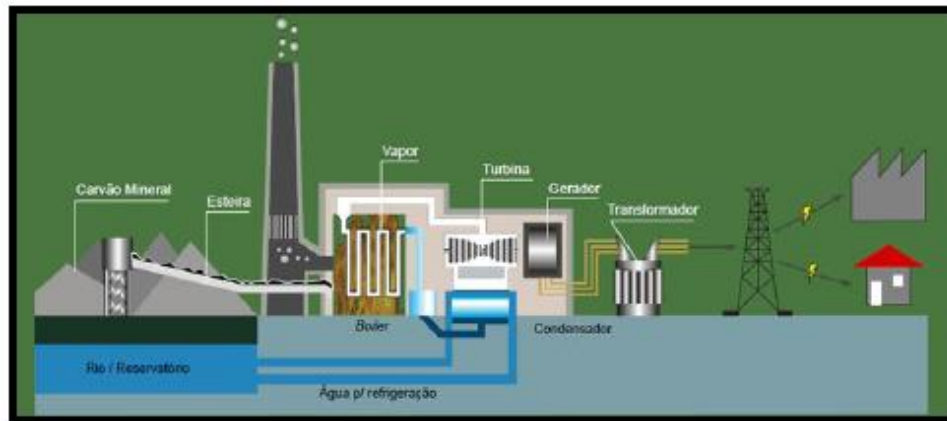


Figura 1: Modelo Esquemático do Processo de Geração de Energia. Fonte: Brasil, 2008.

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Os primeiros problemas ambientais antrópicos documentados decorrentes da utilização do carvão mineral surgiram em Roma há cerca de dois mil anos atrás. No século XIII, o rei da Inglaterra assinou as primeiras leis sobre a qualidade do ar, proibindo o uso do carvão mineral com alto teor de enxofre, e proibiu também a queima do carvão em Londres, pelo odor emitido e a fumaça produzida. Em 1300 o rei Ricardo III fixou taxas para permitir o uso do carvão mineral, em razão da intensa queima de madeiras, reduzindo assim as florestas rapidamente; assim o consumo de carvão mineral se intensificou na época (BRAGA, *et al* 2005 p. 169).

No Brasil a Resolução Nº 03 de 28 de junho de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define que os poluentes atmosféricos são qualquer forma de materiais suspensos com intensidade, quantidade e concentração, tempo e característica, em desacordo com os níveis estipulados pela legislação, caso os níveis estabelecidos tornem ou possam tornar o ar impróprio nocivo à saúde, bem estar, possam causar danos aos seres vivos, à fauna e flora ou à segurança da comunidade.

De acordo com Braga, *et al* (2005 p. 6), a poluição é considerada como uma alteração indesejada nas características físicas, químicas ou biológicas que possam causar prejuízos à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres vivos e outras espécies.

Com o avanço da industrialização tem-se notado uma maior concentração de poluentes na atmosfera, o que contribui para o surgimento de problemas ambientais e sociais.

POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Os poluentes atmosféricos são provenientes de materiais gasosos, líquidos ou sólidos; podem ficar retidos na atmosfera causando danos ao meio ambiente e à saúde humana diminuindo a visibilidade em centros urbanos através das partículas emitidas. De acordo com Brasil, 2008 “De todos os combustíveis fósseis, o carvão é o que lança na atmosfera a maior quantidade de dióxido de carbono além de óxidos de nitrogênio e enxofre, por unidade de energia gerada”.

(Jr, Roméro, Bruna 2004) Os poluentes lançados na atmosfera sofrem o efeito de processos complexos, sujeitos a vários fatores, que determinam a concentração do poluente no tempo e no espaço. Assim, emissões com conteúdos idênticos, sob as mesmas condições de lançamento no ar podem produzir concentrações diferentes num mesmo local, dependendo das condições meteorológicas presentes, como chuvas, condições de inversão térmica, rugosidade e características do terreno e de outras condições locais.

Segundo Braga, *et al* (2005 p. 170), os poluentes atmosféricos são classificados em primários e secundários. Os poluentes primários são lançados diretamente no ambiente, o dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio e monóxido de carbono são exemplos de poluentes primários. Os poluentes secundários formam-se através de reações de substâncias químicas e de determinadas condições físicas que se encontram presentes no ambiente, como o ozônio.

MATERIAL PARTICULADO

De acordo com Baird e Cann (2011 p. 154), o material particulado é sólido pequeno ou partículas líquidas que estão suspensas no ar, são geralmente invisíveis a olho nu, formam a neblina e diminuem a visibilidade.

Segundo Monteiro (2004 p. 29), o impacto causado pelo carvão mineral começa no processo de extração, formando névoas de poeiras, o que já é considerado um impacto ambiental, pois as partículas que ficam suspensas pela ação de vários fatores são conduzidas para outras regiões causando a poluição das águas, acidificação do solo e poluição do ar.

De acordo com Baird e Cann (2011 p. 160), o material particulado está associado principalmente a processos industriais, queima do carvão mineral, e veículos automotores que utilizam óleo diesel. Seu principal problema está associado à saúde devido às partículas possuírem diâmetro menor de 10 µm; correspondem a todas as partículas finas, inaláveis, são aspiradas pelos pulmões, onde não existe um mecanismo de cílios que se alinham nos tubos dos brônquios para capturar as partículas e movê-las para fora do organismo.

Segundo Baird e Cann (2011 p. 156), as partículas finas são formadas através de reações químicas entre gases, as partículas maiores são originadas a partir de fontes naturais e ações antropogênicas. As partículas maiores se dissipam mais facilmente na atmosfera.

(Monteiro, 2005) [...] as partículas grossas, de diâmetro superior a 2,5µm, são menos prejudiciais à saúde humana, pois sedimentam rapidamente, reduzindo a exposição humana por inalação. Quando inaladas, tais partículas são filtradas nos pelos do nariz ou retidas na garganta.

OS RISCOS DAS EMISSÕES DE MATERIAL PARTICULADO

O material particulado emitido através da queima do carvão mineral está associado principalmente a problemas de saúde, devido às partículas serem inaladas facilmente pelo organismo. Essas partículas se depositam na atmosfera e agravam problemas respiratórios como asma e bronquite, principalmente em pessoas com problemas já existentes (MONTEIRO, 2004 p. 25).

Segundo Jr, Roméro, Bruna (2004 p. 128), os principais problemas de saúde relacionados com as emissões de poluentes são problemas oftalmológicos, doenças dermatológicas, gastrointestinais, cardiovasculares e pulmonares, além de alguns tipos de câncer e efeitos sobre o sistema nervoso. A exposição humana pode ser através da inalação, ingestão ou contato pela pele, mas a via mais vulnerável é através da inalação. Causam também impacto indireto, através do aumento na temperatura afetando a fauna e a flora, influenciando na distribuição de doenças transmitidas por vetores.

LEGISLAÇÃO APLICADA

Com o processo de industrialização cada vez maior as empresas emitem um alto índice de partículas nos processos e na geração de produtos, causando diversos impactos na região. Para que isso não ocorra existe uma legislação, a qual deve ser atendida rigorosamente pelas indústrias, que são fiscalizadas pelos órgãos ambientais. As empresas devem estabelecer redes de monitoramento para que os níveis de poluentes emitidos estejam em acordo com os limites estabelecidos pela legislação competente, conforme tabela 1.

**Tabela 1: Padrões nacionais da qualidade do ar. Fonte: Resolução do CONAMA nº 3, de 28.06.1990.
Dados adaptados pela autora.**

POLUENTE	PADRÃO PRIMÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PADRÃO SECUNDÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
Partículas totais em suspensão	240	150	24 horas
	80	60	Anual
Partículas Inaláveis	150	150	24 horas
	50	50	Anual
Fumaça	150	100	24 horas
	60	40	Anual
Dióxido de Enxofre (SO ₄)	365	100	24 horas
	80	40	Anual
Monóxido de Carbono (CO)	40000*	40000*	1 hora
	10000**	10000**	8 hora
Ozônio (O ₃)	160	160	1 hora
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	320	190	1 hora
	100	100	Anual

A tabela 01 demonstra os padrões da qualidade do ar segundo a Resolução Nº 03 de 28 de Julho de 1990, sendo que os níveis para partículas inaláveis em um período de exposição de 24 horas é de $150 \mu\text{m}^3$ e para um período de exposição anualmente é de $50 \mu\text{m}^3$.

Considerando os efeitos negativos na sociedade e no meio ambiente, a Resolução nº 5 de 15 de junho de 1989 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com complementação das Resoluções nº 03, de 1990, nº 08, de 1990, e nº 436, de 2011, decidiu instituir o Programa Nacional da Qualidade do Ar (PRONAR), para proteger a fauna e, a flora e a saúde humana, assegurando a economia e o desenvolvimento do país. A estratégia do PRONAR é assegurar que as indústrias, no processo de geração de produtos, emitam poluentes de acordo com os limites estabelecidos seguindo os padrões determinados, sendo classificados de acordo com os seus usos e atribuições.

O PRONAR estipulou duas classificações para os padrões da qualidade do ar, sendo que as empresas deverão monitorá-los, pois os mesmos podem causar sérios riscos para a população.

(Brasil, 1990) Padrões primários da Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassem, poderão afetar a saúde da população. Padrões secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo de efeitos adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo de danos à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Além da Resolução Nº 03 de 28 de Julho de 1990 do CONAMA, existe a Legislação estadual: LEI 11.520/2000 do Código Estadual do Meio Ambiente que em seu capítulo III trata da “Utilização e Conservação do ar”, também uma referência legislativa sobre qualidade do ar.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município de Candiota, localizado na região da Campanha do estado do Rio Grande do Sul, conforme ilustra figura2; a população total está em torno de 8771 habitantes (IBGE, 2010). A base econômica da cidade é a extração de carvão mineral e geração de energia elétrica.



Figura 2: Localização do município de Candiota, RS.
Fonte: <http://site.candiota.rs.gov.br/>

Município de Candiota possui zonas rurais e urbanas, destacando-se as seguintes: Dário Lassance, Seival, João Emilio e Vila Operária, que são contempladas com estações de monitoramento de material particulado administradas pela Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTE). A coleta dos dados necessários para a qualificação do material particulado foi realizado através do equipamento Amostrador de Grande Volume Modelo AGV MP10, conforme ilustra figura 3.



Figura 3: Amostrador de Grande Volume Modelo AGV MP10 no núcleo habitacional de Seival, Candiota, RS. Fonte: Banco de imagens da Eletrobrás CGTE Candiota, RS.

As partículas são captadas através da cabeça de separação, que é um dos componentes principais do amostrador. De acordo com Dias (2009 p. 09), a cabeça de separação do amostrador possui um conjunto de bloqueiras que aceleram o ar de dentro da câmara de impactação, onde as partículas maiores de $10\mu\text{m}$ ficam retidas em uma camada oleosa; as partículas menores são carregadas para fora da câmara e ficam retidas em um filtro de fibra de vidro; esse filtro é numerado e pesado em uma balança analítica, e, dados como temperatura, hora inicial e peso inicial do filtro são coletados antes de colocá-lo no amostrador, juntamente com a carta gráfica; após 24 horas, o técnico responsável

retorna à estação de monitoramento e coleta dados, como a pressão atmosférica e a hora final. Após retornar para o laboratório, o filtro é colocado no dessecador com sílica em gel por um determinado período pra reter a umidade; posteriormente o filtro é pesado, e é feita a leitura da carta gráfica; são anotados os dados na planilha de campo e repassados para um formulário de amostragem, registrado no Microsoft Excel, que nos fornece os resultados das concentrações de material particulado; as concentrações mássicas de MP10 são expressas em microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Basicamente as concentrações de material particulado são obtidas através da diferença do peso inicial e final do filtro de fibra de vidro dividido pelo volume de ar do amostrador. As análises foram realizadas uma vez por semana (análise de 24 horas).

Os resultados foram comparados com a Resolução nº 03 de 28 de junho de 1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre os padrões da qualidade do ar; os níveis para partículas inaláveis em um período de exposição de 24 horas é de $150\mu\text{m}^3$ e para um período de exposição anualmente é de $50\mu\text{m}^3$.

RESULTADOS

Os dados obtidos através do monitoramento ambiental no município de Candiota, utilizando o amostrador de grande volume modelo AGV MP10, podem ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Dados obtidos através do monitoramento ambiental utilizando Amostrador de Grande Volume Modelo AGV MP10, no município de Candiota, RS, durante 12 meses. Fonte: Banco de dados da Eletrobrás CGTE, Candiota, RS. Dados adaptados pela autora.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (AGV MP10)				
DATA	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5
	LASSANCE	JOÃO EMÍLIO	SEIVAL	VILA OPERÁRIA
	AGV MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AGV MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AGV MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AGV MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
02/01/2014	25,35	22,39	38,06	20,66
08/01/2014	Manutenção	16,28	13,20	13,21
14/01/2014	Manutenção	6,53	6,36	5,71
20/01/2014	Manutenção	Manutenção	23,53	18,52
26/01/2014	Manutenção	Manutenção	10,05	9,11
01/02/2014	Manutenção	25,78	15,94	22,03
07/03/2014	Manutenção	10,31	13,34	Manutenção
13/02/2014	Manutenção	Manutenção	14,74	30,91
19/02/2014	Manutenção	Manutenção	21,26	8,04
25/02/2014	Manutenção	Manutenção	8,21	12,79
04/03/2014	Manutenção	Manutenção	10,69	9,55
09/03/2014	Manutenção	Manutenção	35,50	19,22
15/03/2014	Manutenção	Manutenção	10,05	7,36
21/03/2014	Manutenção	Manutenção	32,45	Manutenção
05/04/2014	26,00	21,00	Manutenção	Manutenção
11/04/2014	16,00	15,00	Manutenção	Manutenção
17/04/2014	27,00	24,00	Manutenção	Manutenção
23/04/2014	44,00	17,00	Manutenção	Manutenção
29/04/2014	E. M.	28,00	Manutenção	Manutenção
02/05/2014	29,74	28,12	64,84	25,12
08/05/2014	8,28	9,45	13,94	15,12
14/05/2014	75,94	37,25	9,27	67,97
20/05/2014	4,94	6,56	7,19	6,17
03/06/2014	10,95	17,82	8,56	12,72
11/06/2014	11,39	13,06	12,48	12,92

19/06/2014	25,06	22,92	27,54	33,08
27/06/2014	8,40	10,21	16,19	9,39
05/07/2014	9,75	8,02	7,62	7,83
13/07/2014	14,93	12,14	11,19	12,41
21/07/2014	13,49	19,35	12,63	12,14
29/07/2014	11,89	17,04	9,78	11,98
06/08/2014	25,50	16,95	82,36	16,75
14/08/2014	22,90	25,41	25,08	22,24
22/08/2014	23,40	27,71	26,10	21,94
30/08/2014	28,34	98,99	34,73	16,84
07/09/2014	13,26	7,02	6,71	4,49
15/09/2014	20,51	24,57	17,87	24,57
23/09/2014	24,82	16,96	31,93	18,87
01/10/2014	12,22	7,24	9,75	6,05
09/10/2014	25,97	22,99	26,31	19,09
17/10/2014	18,26	Falta de Energia	11,72	11,10
25/10/2014	20,62	Falta de Energia	32,09	15,75
02/11/2014	5,75	6,18	5,13	5,99
10/11/2014	27,90	21,72	21,94	16,97
18/11/2014	29,35	27,25	45,37	23,08
26/11/2014	34,26	19,59	25,11	17,72
04/12/2014	22,52	17,46	23,69	17,22
12/12/2014	19,31	7,09	22,75	17,81
20/12/2014	22,62	25,76	19,98	20,97

Os resultados obtidos, encontrados na tabela 1, permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA para partículas inaláveis de até $150\mu\text{m}/\text{m}^3$, sendo que os valores encontrados acima de $50\mu\text{m}/\text{m}^3$ foram nos meses de maio nos pontos 02, 04 e 05, e agosto nos pontos 03 e 04, conforme demonstra a tabela. Ressalta-se que os valores foram inferiores aos padrões estipulados pela Resolução.

Esses quatro pontos que apresentaram os valores mais altos de material particulado podem estar associados a fatores meteorológicos, pois a ação dos ventos é o fator principal na dispersão dos poluentes. De acordo com Freitas e Solci (2009 p. 1750), variações meteorológicas como ventos, chuvas e instabilidade podem alterar de forma significativa as concentrações de poluentes na atmosfera; em períodos de calmaria, por exemplo, o ar fica estagnado, aumentando a concentração de material particulado na atmosfera, prejudicando o processo de dispersão, pois não ocorrem ventos. A precipitação também remove os poluentes presentes na atmosfera, pois uma parte passa a ser incorporada à água da chuva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço da industrialização tem-se intensificado o processo de geração de energia elétrica utilizando o carvão mineral. Esse processo emite muitos poluentes que ficam retidos na atmosfera causando sérios problemas ambientais e agravando problemas de saúde pré-existentes, principalmente pelas emissões de material particulado.

Os valores do material particulado obtidos no estudo constataram que os mesmos permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução nº 03 de 28 de junho de 1990 do CONAMA, no período de amostragem. Com este processo de monitoramento é possível verificar possíveis alterações nas concentrações de material particulado no município, auxiliando na tomada de decisões, buscando minimizar impactos ambientais, evitando assim possíveis contaminações ambientais e problemas de saúde na população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Furasté, Pedro Augusto. **Normas técnicas para o trabalho científico**. 15ed. ABNT. 2009.
2. BAIRD, Colin. CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
3. BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
4. BRASIL. **ATLAS de Energia elétrica no Brasil**. Parte III energias não renováveis. 3ed. Brasília,2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689> Acesso em: 25/07/2014.
5. CAVALCANTI, Paulina Maria Porto Silva. **Modelo de Gestão da Qualidade do Ar** – Abordagem Preventiva e Corretiva. 2010. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/paulina_maria.pdf> Acesso em: 13/02/2015
6. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 03, 28 de julho de 1990. Dispõe sobre os padrões da qualidade do ar, previstos no PRONAR.
7. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 05, 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do AR- PRONAR.
8. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 08, 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre padrões da qualidade do ar, previstos no PRONAR.
9. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.
10. DIAS, Jose Walderley Coelho. **AGV MP10 Amostrador de grande volume (AGV) para partículas de até 10 µm (MP10) Modelo AGV MP10**. MANUAL DE OPERAÇÃO. Energética. Rio de Janeiro: 01.11.09, revisão 08.
11. FORNARO, Adalgiza. **Águas de chuva: Conceito e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?** REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 78-87, junho/agosto 2006. Disponível em: <<http://www.usp.br/revistausp/70/07-adalgiza.pdf>> Acesso: 13/04/2015
12. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010 Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br/sinipse/index.php?dados=29&uf=43> Acesso: 18/01/2015
13. JR, Arlindo Phillippi. ROMÉRO, Marcelo de Andrade. BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.
14. MONTEIRO, Kathia Vasconcelos. **Carvão: o combustível de ontem**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra Brasil, 2004. http://www.natbrasil.org.br/Docs/carvao_combustiveldeontem.pdf Acesso em: 10/07/2014