

## **X-054 - QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL PARTICULADO FINO (MP 2,5) E GROSSO (MP 10) NO CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO DE RUSSAS-CE**

**José Reuben Moreira<sup>(1)</sup>**

Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará - UECE. Mestrando em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

**Rinaldo dos Santos Araújo<sup>(2)</sup>**

Bacharelado em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutor em Química pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

**Maria Gizeuda de Freitas Sousa<sup>(3)</sup>**

Bacharelado em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Mestranda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará – IFCE. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

**Adeildo Cabral da Silva<sup>(4)</sup>**

Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo – USP. Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo - USP. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Perdigão Sobrinho, 560 - Centro - Russas - CE - CEP: 62900.000 - Brasil - Tel: (88) 99212738 - e-mail: [reuben\\_moreira@hotmail.com](mailto:reuben_moreira@hotmail.com)

### **RESUMO**

A poluição atmosférica em áreas urbanas tem ocasionado grandes problemas ao ambiente e à saúde das pessoas. O município de Russas-CE apresenta uma grande concentração de cerâmicas vermelhas no perímetro urbano, trazendo complicações na saúde e qualidade de vida da população. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do ar do centro urbano do município de Russas/CE através da amostragem do material particulado. Por meio da metodologia da análise gravimétrica quantificou-se as concentrações do material particulado nas suas frações fina e grossa em um ponto amostral no centro urbano do município de Russas/CE, durante os seis meses. Para realização da amostragem do MP foi utilizado bombas com vazões de 5, 2,5 L/min, utilizou-se membranas filtrantes em PTFE de 37 mm e 0,45 µm de porosidade. As coletas do material particulado foram realizadas entre 03 de maio a 22 de novembro de 2014, totalizando 30 coletas, abrangendo um período sazonal um chuvoso e outro seco. O material particulado fino e grosso apresentaram concentrações máximas entre 61,03 e 121,31 µg/m<sup>3</sup>, ultrapassando os valores estabelecido pela Organização Mundial da Saúde que é de 50 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas para MP<sub>10</sub> e de 25 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas para MP<sub>2,5</sub>. O município de Russas apresentou uma condição ambiental imprópria e prejudicial à saúde das pessoas, portanto o município está susceptível aos efeitos desses compostos trazendo diversas complicações a saúde da população. Esses resultados são importantes para futuros trabalhos de pesquisa como também auxiliar aos órgãos responsáveis como ferramenta de diagnóstico para identificar as fontes e os problemas gerados pela poluição ambiental, os resultados desse trabalho poderão ser utilizados para determinar diretrizes de políticas públicas no município, como também na área em estudo, visando a melhoria da qualidade de vida da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição atmosférica, Material particulado, Russas/CEjr.

### **INTRODUÇÃO**

A poluição do ar em centro urbano tem causado grandes transtornos ao ambiente e à qualidade de vida das pessoas<sup>1,2</sup>. Isto se deve principalmente pelo processo de crescimento das cidades e o aumento das indústrias, o aumento populacional e o crescente número de veículos automotores, que têm contribuído gradativamente para o crescimento da emissão de poluentes na atmosfera, fazendo com que o ar dos centros urbanos apresente cada vez mais substâncias prejudiciais aos seres vivos. Dentre os poluentes atmosféricos, podemos destacar o material particulado considerado um poluente primário constituído por uma mistura complexa de partículas

sólidas e líquidas de substâncias orgânicas e inorgânicas em suspensão no ar<sup>3</sup>. Dependendo do tipo de fonte existente e de suas interações com outros componentes presentes na atmosfera, as composições químicas dos poluentes, bem como os impactos causados à saúde humana podem ser diferentes<sup>4</sup>. A queima de biomassa é uma importante fonte de poluição do ar, podendo causar problemas respiratórios sérios à população<sup>5</sup>. O material particulado pode ser dividido, em duas frações de intervalos de tamanho onde se tem maior concentrações de partículas: a fração das partículas finas, menores que 2,5 µm de diâmetro aerodinâmico e a fração de partículas grossas, maiores que 2,5 – 10 µm<sup>6</sup>. Essa divisão é bastante conveniente, uma vez que frações de diâmetros aerodinâmicos diferentes possuem propriedades físicas e químicas deferentes. A fração grossa de 10 µm é geralmente constituída por partículas primárias, formadas a partir de processos mecânico naturais. A fração fina contém partículas primárias geradas por processos de combustão por indústrias, veículos e partículas secundárias, provenientes da formação de partículas na atmosfera a partir de gases, como SO<sub>2</sub>, como também proveniente de partículas de ressuspensão de poeira de solo por ventos, sal marinho, cinzas de combustão e emissões biogênicas naturais<sup>7</sup>. Estas, por sua vez, possuem um tempo de permanência de dias a semanas na atmosfera e podem ser transportadas a longas distâncias pelos ventos favoráveis, interferindo na química e na física da atmosfera, não somente em escala local, mas também em escalas regional e global. O município de Russas-CE apresenta grande concentração de cerâmicas vermelhas no seu centro urbano, trazendo complicações na saúde e qualidade de vida da população. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do ar do centro urbano do município de Russas/CE por meio da amostragem do material particulado nas frações finas e grossas, durante o período de 03 de maio a 22 de novembro de 2014.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Ponto de Amostragem

O município de Russas está localizado a 162 km da cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, conforme a Figura 1 (Autor, 2014). Russas está situado mais precisamente no coração do baixo Vale do Jaguaribe às margens da BR 116 e possui uma área de 1588,11 km<sup>2</sup>. Tendo como limites os municípios de Jaguaruana, Morada Nova, Palhano, Quixeré e Limoeiro do Norte e dista 60 km do município de Aracati e 80 km da cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte<sup>8,9</sup>. O ponto amostral está situado no bairro Vila Ramalho (latitude 4°55'47.20"S e longitude 37°57'39.04"O), o qual fica próximo a uma rodovia estadual com fluxo de auto fluxo de veículos de pequeno e grande porte. Nas proximidades existem quatro cerâmicas vermelhas que constantemente usam seus fornos intermitentes à lenha, e emite grandes quantidades de fumaça e partículas na atmosfera. O local é de fácil acesso estando situado no centro urbano do município de Russas, representado na Figura 1.

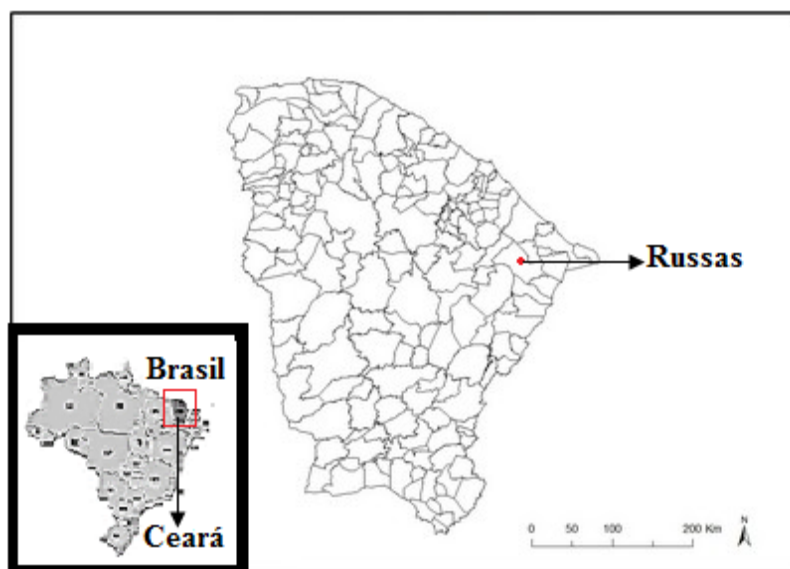


Figura 1 – Município de Russas- CE. Fonte: Autor (2014).

## AMOSTRAGEM DO MATERIAL PARTICULADO

O material particulado do centro urbano do município de Russas foi coletado entre o período 03 de maio a 22 de novembro de 2014, totalizando 30 coletas para o MP<sub>10</sub> e para MP<sub>2,5</sub>. Foram utilizando o amostrador Mini-Vol (5 L/min) para coletas de MP<sub>2,5</sub>, utilizou-se um ciclone de alumínio acoplado a uma bomba SKC Air Chek XR5000 Sample Pump (2,5 L/min) para coleta do MP<sub>10</sub>. O tempo de amostragem adotado para todas as coletas foi de 24 horas com intervalo de seis em seis dias, sendo usados filtros de politetrafluoretileno - PTFE.

## DADOS METEOROLÓGICO

Durante todo período de amostragem foram coletados os seguintes dados do ambiente: umidade relativa do ar, temperatura, precipitação, direção e velocidade dos ventos, os dados foram fornecidos pela estação meteorológica automática modelo WWS 1081-PC, de coordenadas -4°9'36"275W e -37°9'5"717S, localizada no campo estadual no centro urbano do município de Russas/CE, próxima ao ponto amostral para avaliar a correlação entre as variáveis meteorológicas e o material particulado atmosférico foram realizadas análises descritivas das médias, máxima, mínima e desvio padrão dos parâmetros diários de umidade relativa do ar, temperatura, precipitação e velocidade e direção dos ventos referentes aos meses de amostragem.

## METODOLOGIA ANALÍTICA

O material particulado coletado foi analisado pela técnica de gravimetria para o material particulado fino e grosso. A gravimetria consistiu na pesagem dos filtros antes e depois da amostragem, sendo a concentrações finais de MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub> obtidas. A análise gravimétrica foi realizada no Laboratório de Biologia do IFCE-Campus Limoeiro do Norte utilizando-se uma balança eletrônica SHIMADZU de precisão nominal de 0,0001g. Antes de cada pesagem, os filtros permaneceram 24 h em uma dessecadora a temperatura ambiente, ou seja, 25 ° C e 15-25% de umidade, composto de prateleiras, possuindo na sua base uma bandeja coberta de sílica-gel. A massa de material particulado fino e grosso, µg, foi dividida pelo volume de ar amostrado (m³) durante as 24 horas de coleta, para obter a concentração de material particulado, conforme apresentado na Equação 1:

$$MP \text{ (g/m}^3\text{)} = \frac{(m_f - m_i) \times 10^6}{V} \quad (1)$$

Onde:  $m_f$  é a massa final do filtro em gramas (após a coleta);  $m_i$  é a massa inicial do filtro em gramas (antes da coleta),  $V$  é o volume do ar amostrado e  $10^6$  é o fator de conversão de gramas para microgramas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para as concentrações médias mensais de MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub> coletados no ponto amostral estão apresentados na Figura 2 e Tabela 1. Os dados para o perfil da direção e frequências das classes dos ventos encontram-se destacado na Figura 3.

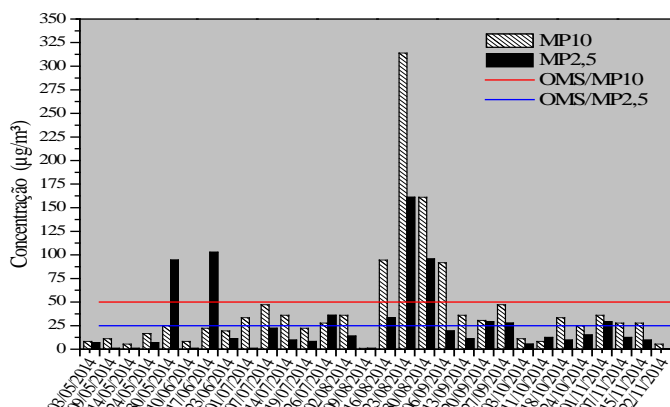


Figura 2 - Concentrações diárias de MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub> durante o período de amostragem no ponto amostral na zona urbana do município de Russas/CE.

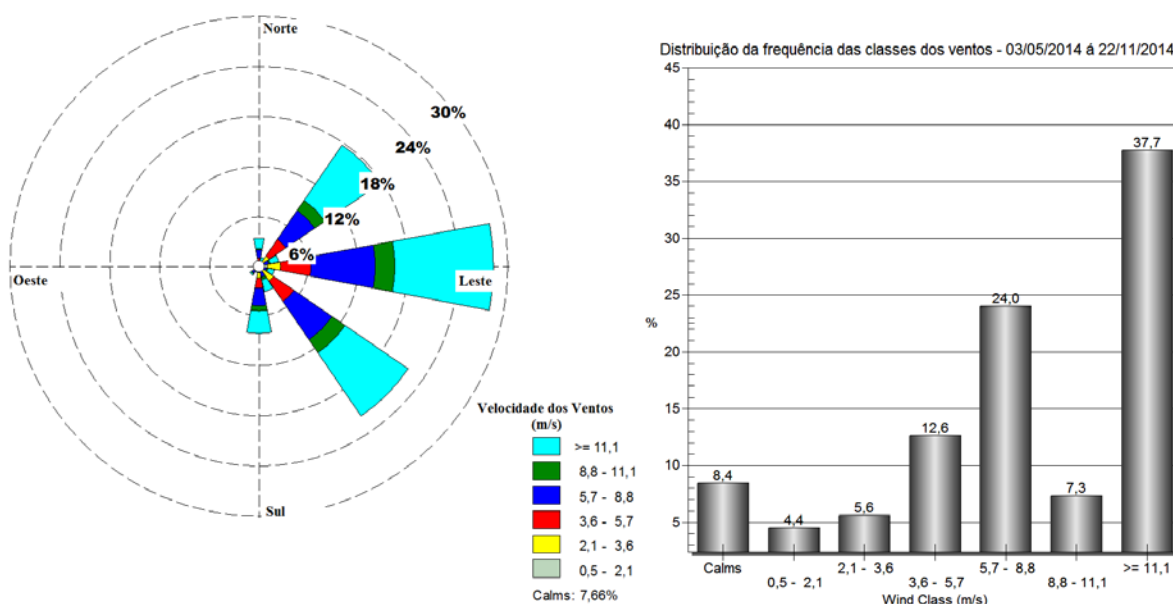
**Tabela 1- Análise descritiva das concentrações médias mensais do material particulado inaláveis (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), e os parâmetros meteorológicos coletados durante o período de maio a novembro de 2014 no centro urbano do município de Russas-CE.**

Mês	MP <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	MP <sub>2,5</sub> µg/m <sup>3</sup>	Velocidade Média (m/s)	*Direção dos Ventos	Precipitação (mm)	Temperatura (° C)	Umidade relativa (%)
Maio	13,33	22,06	4,2	N/L/SE/S	135,4	28	60
Junho	16,66	38,29	5,6	L/SE/NE	5,8	29	57
Julho	33,33	15,48	7,0	L/NE/SE	7,5	28	56
Agosto	121,31	61,03	8,6	L/SE/NE	2,5	29	55
Setembro	51,39	21,87	9,9	L/SE/NE	3,6	29	60
Outubro	19,44	10,76	10,0	L/SE/NE	20	29	61
Novembro	24,30	12,98	10,4	L/NE/SE	3,9	29	66
<b>Total</b>							
<b>Média</b>	42	26	7,96	-	178,70	28,71	59,29
<b>Máxima</b>	121,31	61,03	10,4	-	135,4	29	66
<b>Mínima</b>	13,33	10,76	4,21	-	2,5	28	55
<b>Des. Padrão</b>	38,10	17,90	2,41	-	48,81	0,49	3,73

Na Figura 2 pode-se observar que as concentrações médias de MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub> em todo período de coleta foram de 42 e 26 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Em um estudo semelhante realizado na cidade de Gwangju na Coreia do Sul encontraram-se concentrações médias de partículas finas e grossas de 67,9 e 18,7 µg/m<sup>3</sup> durante o período de queima da biomassa; 41,9 e 18,8 µg/m<sup>3</sup>, e durante o período mais frio e 35,6 e 13,3 µg/m<sup>3</sup>, e durante o período considerado normal ou atípico da região, respectivamente. A alta concentração de MP<sub>2,5</sub> de 110,3 µg/m<sup>3</sup> com uma taxa média de 0,79 entre MP<sub>2,5</sub> / MP<sub>10</sub> foi observada no dia 6 de junho de 2003, durante o período de queima de biomassa<sup>10</sup>.

Em geral as concentrações de material particulado mostraram-se bastantes distintas nos meses investigados. Quando se comparam as concentrações do material particulado inalável com os parâmetros da OMS para 24 horas, observa-se que o MP<sub>10</sub> ultrapassou quatro vezes o limite máximo permitido de 50 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas, o que também se observa no MP<sub>2,5</sub> que excedeu nove vezes o valor máximo diário de 25 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas. Entre os meses de coleta, o mês que mais apresentou elevadas concentração tanto de material particulado foi o mês de agosto com uma média mensal de 121,31 e 61,03 µg/m<sup>3</sup> para os particulados MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>. Durante este mês a umidade relativa do ar ficou em torno de 55%, a temperatura média foi de 29° C, a precipitação apresentou-se bastante baixa (2,5 mm), a velocidade média foi de 8,6 m/s e os ventos predominaram nas direções: Leste, Sudeste e Sul.

Essas condições ambientais podem ter contribuído para a dispersão do aerossol, agravando os níveis de material particulado nas amostragens, além de que se observou neste período o aumento da queima dos fornos intermitentes a lenha nas indústrias cerâmicas que ficam próximas ao ponto de amostragem. Além dessas condições outras fontes difusas como as atividades antropogênicas e o fluxo de veículos de grande porte podem ter contribuído para o aumento deste particulado. Pode observar que durante todo período de amostragem os ventos predominarão nas direções Leste, Sudeste e Nordeste, com frequência de 37,7% com ventos igual ou superior a 11,1 m/s, como mostra a Figura 3.



**Figura 3 – Direção e distribuição da frequência dos ventos durante o período de 03 de maio a 22 de novembro de 2014.**

Após este período verifica-se uma diminuição nas concentrações deste poluente, voltando a ocorrer novos picos de concentração de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  no início e no final de setembro, e novamente no início de novembro de 2014. Em um estudo realizado em Tangará da Serra observou-se uma correlação de MP e BC, onde os mais altos níveis de  $MP_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foram encontrados nos meses de agosto a outubro (período de maior queima de biomassa na Amazônia); no entanto, concentrações não excederam o limite estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em 24 h) e pode observar-se que os filtros de policarbonato mostraram que a fração fina predominou durante todos os meses no estudo<sup>11</sup>.

Outros trabalhos desenvolvidos na região da Amazônia observaram o mesmo comportamento do material particulado durante o período de queima de biomassa<sup>12,13</sup>. Souza *et al.* (2010) observaram concentrações de  $MP_{10}$  entre 3,0 a  $71,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em São José dos Campos com média anual de  $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo 52 % do amostrado atribuído ao  $MP_{2,5}$ . A concentração média anual de  $MP_{10}$  em São José dos Campos foi abaixo da média anual padrão (primário e secundário) estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que é de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mas foi superior ao limite proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  podendo estar relacionadas à uma maior influência de processos biogênicos e atividades antrópicas, como a queima de biomassa e processos industriais<sup>14</sup>.

## CONCLUSÕES

O resultado obtido nesse estudo apresentou elevadas concentrações do material particulado no centro urbano do município de Russas-CE, através das suas frações fina e grossa. Os índices de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  durante o período em estudo apresentaram concentrações máximas de 121,31 e  $61,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, ultrapassando os valores estabelecido pela Organização Mundial da Saúde que é de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas para  $MP_{10}$ , e de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas para  $MP_{2,5}$ . Observou-se que o  $MP_{10}$  ultrapassou quatro vezes e quanto o  $MP_{2,5}$  excedeu nove vezes o valor máximo diário. Durante todo período de amostragem que foi 03 de maio de 2014 a 22 de novembro de 2014 apresentou maiores concentrações de material particulado no período de seca entre os meses de agosto, setembro, outubro e novembro, que corresponde com o aumento das atividades das cerâmicas vermelhas. Durante os seis meses de estudo os valores obtidos das amostragens apresentaram discordância com a legislação vigente. Os resultados obtidos neste trabalho são importantes para futuros trabalhos de pesquisa como também auxiliar aos gestores como ferramenta de diagnóstico para identificar as fontes e os problemas gerados pela poluição ambiental, os resultados desse trabalho poderão ser utilizados para determinar diretrizes de políticas públicas na área ambiental, visando a melhoria da qualidade de vida da população.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LEMOS, A.T.; CORONAS, M.V.; ROCHA, J.A.; VARGAS, V.M.F. Mutagenicity of particulate matter fractions in areas under the impact of urban and industrial activities. **Chemosphere**. v. 89, p.1126–1134, 2012.
2. BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L. de; VERAS JUNIOR, M.S. O meio atmosférico. In: Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Editora Printice Hall, p.170-172, 2005.
3. PANT, P.; HARRISON, M. **Critical review of receptor modelling for particulate matter: A case of Indian**. Atmospheric Environment, v.39, p.1-12. 2012.
4. ARBEX, M.A.; SANTOS, U.P.; MARTINS, L.C.; SALDIVA, P.H.N.; PEREIRA, L.A.A.; BRAGA, A.L.F. A poluição do ar e o sistema respiratório. **J Bras Pneumol**. v. 38, n°5, p. 643-655, 2012.
5. FERNANDES, J. S.; CARVALHO, A.M.; CAMPOS, J.F.; COSTA, L.O.; GERALDO BRASILEIRO FILHO. Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana. Rev Med, Minas Gerais. v.20, n.1, p.92-101, 2010.
6. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Air Quality and Health**, 2014. Disponível em:< <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> >. Acesso em: 17 de dezembro de 2014.
7. [http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2011/Russas.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Russas.pdf) Acesso em 15/01/2015
8. **PLANO DE DESENVOLVIMENTO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE RUSSAS-CE**, 2008.
9. RYU, S.Y.; KWON B.G.; KIM Y.J.; KIM H.H, CHUN K.J. Characteristics of biomass burning aerosol and its impact on regional air quality in the summer of 2003 at Gwangju, Korea. **Atmospheric Research**. n. 84, p.362–373, 2007.
10. ALVES, N.O.; LOUREIRO, A.L.M.; SANTOS, F.C.; NASCIMENTO, K.H.; DALLACORT, R.; VASCONCELLOS, P.C.; HACON, S.S.; ARTAXO, P.; MEDEIROS, S.R.B.; Genotoxicity and composition of particulate matter from biomass burning in the eastern Brazilian Amazon region. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 74, p. 1427–1433, 2011.
11. ARTAXO, P.; CAMPOS, R. C.; FERNANDES, E. T.; MARTINS, J. V.; XIAO, Z.; LINDQVIST, O.; JIMÉNEZ, F.; MAENHAUT, W. Large scale mercury and trace element measurements in the Amazon basin. Atmospheric Environment, v. 34, p. 4085- 4096, 2000.
12. MAENHAUT, W.; JIMÉNEZ, M. T. F.; RAJTA, I.; ARTAXO, P. Two-year study of atmospheric aerosols in Alta Floresta, Brazil: Multielemental composition and source apportionment. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**. v. 189, p. 243-248, 2002.
13. SOUZA, P.A.; MELLO, W.Z.; MARIANI, R. L.; SELLA, S.M.; Caracterização do material particulado fino e grosso e composição da fração inorgânica solúvel em água em São José dos campos (sp). Quim. Nova, v. 33, n. 6, p. 1247-1253, 2010.