



International Joint Conference Radio 2019

A influência da desintegração do Radônio transportado pela evapotranspiração das plantas na formação de aerossóis atmosféricos em ambiente de florestas continental e insular

Motoki, K.^a, Campos, T.F.C.^{b*}, Pastura V.F.S.^c, Sichel S.E.^a, Fonseca E.^a

^aInstituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense, Gragoatá, Niterói - RJ, 24210-346.

^bDepartamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Central da UFRN, Lagoa Nova Natal RN 59064-741; ^cInstituto de Energia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, 21941-614;

kmotoki.mag@gmail.com; *thomascampos@geologia.ufrn.br; vpastura@ien.gov.br;
susannasichel@id.uff.br; *Correspondência

INTRODUÇÃO

A variação dos aerossóis atmosféricos provocam grande impacto no clima de uma da região. Estudos mundiais identificaram a existência de uma correlação intrínseca entre esses aerossóis atmosféricos e à presença de íons na atmosfera. Estes aglomerados iônicos se forma tanto pela radiação cósmica, como pelas radiações terrestres Gama e Alfa. Nesse contexto, chama-se a atenção para a radiação ionizante proveniente do Radônio-222 e seus descendentes em áreas florestadas, pois devido ao transporte de gás Radônio dissolvido nas águas subterrâneas para o dossel florestal, através da evapotranspiração vegetal, uma vez que a alta densidade do gás radônio (10 kg/m^3) exalado dos solos e rochas tem pouco poder de penetração na atmosfera baixa. Os aglomerados de íons na Atmosfera são formados pela ação da radiação cósmica, da radiação Gama da superfície terrestre e da radiação Alfa do Radônio existentes no Ar. Admite-se que a concentração de aglomerados de íons esteja diretamente relacionada com o nível de radônio na Atmosfera. Como foi demonstrado por [1] nos seus estudos sobre a exalação de Rn nas cavernas da república Checa e por [2] nas florestas australianas. Onde eles constataram uma forte correlação entre os níveis de Rn e os íons positivos ($R^2 = 0,89$) e íons negativos ($R^2 = 0,96$) na atmosfera. Este fato também foi identificado por [3] que demonstraram que a mediana destes aglomerados em zonas florestais (725 cm^3) eram significativamente superiores as de áreas abertas (269 cm^3). O semi-árido brasileiro compreende uma área de quase um milhão de km^2 , abrange à maior parte dos estados nordestinos. Além da ocorrência da seca, esta região é caracterizada pela má distribuição das águas e chuvas, elevada evapotranspiração, alta salinidade. Por sua vez, o clima da ilha Trindade é do tipo oceânico tropical, com temperatura média anual de 25°C , sendo o mês de fevereiro o mais quente (30°C) e o de agosto o mais frio, com temperatura em torno de 17°C , de Abril a Outubro a ilha sofre invasão periódica de frentes frias provindas do sul, a precipitação média anual é de 923 mm, mas muito variável, o seu sistema de drenagem é pouco expressivo, com de baixa vazão [4]. Partindo desses pressupostos, se faz necessário à realização de esforços de investigação, de maneira a captar e descrever as tendências de distribuição de radônio na atmosfera baixa das áreas de florestas naturais e seu entorno degradado. Criando-se um quadro de referência teórico-prático de maneira a sistematizar e compreender as transformações em curso, e aplicá-lo aos processos de mudanças climáticas. Nesse trabalho apresenta-se os resultados sobre a prospecção de Radônio, de Aglomerados iônicos (+ e -) em algumas áreas da mata dunar do município de Parnamerim, estado do Rio Grande do Norte e da floresta de Samambaia da Ilha Trindade. Neste contexto, apresenta-se um resumo das nossas pesquisas sobre a correlação de partículas iônicas em atmosferas de floresta continental (dunar) e insular (Ilha Trindade) com a variação do teor de Radônio nos dosses, situadas respectivamente no Nordeste e no Sudeste do Brasil,

METODOLOGIA

Para as medições ativa e passivas do gás radônio na atmosfera foi usado um emanômetro (AlphaGuard®/GENITRON). As medições dos aglomerados de íons atmosféricos foram realizadas através de um contador de íons /Air Ions Counter da AlphaLab®. A radiação Gama superficial foi medida através de espectrômetro de radiação Gama RS-230®/Radiation Solution. Por sua vez, as condições atmosféricas locais foram medidas através de estação meteorológica portátil modelo VANTAGE PRO 2/DAVIS INC.

Os protocolos seguidos na montagem da torre de medição de 5m de altura foram as seguintes:

- a) A medição ativa de Radônio foram realizadas a cerca de 1 m do solo;
- b) As medições de íons atmosféricos (+ e -) foram realizadas a 1 e 5m do solo ;
- c) As condições meteorológicas foram medidas através de uma estação meteorológica fixada a 1m e uma outra a 5m do solo.

Considerando o tempo de meia-vida do Radônio (3,8 dias), a duração do período de coleta de dados escolhidos foi de 5 dias. Como o clima no interior do nordeste brasileiro é bem peculiar, não existindo estações do ano marcantes, quando muito ela reside na “época de chuva” e na “época de seca”, seca essa que pode durar anos, devido então a essa peculiaridade, optou-se por se realizar as medições no “período seco” e em caso de chuva esporádica só realizar medições após três dias de estiagem. Contudo, também dada a peculiaridade da variação meteorológica da ilha Trindade, as medições de Radônio só ocorreram nos períodos da semana que não chovesse durante três dias.

ASPECTOS GEOLÓGICOS E BIOLÓGICOS

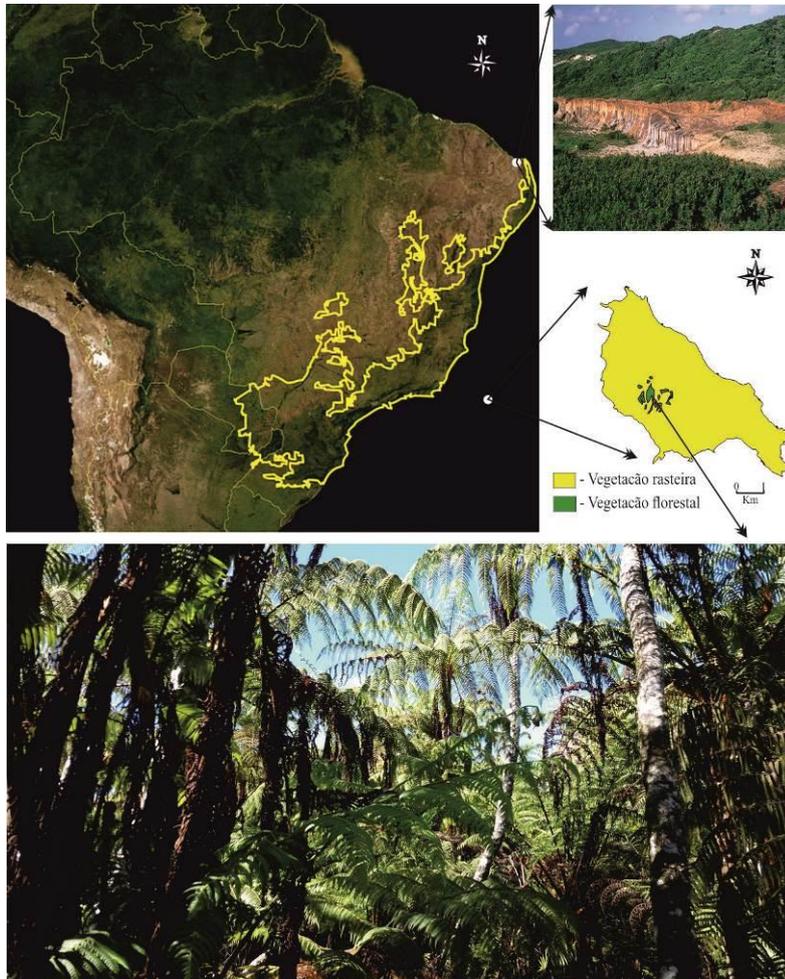
O estado do Rio Grande do norte é conhecido pelas suas regiões granítico-pegmatítica e dunar enriquecidas em minerais que contem urânio e tório. Grande parte dessas regiões estão cobertas por floresta atlântica dunar e por caatinga. A floresta Atlântica é um bioma terrestre e compreende uma região que se estende ao longo da costa atlântica brasileira, desde o Rio Grande do Norte, no Nordeste, até o Rio Grande do Sul, no sul do país (Fig. 1a, b). Por sua vez, a ilha Trindade possui um substrato vulcânico de carácter sódico-alcálicas e piroclastos diversos. A diversidade de solos esta profundamente relacionada com as variações do substrato vulcânico e sua posição altimétrica (Fig. 1c, d). De maneira geral, os solos na ilha Trindade apresentam baixa fertilidade natural e grau de intemperismo acentuado. Esse facto deve-se ao primeiro desastre ecológico em solo brasileiro, pois segundo narrativas históricas, o comandante do navio inglês H. M. S. Paramore, que trazia o famoso astrônomo Edmund Halley, que soltou os primeiros casais de cabras, porcos e carneiros na Ilha, bem como pela tentativa portuguesa de colonizar a ilha, esse processo de colonização foi historicamente abandonado, devido a irregularidade do substrato vulcânico, que não permitia o seu aplainamento para a agricultura. Esses animais se proliferaram às custas da vegetação nativa, devastando as florestas que cobriam pelo menos 85% da Ilha da Trindade. A maior parte da degradação se deu entre a visita de Halley e a primeira metade do século XIX [5]. Consequentemente, atualmente a ilha Trindade é coberta por gramíneas (60%) em áreas abertas e por vegetação arbóreas (5%), nomeadamente por samambaias gigantes (*Cyathea copelandii* Kuhn & Luer) e muito raramente a Colubrina glandulosa Perk, que sobreviveram a devastação caprina, nas altas altitude (400 a 550m) devido a sua casca não ser comestível por esses animais (Fig. 1c, d)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições de íons atmosféricos e de Radônio foram realizadas, tanto no interior, como fora das florestas e no sentido de contrário ao vento (Tabela 1 e 2, Fig. 2). Apesar das medições terem sido realizadas ao longo de 5 dias, os dados sobre os íons e Radônio aqui analisados estão restritos às horas de luz do dia, em condições climáticas favoráveis, com a temperatura do ar entre 20 e 30°C, de modo a se evitar as conhecidas variações diurnas acentuadas nas concentrações do Radônio e dos íons atmosféricos. Por isso são apresentados a média geométrica das medições. O Radônio é um gás mais pesado que o ar e em condições atmosféricas estáveis, como o que ocorre durante a noite e no início da manhã, tende a acumular-se perto do solo. A turbulência devido ao aquecimento solar durante o dia causar grande difusão *eddy* na atmosfera, que pode diluir radônio que emana dos solos. Além disso, a nível local, existem boas evidências para

sugerir que a concentração de radônio na atmosfera segue uma tendência diurna, semelhante à concentração de aglomerados de íons, com um máximo no início da manhã e um mínimo na parte da tarde.

Na Figura 2 apresentamos os gráficos com as variações diurnas dos níveis de radônio e íons derivadas de observações nos diferentes tipos de florestas (dentro e fora delas): florestal atlântica do Parque das Dunas (Natal-RN) no Nordeste do Brasil, floresta de samambaias gigantes da Ilha Trindade no Sudeste do Brasil (ES). A título de comparação, nesses gráficos também florestas de amazonia brasileira apresentamos um dos pela manhã. dos podemos ver que que aparece estudos também fenômeno, como de [2], [6] e [7].



projetamos dados sobre Mysore/Índia [6] e da leira [7]. Todas as curvas pico de radônio esperano entanto, nesses daquele há um segundo pico à tarde (Fig.2). Outros relataram esse mesmo pode ser visto nos dados

Figura 1: Localização das áreas pesquisadas: A) Demarcação da área da Mata Atlântica no Brasil, em verde são as matas existentes (apud WWF) B) Parte da área Mata Atlântica Dunar, no Rio Grande do Norte (Natal); C) Área de florestal da ilha Trindade: em amarelo a cobertura de líquens, gramíneas e herbáceas, em verde a floresta arbóreas, com predomínio de Samambaias e muito mais raramente Colubrina granulosa; D) Parte da área da floresta de samambaias gigantes da ilha Trindade. Circulo branco: áreas pesquisadas.

Os resultados variações do Totais são existentes na seguem a já variação radônio, variação dos crescimento horas da diminuição um aumento tarde. diferenças ao substrato de solo, o vegetação pois os Radônio e de elevados do encontrados

obtidos sobre as Radônio e de Íons similares as literatura, isto é conhecida diurna do gás similarmente a ions, onde há um nas primeiras manhã, uma ao meio do dia e para o final da Contudo, existem que associamos geológico, o tipo clima e ao tipo de florestal (Fig.2), nossos valores de ions são mais que os na literatura.

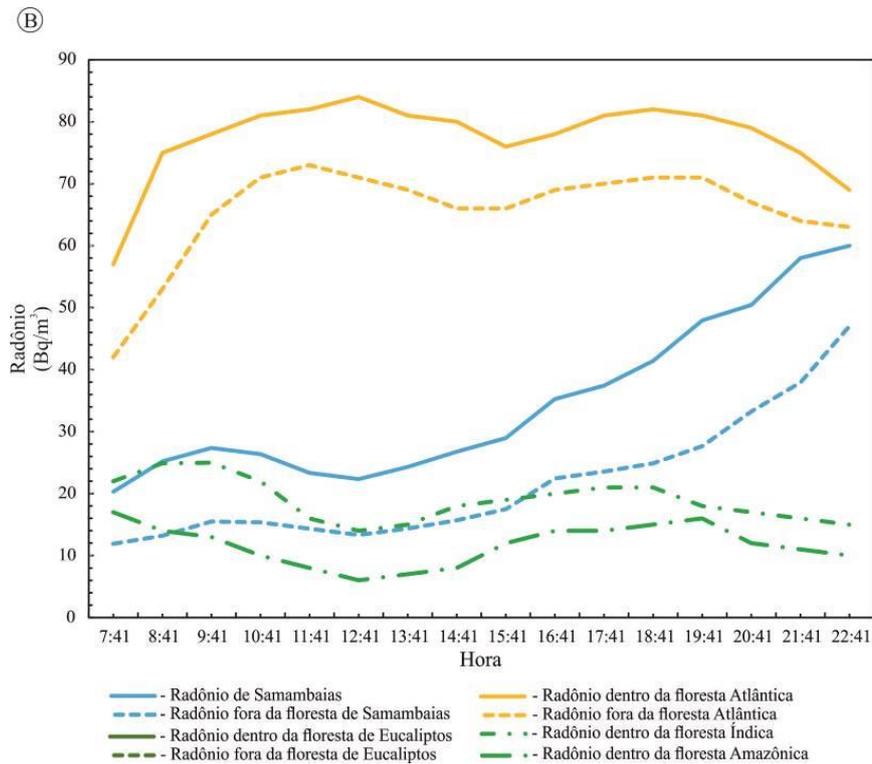
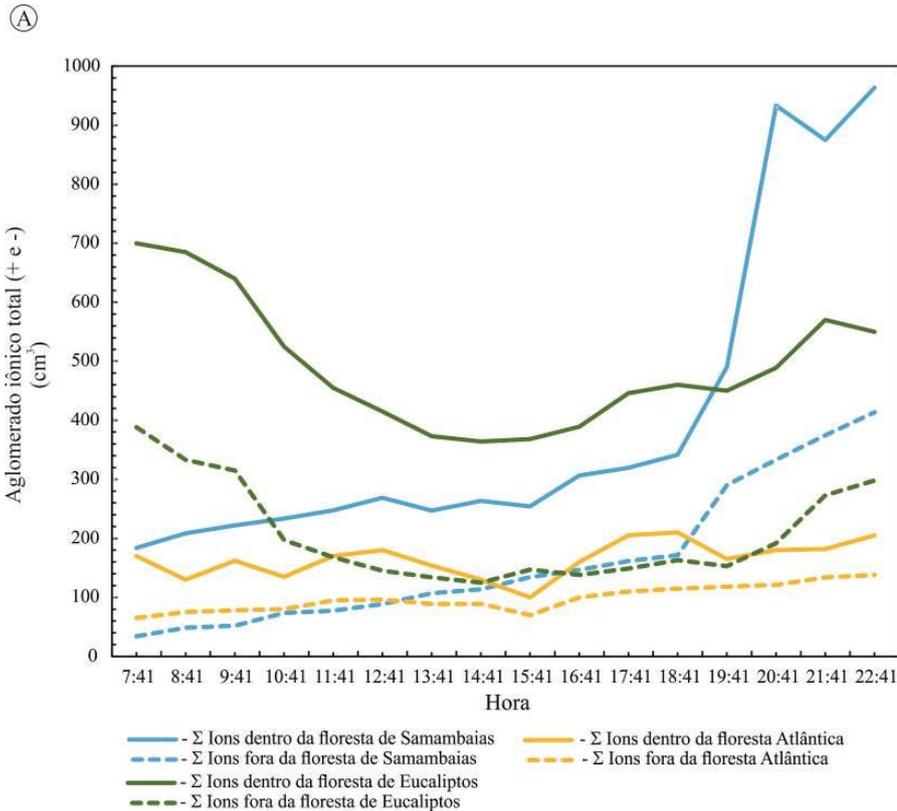


Figura 2 : A) Variação dos íons totais (+ e -) ao longo do dia, em diferentes tipos de florestas, B) Variação do gás Radônio ao longo do dia, em diferentes tipos de florestas

CONCLUSÕES

A temperatura e turbulência do ar geralmente possuem picos durante o meio da tarde e, portanto, tanto a concentração de radônio e a concentração de íons não são esperados para aumentar neste momento. Assim, nossa conclusão é a mesma de [2], que atribui esses picos ao meio da tarde à liberação de Radônio para a atmosfera pela evapotranspiração da planta, que geralmente ocorre durante a tarde. Contudo, nossos resultados quando comparado aos das outras regiões apresentam os picos máximos e mínimos do Rn e dos aglomerados iônicos com um certo atraso ao longo do dia, isto é devido tanto à temperatura do ar, que não possui variação durante o dia, como nossos teores de Radônio serem alto em relação as outras regiões. O fato do Radônio ser mais alto é devido a influência geológica. Visto que o bedrock do Parque florestal das Dunas - Natal é constituído por as areias eólicas enriquecidas em minerais pesados portadores de urânio e tório (monazita, alanita, epidoto e thorianita) e a floresta de samambaias se encontrar em rochas vulcânicas fonolíticas, que possuem Urânio disperso em sua matriz .

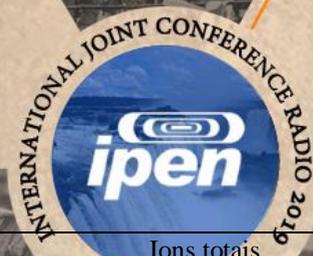
AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Brasil (CNPq) e recebeu apoio laboratorial do Instituto de Engenharia Nuclear e do Laboratório de Poços de Caldas do Comitê Nacional de Energia Nuclear (IEN/LAPOC/CNEN) e apoio logístico do Programa Arquipélago e Ilhas Oceânicas da Secretaria Interministerial de Recursos do mar (SECIRM) E DA Marinha do Brasil.

REFERENCIAS

- [1] Sas, D.; Sladek, P.; Navatril, O. Radon and air ion balance. Czech. J. Phys. 2006, 56, 141–148.
- [2] Jayaratne, E.R. Ling X., Morawska L. 2011 The Role of Vegetation in Enhancing Radon concentration and Ion Production in the Atmosphere. Environ. Sci. Technol., 2011, 45 (15), pp 6350–6355

- [3] Ling, X.; Jayaratne, E. R.; Morawska, L. 2010. Air ion concentrations in various urban outdoor environments. *Atmospheric Environment*. 44, 2186–2193.
- [4] Clemente, E. P.; Schaeffer, C. E.; Oliveira, F. S.; Albuquerque Filho, M. R.; Alves, R. J.; Firme SÁ, M. M.; Melo, V. F.; Corrêa, G. R. Topossequência de solos na Ilha da Trindade, Atlântico Sul. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 33 n. 5, 2009.
- [[5] SILVA, G. L. da (1995): *Aspectos da Biologia Reprodutiva de Pterodroma arminjoniana (Giglioli & Salvadori 1869) na Ilha da Trindade, Atlântico Sul.*- [tese de mestrado, Museu Nacional, UFRJ].
- [6] Martens, C.S., Shay, T.J., Mendlovitz, H.P., Matross, D.M., Saleska, S.R., Wofsy, S.C., Woodward, W.S., Menton, M.C., De Moura, J.M.S., Crill, P.M., De Moraes, O.L.L., Lima, R.L. Radon fluxes in tropical forest ecosystems of Brazilian Amazonia: nighttime CO₂ net ecosystem exchange derived from radon and eddy covariance methods. *Global Change Biol.* 10 (5), 618–629, 2004.
- [7] Chandrashekara, M. S.; Sannappa, J.; Paramesh, L. 2006. Studies on atmospheric electrical conductivity related to radon and its progeny concentrations in the lower atmosphere at Mysore. *Atmospheric Environment* 40, 87–95.



Hora	Ions totais									
	Ilha Trindade				Parque das Dunas				Amazônia	Índia
	MG* dentro da Floresta	DP**	MG* fora da Floresta	DP**	MG* dentro da Floresta	DP	MG* fora da Floresta	DP**	MG* dentro da Floresta	MG* dentro da Floresta
7:41	184	0,3	34	0,2	170	0,5	65	0,6	700	388
8:41	209	0,3	49	0,2	130	0,5	75	0,6	685	333
9:41	222	0,4	52	0,3	162	0,6	78	0,7	640	315
10:41	234	0,2	74	0,1	135	0,4	80	0,5	525	197
11:41	247	0,5	77	0,4	170	0,7	95	0,8	455	168
12:41	269	0,3	89	0,2	180	0,5	96	0,6	415	145
13:41	247	0,4	107	0,3	154	0,5	89	0,7	373	134
14:41	264	0,4	114	0,3	130	0,5	89	0,6	364	125
15:41	254	0,4	134	0,3	100	0,6	70	0,7	368	147
16:41	307	0,4	147	0,3	160	0,6	100	0,7	389	138
17:41	320	0,3	162	0,2	205	0,5	110	0,6	446	149
18:41	342	0,4	172	0,3	210	0,5	115	0,7	460	163
19:41	490	0,4	290	0,3	165	0,6	118	0,7	450	153
20:41	933	0,2	333	0,1	180	0,4	121	0,5	489	192
21:41	875	0,4	375	0,3	182	0,6	134	0,7	570	273
22:41	964	0,4	414	0,3	205	0,5	138	0,7	550	298

Tabela 1 : Média geométrica da variação diurna de ions durante um período de cinco dias de medidas

*MG: Média Geométrica, *DP: desvio Padrão

Tabela 2 : Média geométrica da variação diurna de Radônio durante um período de cinco dias de medidas

Hora	Radônio (kBq/m ³)									
	Ilha Trindade				Parque das Dunas				Amazônia	Índia
	MG* dentro da Floresta	DP**	MG* fora da Floresta	DP**	MG* dentro da Floresta	DP	MG* fora da Floresta	DP**	MG* dentro da Floresta	MG* dentro da Floresta
7:41	20	3,0	12	1,7	57	2,5	42	2,0	22	17
8:41	25	2,2	13	0,9	75	2,7	53	2,2	24,9	14
9:41	27	2,8	16	1,5	78	2,6	65	2,1	25	13
10:41	26	2,9	15	1,6	81	2,7	71	2,2	22	10
11:41	23	2,7	14	1,4	82	2,7	73	2,2	16	8
12:41	22	2,8	13	1,5	84	2,5	71	2,0	14	6
13:41	24	3,0	14	1,7	81	2,4	69	1,9	15	7
14:41	27	3,0	16	1,7	80	2,7	66	2,2	18	8

15:41	29	3,1	18	1,8	76	2,8	66	2,3	19	12
16:41	35	2,5	22	1,2	78	2,7	69	2,2	20	14
17:41	37	3,0	24	1,7	81	2,4	70	1,9	21	14
18:41	41	3,0	25	1,7	82	2,8	71	2,3	21	15
19:41	48	2,5	28	1,2	81	2,4	71	1,9	18	16
20:41	50	2,6	33	1,3	79	2,7	67	2,2	17	12
21:41	58	2,7	38	1,4	75	2,6	64	2,1	16	11
22:41	60	2,9	47	1,6	69	2,6	63	2,1	15	10

*MG: Média Geométrica, *DP: desvio Padrão