



DOI 10.1007/s11069-014-1078-7

ORIGINAL PAPER

Influências naturais e humanas nos suicídios no noroeste da Rússia

O. I. Shumilov · E. A. Kasatkina · T. B. Novikova · M.-L. Sutinen ·
A. V. Chramov · A. V. Enykeev

Recebido: 30 de Março de 2013 / Aceite: 3 de Fevereiro de 2014

© Springer Science+Business Media Dordrecht 2014

Resumo Nosso principal objetivo era identificar os impactos de fatores naturais (atividade solar, distúrbios geomagnéticos) e humanos nos suicídios no noroeste da Rússia. Os dados sobre um total de 908 suicídios na cidade de Kirovsk (Murmansk oblast) foram analisados para a

período de 1948 a 2010. As taxas de suicídios foram analisadas em relação às estações do ano. Identificamos três máximos na distribuição sazonal do número de suicídios [Março-Maio ($P \leq 0,001$), Julho ($P = 0,006$), Outubro ($P \leq 0,001$)], que coincide com máximos na distribuição das tempestades magnéticas mais intensas ($A_p \geq 150$ nT). A análise de espectro-método multi-taper revelou periodicidades ($\sim 9-10$ e ~ 25 anos) que podem estar relacionadas com os principais ciclos de actividade solar. Os períodos de $\sim 3,1-3,5$ e

$\sim 2-2,3$ anos são provavelmente o terceiro e o quinto harmônicos do ciclo solar de 11 anos, respectivamente. Estes períodos estão correlacionados com variações periódicas semelhantes em índices geomagnéticos e parâmetros meteorológicos. Foi determinada a relação estatisticamente significativa ($r = 0,8$; $P = 0,005$) entre suicídio e emissões de Cu das fundições de Cu-Ni do Norte da Rússia para o período 1997-2009.

Palavras-chave Suicídio - Atividade solar - Perturbações geomagnéticas - Fatores socioeconômicos - Poluição - Qualidade da água - Rússia

O. I. Shumilov (✉) · E. A. Kasatkina

Instituto Polar Geofísico, Centro de Ciência Kola RAS, Fersmana STR. 14, 184209 Apatity, Região de Murmansk, Rússia

e-mail: oleg@aprec.ru

T. B. Novikova

Hospital Principal, Centro de Ciência Kola RAS, 184209 Apatity, Rússia

M.-L. Sutinen

Rovaniemi Research Unit, Instituto Finlandês de Investigação Florestal, 96301 Rovaniemi, Finlândia

A. V. Chramov

Published online: 14 February 2014

~~Universidade Técnica do Estado Báltico, 190005 São Petersburgo, Rússia~~

A. V. Enykeev
Hospital Central de Kirovsk, Kirovsk, Rússia

1 Introdução

O problema da crescente taxa de suicídio tornou-se recentemente uma preocupação actual não só na Rússia, mas também nos países mais desenvolvidos industrialmente. De acordo com dados da Organização Mundial de Saúde, o nível mais baixo de suicídio é registrado em alguns países do Oriente Médio, por exemplo, no Egito (0,03) e em alguns países da América do Sul (OMS <http://www.who.int>). A Rússia e alguns outros países da antiga União Soviética (Bielorrússia, Ucrânia, Lituânia, Letónia, Estónia), bem como alguns países ocidentais (Finlândia, Bélgica, Hungria, etc.) estão incluídos no grupo de países com uma elevada taxa de suicídio (mais de 20 pessoas por 100 mil pessoas) (OMS <http://www.who.int>). Na Rússia, este índice em 2000 atingiu o valor de 39,4, que excede em mais de uma ordem o valor do nível de suicídio em 1838 (2,9) (Makinen 2006). A distribuição geográfica da mortalidade suicida mostrou grandes diferenças entre as regiões da Rússia. As repúblicas de Komi e Udmurtia tinham as maiores taxas de suicídio para homens (mais de 105 pessoas por 100 mil pessoas), enquanto as taxas eram baixas em Dagestan (3,6) e Ingushetia (1,1) (Makinen 2006).

Ao estudar o impacto das mudanças dos parâmetros ambientais na dinâmica dos suicídios, surge uma questão inevitável sobre o papel relativo dos fatores socioeconômicos e naturais. Na Rússia, a mortalidade aumentou acentuadamente na primeira metade da década de 1990, após o colapso da União Soviética (Lester 1998; Makinen 2000, 2006; Shkolnikov et al. 1998). Possíveis explicações para este fenômeno recente foram discutidas na literatura, incluindo estresse social, colapso da assistência médica, poluição ambiental, consumo de álcool (Lester 1998; Makinen 2006; Nemtsov 2003; Shkolnikov et al. 1998). Todas essas interpretações foram de natureza socioeconômica. Por outro lado, vários estudos foram dedicados à questão de uma possível relação entre alguns fatores heliogeomagnéticos e suicídios e doenças mentais (Babayev e Allahverdiyeva 2007; Berk et al. 2006; Cherry 2002, 2003; Cornelissen e Halberg 2006; Dimitrov 1999; Dimitrov et al. 2009; Halberg et al. 2005; Mendoza e de la Pena 2010; Palmer et al. 2006; Partonen et al. 2004; Persinger 1995; Souetre et al. 1987; Stoupel et al. 1995).

O objetivo do presente trabalho é identificar os efeitos do clima espacial e fatores sócio-econômicos na distribuição do número de suicídios no noroeste da Rússia.

2 Materiais e métodos

Kirovsk (67.6 N, 33.7 E) é uma cidade em Murmansk oblast, com uma população de aproximadamente 30 mil habitantes. Está localizada nos esporões do maciço de Khibiny, 175 km ao sul de Murmansk, bem na zona auroral de atividade geomagnética, onde a intensidade e o nível de ocorrência de distúrbios geomagnéticos e pulsações crescem em uma ampla faixa de frequência. Por outro lado, o oblast de Murmansk é uma das regiões industrializadas e densamente povoadas da Rússia, onde o cobre-níquel, ferro, apatite-nefelina e minérios de terras raras são amplamente desenvolvidos e processados. Dados estatísticos do período de 1948-2010 (756 meses) para a cidade de Kirovsk foram usados na análise. A data, sexo e idade foram registrados para cada caso. A informação para este estudo foi obtida a partir das certidões de óbito oficiais que foram recolhidas no cartório de registro.

Foram calculadas as taxas de mortalidade por suicídios e doenças cardiovasculares (o número de casos por 100 mil pessoas). Para determinar as semelhanças e as diferenças entre os suicídios e outros parâmetros, calculamos o coeficiente de correlação de classificação de Spearman. A validade dos dados da distribuição sazonal foi verificada

com a ajuda do critério Student, usando o pacote de software aplicado MATLAB. Para estudar a presença de

Periodicidade em variações do número anual de suicídios, utilizamos o método multitaper (MTM) da análise do espectro de potência (Thomson 1982). A análise espectral MTM foi realizada com a ajuda do software SSA-MTM Toolkit (Ghil et al. 2002). A significância foi testada ao nível de confiança de 90 e 95 % contra um fundo de ruído vermelho (Mann e Lees 1996; Ghil et al. 2002).

Os dados mensais de temperatura de Kandalaksha (67.2N, 32.4E) foram utilizados neste estudo. O índice Ap é uma medida do nível geral de atividade geomagnética da tempestade sobre o planeta. Neste estudo, foram obtidos índices Ap diários de 1 de Janeiro de 1948 a 31 de Dezembro de 2010 no World Data Centre for Geomagnetism, Kyoto, Japão (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp>). Os dados sobre eventos de prótons foram emprestados do jornal (Levitsky 1970), bem como no site (ftp://ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA).

3 Resultados

Durante o período (1948-2010) investigado, 908 suicídios foram cometidos, enquanto 694 deles foram cometidos por homens. Sabe-se que o número de suicídios concluídos entre os homens excede cerca de três vezes o das mulheres (Souetre et al. 1987; Cibis et al. 2012), o que é confirmado pelos dados estatísticos de Kirovsk. O maior número de suicídios ocorreu em 1949 (70,3 pessoas por 100 mil pessoas) e o menor ocorreu em 1985 (15,2).

A Figura 1 apresenta variações das taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares (I_h) e suicídios (I_s) em Kirovsk durante o período de 1948-2010. Podemos ver que existem certas diferenças entre as duas curvas. Em primeiro lugar, observa-se um forte aumento no nível de mortalidade como resultado das doenças cardiovasculares desde 1991 (mais de duas vezes em comparação com o período de 1948-1990), o que, muito provavelmente, esteve ligado às tensões sócio-econômicas desse período (ver Fig. 1a). Como podemos ver na Fig. 1a, no máximo da curva (1996), o valor da taxa ($I_h = 623$) de mortalidade ultrapassa quase três vezes o valor médio para o período de 1948-1990 ($I_h = 230$) (ver Fig. 1a). Em segundo lugar, ele deve ser notado que fatores socioeconômicos não levaram a nenhum aumento apreciável no número de suicídios no intervalo de tempo 1991-1997 ($I_s = 43$) em comparação com o período pré-vioso ($I_s = 35$; o aumento fez apenas 20 %) (ver Fig. 1b).

A análise comparativa não revelou quaisquer diferenças significativas nas distribuições de suicídios, cometidos por homens e mulheres. Os padrões sazonais de suicídios para o período de 1948-2010 são ilustrados na Fig. 2. Vê-se claramente três máximos distintos [Março-Maio ($P \setminus 0,001$), Julho ($P = 0,006$), Outubro ($P \setminus 0,001$)]. As distribuições sazonais das tempestades magnéticas mais intensas (Ap [150 nT] e eventos de prótons solares (SPEs) para o período estudado são apresentadas na Fig. 2b, c. Podemos ver que os três máximos na distribuição dos suicídios (dois equinócios e um em julho) coincidem com picos na distribuição das tempestades magnéticas mais intensas [março ($P \setminus 0,01$), julho ($P \setminus 0,001$)], Outubro ($P \setminus 0,01$)]. O elevado valor do coeficiente de correlação ($r = 0,65$, $P = 0,05$) parece confirmar a suposição da existência da relação entre a dinâmica do suicídio e a actividade geomagnética. A distribuição anual de SPEs tem um pico significativo ($P \setminus 0,01$) em abril-maio, que também é traçado no ritmo dos suicídios (Fig. 2a, c).

A seguir, aplicamos a análise espectral MTM à série temporal anual de I_s . A análise MTM revelou períodos de $\sim 9-10$, $\sim 3,1-3,5$ e $\sim 2-2,3$ anos ao nível de confiança de 90 % (ver Fig. 3). Outro pico com $\sim 2,5$ anos foi visto a existir quase ao mesmo

nível de confiança de 90 % (ver Fig. 3).

Fig. 1 Variações das taxas de mortalidade (o número de mortes por 100.000 pessoas) em Kirovsk durante 1948-2010 como resultado de doenças cardiovasculares (I_h),
b suicídios (I_s)

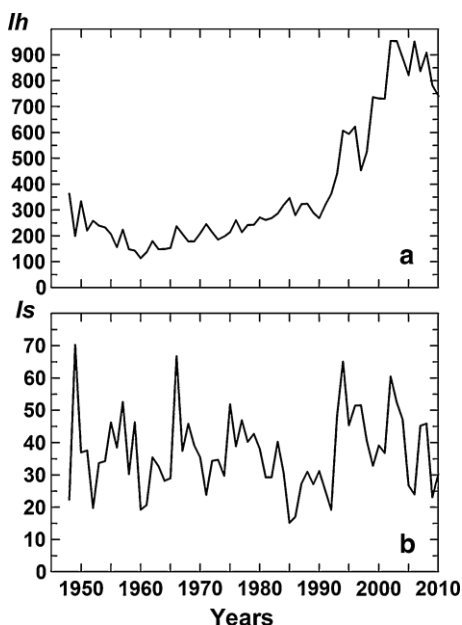
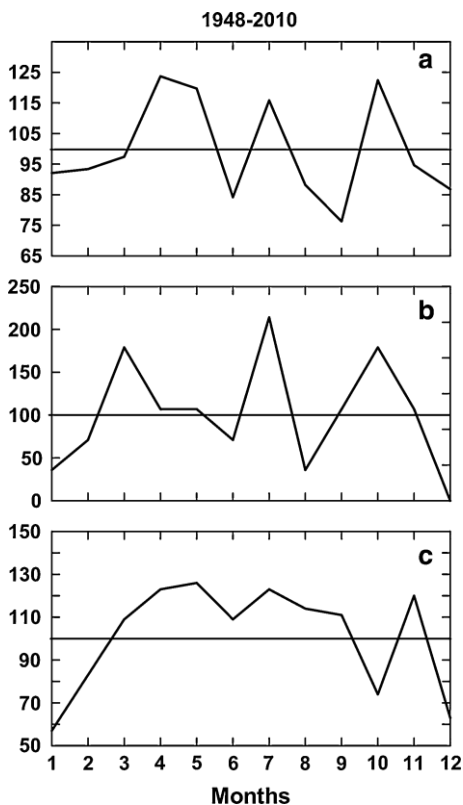


Fig. 2 Distribuição sazonal do número de suicídios em Kirovsk (região de Murmansk) (a) as tempestades magnéticas mais intensas ($A_p \geq 150$ nT) (b) o número de eventos de prótons solares (c) durante o período de 1948-2010. Os eixos verticais são escalonados para percentagens acima e abaixo do valor médio (100 %)



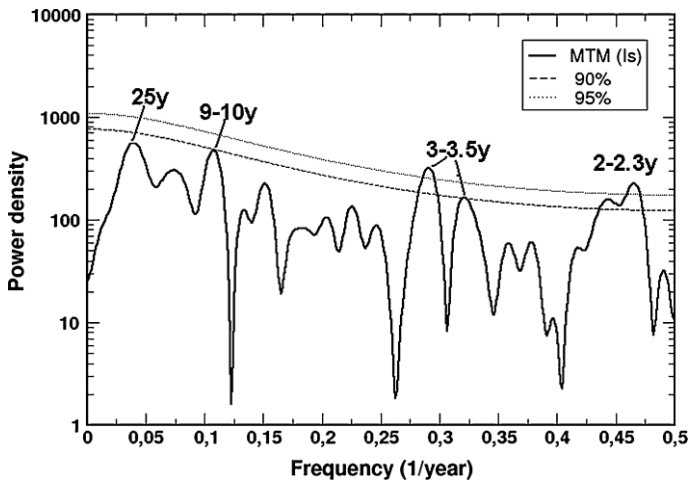


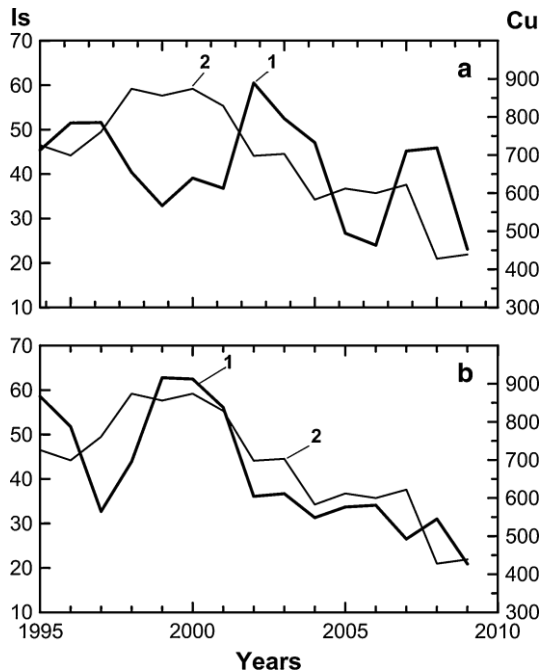
Fig. 3 Análise do espectro MTM das taxas de suicídio em Kirovsk ao longo de 1948-2010. As linhas tracejadas denotam os níveis de 90 e 95 % de significância, respectivamente. Os valores digitais são os períodos significativos

Neste artigo, também tentamos investigar o impacto de fatores locais sobre a dinâmica do suicídio. Anteriormente foi observado (Persinger 1987) que o alto conteúdo de metais pesados como Cu, Al, Zn e Li na água potável pode causar sérios distúrbios mentais. Como foi notado anteriormente, Murmansk oblast é uma das regiões industrializadas da Rússia. Uma das maiores fábricas russas de níquel-cobre "Severonikel" está localizada na cidade de Monchegorsk (67.9N, 32.9E) a uma distância de 80 km da cidade de Kirovsk. A água potável para Kirovsk provém de fontes subterrâneas, para a cidade de Monchegorsk - do Lago Moncha- que está localizado na área de contaminação ambiental da fábrica "Severonikel". De acordo com a pesquisa, a concentração de Cu na água potável da cidade de Monchegorsk (0,0883 mg/l) é quase 80 vezes maior do que em Kirovsk (Nikanov et al. 2002). A Figura 4 mostra a variação da mortalidade por suicídio em Kirovsk e Monchegorsk e das emissões de Cu (toneladas/ano) da planta "Severonikel" (Karnachev et al. 2011) para o período de 1995 a 2009. Vê-se que no caso de Monchegorsk duas curvas estão em bom acordo (Fig. 4b), o que não pode ser dito sobre Kirovsk (Fig. 4a). O alto valor do coeficiente de correlação ($r = 0,8$, $P = 0,005$) confirma a suposição da existência da relação entre a dinâmica do suicídio e o conteúdo de Cu na água e atmosfera de Monchegorsk.

4 Discussão

É geralmente aceite que a taxa de suicídio aumenta durante as depressões económicas (Lester 1998; Sartorius 1995; Shkolnikov et al. 1998). Por outro lado, Makinen (2000, 2006) mostrou que as mudanças económicas parecem exercer menos influência sobre as taxas de suicídio do que tem sido aceite. Após o colapso da União Soviética, o número de suicídios no Norte do Cáucaso e na Ásia ainda permanece baixo (Makinen 2000, 2006). Por outro lado, nas antigas repúblicas da parte europeia da URSS (Rússia, Ucrânia, Bielorrússia, Ka-Zakhstan, Letónia, Lituânia, Estónia), na altura, foi detectado algum aumento dos suicídios, com um declínio subsequente para 2000 (Makinen 2006). A

Fig. 4 Variações das taxas de suicídio em Kirovsk (curva 1)- (a) e Monchegorsk... (b) variações das emissões atmosféricas de Cu (toneladas/ano) pela planta "Severonikel" (curva 2)



Região de Murmansk (ver Fig. 1b). De acordo com nossos resultados, o grande choque socioeconômico na Rússia após 1990 e suas conseqüências não produziram muito mais suicídios. A taxa máxima de suicídio das mães foi atingida em 1949 (70,3 pessoas por 100 mil pessoas) (ver Fig. 1b). Em contraste com os padrões cíclicos suicidas, um aumento acentuado da mortalidade por doenças cardiovasculares tem sido observado desde 1991 (mais de duas vezes comparado com o período de 1948-1990), o que, muito provavelmente, estava ligado ao estresse socioeconômico daquele período (ver Fig. 1a). Deve-se notar que em alguns estudos o crescimento da mortalidade na Rússia é explicado pela conclusão da campanha anti-álcool e pelo aumento do consumo de álcool na década de 1990 (Nemtsov 2003; Norstrom 2011).

Os padrões sazonais de comportamento suicida foram geralmente associados a estações "desfavoráveis" (Outubro-Novembro e Março-Abril), que se caracterizam por mudanças climáticas frequentes, mudanças intensas da duração do dia de luz e aumento da frequência de perturbações geomagnéticas (máximos equinociais de actividade geomagnética) (Souetre et al. 1987; Partonen et al. 2004). A atividade geomagnética é uma componente do clima espacial e relacionada ao processo de interação das correntes de plasma solar com a magnetosfera da Terra. Sabe-se que o padrão bimodal de variação sazonal com máximos equinociais em Março-Abril e Setembro-Outubro é típico para a distribuição de tempestades nas categorias de intensidade de tempestade fraca a moderada (Gonzalez et al. 2002). Isto é causado pela mudança sazonal na geometria do campo magnético da Terra em relação à direção do campo magnético interplanetário (FMI) (Russel e McPherron 1973). Posteriormente Gonzalez et al. (1993) mostraram a presença de um pico em julho para o número mensal de dias com valor máximo de $A_p \leq 150$ nT. Os estudos recentes também atestam a presença de um máximo adicional em Julho na distribuição sazonal de tempestades magnéticas muito intensas

(Gonzalez et al. 2002; Echer et al. 2011). Este pico adicional é claramente visto nas

distribuições sazonais de suicídios e tempestades magnéticas poderosas (Ap C 150 nT) (Fig. 2a, b).

Quanto ao segundo pico (Maio) no máximo equinócio da Primavera na distribuição de suicídios (ver Fig. 2a), está, possivelmente, ligado a outro agente cosmo-físico, por exemplo, com emissão corpuscular solar. Na Fig. 2c, podemos ver que na distribuição sazonal dos SPE há um certo máximo em maio ($P \mid 0,01$), que também é traçado na distribuição dos suicídios por estações durante 1948-2010. A influência dos eventos próton na taxa de mortalidade como resultado de doenças cardiovasculares e suicídios tem sido relatada por Stoupe et al. (1995). Nossos resultados (Shumilov et al. 1998) também confirmam que um número significativo de eventos de prótons (mais de 40%) são acompanhados pelo crescimento do número de doenças súbitas de tipo cardiovascular e distúrbios mentais nas altas latitudes (arquipélago de Spitsbergen).

Os efeitos sazonais na distribuição dos suicídios têm sido estudados em várias áreas mundiais (Erazo et al. 2004; Hakkio et al. 1998; Halberg et al. 2005; Heerlein et al. 2006; Lahti et al. 2006; Partonen et al. 2004; Souetre et al. 1987; Zhang et al. 2011). Pelos resultados dos estudos realizados, podemos concluir que a distribuição bimodal de suicídios com dois máximos equinociais, típica para distribuição de distúrbios geomagnéticos, é observada, principalmente, nas latitudes norte e aumenta com a latitude (Lahti et al. 2006; Partonen et al. 2004). Nas latitudes médias, uma distribuição bimodal de suicídios ou se manifesta mal (Erazo et al. 2004) ou se transforma em uma distribuição com um máximo de uma mola (Heerlein et al. 2006; Souetre et al. 1987). Um máximo significativo no comportamento suicida no verão, que havia sido registrado por nossos dados, pode ser explicado pelo período relativamente longo de observações. Este resultado confirma o caráter geofísico dos padrões sazonais de suicídios em altas latitudes. A ausência do máximo de julho nos padrões sazonais de suicídios na Finlândia para o período de 1987-1999 relatados por Partonen et al. (2004) pode ser explicada pelo aparecimento raro o suficiente de tempestades magnéticas de tal intensidade ($A_p \ll 150$ nT), o que reduz a probabilidade de sua observação dentro de um intervalo de tempo relativamente pequeno de vários anos.

Como foi mencionado acima, o oblast de Murmansk está localizado em altas latitudes dentro da zona auroral de atividade geomagnética. Devido à configuração específica das linhas do campo geomagnético, as latitudes altas são bastante diferentes das latitudes médias e baixas na intensidade e nas características espaciais e temporais dos fatores heliogeofísicos. A análise espectral MTM da distribuição dos suicídios em Kirovsk revelou periodicidades de $\sim 9-10$ e ~ 25 anos atribuídas

durante os ciclos solares, com o nome de Schwabe e Hale, respectivamente. Os períodos de $\sim 3,1-3,5$

e $\sim 2-2,3$ anos são provavelmente o terceiro e quinto harmônicos do ciclo de Schwabe, respectivamente. Estes períodos estão correlacionados com variações periódicas semelhantes na estrutura sectorial do FMI.

(Gonzalez et al. 1990; Mufti e Shan 2011), geomagnetic aa-indexes (Mufti e Shan 2011). Ciclicidade semelhante foi encontrada nas taxas de suicídio na Bulgária e Finlândia (Dimitrov 1999; Dimitrov et al. 2009). Deve-se notar que, além dos ciclos de longo prazo de 11-13 anos de suicídios na Finlândia, este último trabalho também relatou uma ciclicidade de 3-5 anos em fatores ambientais e mentais como temperatura e índice aa (Dimitrov et al. 2009). Nossa análise espectral (não mostrada) também revelou uma periodicidade de 2,5-3 anos na dinâmica da temperatura local. A nosso ver, não há praticamente nenhuma relação causal entre temperatura e suicídios, pelo menos em altas latitudes. Esta conclusão não contradiz os resultados de Ruuhela et al. (2009). De acordo com os seus resultados, a radiação solar global teve o melhor poder explicativo, enquanto a temperatura e a pré-cipitação tiveram apenas um impacto menor nas taxas de suicídio na Finlândia (Ruuhela et al. 2009).

As emissões electromagnéticas (EME) são consideradas como os factores cosmo-físicos mais prováveis que influenciam o organismo humano. Um dos possíveis mecanismos de impacto em nossa opinião, o mais provável é a capacidade dos eventos do próton solar e das erupções de raios X afetarem a condição da ionosfera e, portanto, mudarem as características de frequência das "ressonâncias Schumann" (Schlegel e Fullekrug 1999; De et al. 2010). As oscilações electromagnéticas dentro do intervalo de frequência (5-60 Hz), ou "ressonâncias Schumann", são naturais.

oscilações do ressonador Terra-ionosfera (Cherry 2002). Como é conhecido, o espectro da atividade bioelétrica do cérebro humano é subdividido em ritmos básicos: ritmo delta (0,5-3,5 Hz), ritmo teta (4-7 Hz), ritmo alfa (8-13 Hz) e ritmo beta (14-22 Hz e superiores) (Cherry 2002). Na interação do caráter de ressonância, pode ocorrer sincronização de ritmos da atividade bioelétrica do cérebro com variações do campo geomagnético ou do campo elétrico da atmosfera.

Outra propriedade importante da EME, encontrada experimentalmente, é a sua capacidade de afectar a secreção de melatonina - uma das principais hormonas (a hormona da glândula pineal ou epífise) - que é um dos mais importantes reguladores do sistema imunitário e dos ritmos biológicos em animais e homens (Cherry 2002). A melatonina também desempenha a função de absorvedor de radicais livres e de antioxidante no organismo (Cherry 2002). Os radicais livres, sendo produtos do metabolismo do organismo e o resultado da sua interacção com factores nocivos do ambiente (radiação ionizante, agroquímicos, etc.), desempenham um importante papel desencadeador dos mecanismos de carcinogénese e envelhecimento (Cherry 2002). Provavelmente, em altas latitudes, em condições de dia polar e noite polar, as perturbações geomagnéticas, com um curso diário bem manifestado, realizam a parte de um sincronizador externo de processos biológicos no organismo humano, afetando a produção de melatonina (Weydahl et al. 2001). Alguns estudos tratam da influência da EME na mudança da concentração intracelular de íons de cálcio, o que pode resultar no aumento do conteúdo de radicais livres (Cherry 2002; Stevens e Davis 1996). Cherry (2002) combinou todos os resultados e formulou a hipótese de que o sinal de ressonância Schumann é o mecanismo biofísico para os efeitos da atividade solar e geomagnética sobre a saúde, pois é detectado pelo cérebro onde interage com as ondas cerebrais pela interação ressonante com íons de cálcio dos neurónios e altera o nível de melatonina. Persinger (1987) relatou que o alto conteúdo de metais pesados como Cu, Al, Zn e

Li na água potável pode causar sérios distúrbios mentais. Nossos resultados confirmam a suposição da existência da relação entre a dinâmica do suicídio e o conteúdo de Cu na água e atmosfera de Monchegorsk (ver Fig. 4). Esta conclusão foi obtida pela primeira vez. Anteriormente, o efeito da poluição causada pelo homem no nível e na dinâmica do suicídio não foi estudado na Rússia. Neste caso, um número suficientemente grande de trabalhos dedicados ao estudo das causas de doenças específicas das áreas de poluição industrial e relacionadas com o sistema geniturinário, respiratório e digestivo, bem como tumores (Nikanov et al. 2002). Deve-se notar que os resultados obtidos por Moiseenko et al. (2006) sobre as maiores taxas de acumulação de metais pesados (Ni, Cu, Cr, Cd e Pb) no fígado e nos rins dos residentes de Monchegorsk são provas indirectas para a nossa conclusão. Em qualquer caso, é necessário continuar a investigação nesta área. Uma análise comparativa da dinâmica suicida nestas duas cidades provavelmente indica que a influência dos distúrbios heliogeofísicos nas taxas de suicídio em altas latitudes é encontrada apenas em áreas relativamente "limpas". O elevado nível de contaminação ambiental parece "bloquear" este efeito (ver Fig. 4b). Os resultados indicam uma influência externa multifactorial (socioeconómica, he-logeofísica e humana local) na dinâmica do suicídio em latitudes elevadas.

5 Conclusões

1. Na distribuição sazonal do suicídio em Kirovsk, existem três máximos [Março-Maio ($P \setminus 0.001$), Julho ($P = 0.006$), Outubro ($P \setminus 0.001$)], coincidindo com os máximos na distribuição das tempestades magnéticas mais intensas (Ap C 150 nT).

2. A análise de espectro-método multi-taper revelou periodicidades ($\sim 9-10$ e ~ 25 anos) que podem estar relacionadas com os principais ciclos de actividade solar. Os períodos de $\sim 3,1-3,5$ e

- *2–2,3 anos são provavelmente o terceiro e o quinto harmônicos do ciclo solar de 11 anos, respectivamente. Estes períodos estão correlacionados com variações periódicas semelhantes nos índices geomagnéticos e temperatura local.
3. Os níveis e tendências de mortalidade por suicídio em Monchegorsk localizado na área de contaminação ambiental diferem significativamente do indicador em Kirovsk.
 4. Foi revelada uma dependência estatisticamente significativa ($r = 0,8$, $P = 0,005$) da dinâmica do suicídio em Monchegorsk em relação às emissões de Cu para a atmosfera pela fábrica "Severonikel" para o período 1995–2009.
 5. Os resultados obtidos indicam a existência de uma variedade de factores (socioeconômicos, heliogeofísicos e humanos locais) que influenciam a dinâmica do suicídio em altas latitudes.

Agradecimentos Agradecemos ao Professor M.A. Persinger (Canadá) pelos comentários frutuosos e pelo apoio à nossa pesquisa. Nós também gostaríamos de agradecer ao Doutor B.D. Dimitrov (Reino Unido) por comentários valiosos e construtivos.

Referências

- Babayev ES, Allahverdiyeva AA (2007) Effects of geomagnetic activity variations on the physiological and psychological state of functionally healthy humans: some results of Azerbaijani studies. *Adv Space Res* 40:1941–1951
- Berk M, Dodd S, Henry M (2006) Os campos eletromagnéticos ambientais afetam o comportamento? Uma demonstração da relação entre a atividade da tempestade geomagnética e o suicídio. *Bioelectromagnetismo* 27:151–155
- Cherry N (2002) Schumann ressonances, um mecanismo biofísico plausível para o efeito da atividade solar/geomagnética sobre a saúde humana. *Nat Hazard* 26:279–331
- Cherry N (2003) Schumann resonance and sunspot relations to human health effects in Thailand. *Nat Hazard* 29:1–11
- Cibis A, Mergl R, Bramefeld A, Althaus D, Niklewski G, Schmidtke A, Hegerl U (2012) A preferência pelos métodos letais não é a única causa de taxas de suicídio mais elevadas nos homens. *J Affect Disord* 136:9–16
- Cornelissen G, Halberg F (2006) Chronomics of suicides and the solar wind. *Br J Psiquiatria* 189:567–568
- De SS, De BK, Bandyopadhyay B, Suman P, Haldar DK, Barui S (2010) Estudos sobre a mudança na frequência de o primeiro modo de ressonância Schumann durante um evento de próton solar. *J Atmos Sol Terr Phys* 72:829–836
- Dimitrov B (1999) Ciclicidade das variações na frequência dos suicídios na Bulgária. *Med Leg Baltica* 8:26–31
- Dimitrov BD, Atanassova PA, Rachkova MI (2009) A ciclicidade dos suicídios pode ser modulada por ciclos externos *1 1 anos: um exemplo de taxas de suicídio na Finlândia. *Geosph Sol* 4:50–54
- Echer E, Gonzalez WD, Tsurutani BT (2011) Estudos estatísticos de tempestades geomagnéticas com pico Dst B -50 nT de 1957 a 2008. *J Atmos Sol Terr Phys* 73:1454–1459
- Erazo N, Baumert J, Ladwig KH (2004) Sex-specific time patterns of suicidal acts on the German railway system. Uma análise de 4003 casos. *J Affect Disord* 78:1–9
- Ghil M, Allen RM, Dettinger MD, Ide K, Kondrashov D, Mann ME, Robertson AW, Saunders A, Tian Y, Varadi F, Yiou P (2002) Advanced spectral methods for climatetic time series. *Rev Geophys* 40:3.1–3.41
- Gonzalez WD, Gonzalez ALC, Tsurutani BT (1990) Distribuição de ciclo de duplo pico de geomagnético intenso tempestades. *Planet Space Sci* 38:181–187
- Gonzalez ALC, Gonzalez WD, Dutra SLG (1993) Periodic variation in the geomagnetic activity: a study based on the A_p index. *J Geophys Res* 98:9215–9231
- Gonzalez ALC, Silbergleit VM, Gonzalez WD, Tsurutani BT (2002) Irregularidades na variação sazonal da atividade geomagnética. *Espaço Avançado Res* 30:2215–2218
- Hakko H, Rasanen P, Tiihonen J (1998) Seasonal variation in suicide occurrence in Finland. *Escândalo Acta Psiquiatria* 98:92–97
- Halberg F, Cornelissen G, Panksepp J, Otsuka K, Johnson D (2005) Chronomics of autism and suicide. *Biomed Pharmacother* 59:100–108
- Heerlein A, Valeria C, Medina B (2006) Seasonal variation in suicidal deaths in Chile: its relationship to latitude. *Psicopatol* 39:75–79

Karnachev IP, Kokljanov EB, Zagvozdina OI (2011) Características do desenvolvimento sustentável em áreas ambientais e industriais da Península de Kola sob o desenvolvimento dos recursos minerais na região. Seu MGTU 14:743-750

- Lahti A, Rasanen P, Karvonen K, Sarkioja T, Meyer-Rochow VB, Hakko H (2006) Pico do outono em tiroteios de crianças e adolescentes do norte da Finlândia. *Neuropsychobiologia* 54:140-146
- Lester D (1998) Suicídio e homicídio após a queda dos regimes comunistas. *Eur Psychiatry* 13:98-100
- Levitsky LS (1970) Um catálogo de erupções com raios cósmicos, absorção na calota polar e explosão do rádio solar.
em ondas de um centímetro. *Bull Crime Astrophys Obs* 42:203-229 (em russo)
- Makinen IH (2000) Eastern European transition and suicide mortality. *Soc Sci Med* 51:1405-1420
- Makinen IH (2006) Suicide mortality of Eastern European regions before and after the Communist period. *Soc Sci Med* 63:307-319
- Mann ME, Lees JM (1996) Robusta estimativa de ruído de fundo e detecção de sinais em séries temporais climáticas. *Clim Chang* 33:409-445
- Mendoza B, de la Pena SS (2010) Atividade solar e saúde humana em latitudes médias e baixas geomagnéticas na América Central. *Espaço Adv Adv. Res* 46:449-459
- Moiseenko TI, Voinov AA, Megorsky VV, Gashkina NA, Kudriavtseva LP, Vandish OI, Sharov AN, Sharova Yu, Koroleva IN (2006) Ecosystem and human health assessment to define environmental management strategies: the case of long-term human impacts on an Arctic lake. *Sci Total Environ* 369:1-20
- Mufti S, Shan GN (2011) A influência da atividade solar-geomagnética no clima da Terra. *J Atmosfera Sol Terr Phys* 73:1607-1615
- Nemtsov A (2003) Suicídios e consumo de álcool na Rússia, 1965-1999. *Depende do álcool* 71:161-168
- Nikanov AN, Chramov AV, Serpov VY, Konokhov ML, Proletarskaya EL (2002) Sobre a questão da influência da dureza da água na composição mineral do cabelo das crianças. In: *Problemas modernos de saúde pública exposta ao impacto intensivo de fatores nocivos do ambiente natural e industrial*. St. Petersburg, pp 119-122
- Norstrom T (2011) O papel do álcool na crise de mortalidade na Rússia. *Vício* 106:1957-1965
- Palmer SJ, Rycroft MJ, Cermack M (2006) Atividade solar e geomagnética, campos magnéticos e elétricos de frequência extremamente baixa e saúde humana na superfície da Terra. *Sobreviver às Geófses* 27:557-595
- Partonen T, Haukka J, Viilo K, Hakko H, Pirkola S, Isometsa E, Lonnqvist J, Sarkioja T, Vaisanen E, Rasanen P (2004) Cyclic time patterns of death from suicide in northern Finland. *J Affect a discórdia* 78:11-19
- Persinger MA (1987) Geopsicologia e geopsicopatologia: processos mentais e distúrbios associados a fatores geoquímicos e geofísicos. *Experiência* 43:92-104
- Persinger MA (1995) Sudden unexpected death in epileptics following sudden, intense, increases in geomagnetic activity: prevalence of effect and potential mechanisms. *Int J Biometeorol* 38:180-187
- Russel CT, McPherron RL (1973) Variação semestral da atividade geomagnética. *J Geophys Res* 78:92-108
- Ruuheala R, Hiltunen L, Venalainen A, Pirinen P, Partonen T (2009) Impacto climático nas taxas de suicídio em Finlândia, de 1971 a 2003. *Int J Biometeorol* 53:167-175
- Sartorius N (1995) Recentes mudanças nas taxas de suicídio em alguns países da Europa Oriental e outros países europeus. *Psicopediatria Int.* 7:301-308
- Schlegel K, Fullekrug MJ (1999) O parâmetro de ressonância Schumann muda durante a precipitação de partículas de alta energia. *J Geophys Res* 104:10111-10117
- Shkolnikov VM, Cornia GA, Leon DA, Mesle F (1998) Causas da crise da mortalidade russa: evidências e interpretações. *World Dev* 26:1995-2011
- Shumilov OI, Kasatkina EA, Raspopov OM (1998) Helimagnetic activity and the level of extreme situations in the Polar cap. *Biofísicos* 43:632-637
- Souetre E, Salvati E, Belugou JL, Douillet P, Braccini T, Darcourt G (1987) Sazonalidade dos suicídios: covariações ambientais, sociológicas e biológicas. *J Afete a Desordem* 13:215-225
- Stevens RG, Davis S (1996) The melatonin hypothesis: electric power and breast cancer. *Perspect. Saúde do Ambiente* 106:135-140
- Stoupe E, Abramson E, Sulkes J, Martfel J, Stein N, Handelman M, Shimshoni M, Zadka P, Gabbay U (1995) Relação entre suicídio e infarto do miocárdio no que diz respeito à mudança das condições físicas ambientais. *Int J Biometeorol* 38:199-203
- Thomson DJ (1982) Spectrum estimation and harmonic analysis. *Proc IEEE* 70:1055-1067
- Weydahl A, Sothorn RB, Cornelissen G, Wetterberg L (2001) A atividade geomagnética influencia a secreção de melatonina na latitude 70°N. *Biomed Pharmacother* 55:57-62
- Organização Mundial da Saúde Estatísticas mundiais de saúde. Genebra. <http://www.who.int>
- Zhang J, Gao Q, Jia C (2011) Sazonalidade do suicídio de jovens rurais chineses e seus correlatos. *J Affect Desordem* 134:356-364