

AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA DOS RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE PEGMATITOS

Juliana Almeida Correia

Aluna de Graduação em Ciências Biológicas, 4º período, UFRJ.
Período ESTÁGIO/CETEM: agosto de 2015 a janeiro de 2016,
jcorreia@cetem.gov.br

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.
rcarlos@cetem.gov.br

Cristiane Andrade de Lima

Co-orientadora, Engenheira Química, D.Sc.
cristianeal@gmail.com

Resumo

O processo beneficiamento de pegmatitos gera uma quantidade significativa de resíduos, grossos e finos compostos por minerais que podem ser utilizados em diversos setores industriais. Porém, para que esse tipo de resíduo possa ser aplicado nesses diversos setores, faz-se necessário um conhecimento detalhado sobre potenciais efeitos adversos à saúde humana. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi verificar o risco à saúde humana decorrente da exposição a metais eventualmente presentes nos resíduos de rochas ornamentais. Para tanto foi utilizada a metodologia de avaliação de risco da USEPA (1989), bem como as planilhas da CETESB, para os seguintes cenários de exposição: ingestão e contato dérmico com solo, inalação de material particulado e ingestão de vegetais, considerando a disposição dos resíduos diretamente no solo em áreas rurais. A estimativa de riscos à saúde humana de efeitos cancerígenos e não cancerígenos para trabalhadores rurais / residentes mostrou-se dentro dos níveis considerados aceitáveis.

Palavras-chave: resíduos de rochas, avaliação de risco à saúde humana.

Abstract

The process of pegmatites beneficiation generates a significant amount of waste, thick and thin, composed by minerals, which have a great importance in some industrial process. However, before the application of this kind of waste, it is necessary to know its potential adverse effects in human health, for the receptors who will handle the material (farm workers). Thus, the objective of this study was to assess the human health risk from the presence of metals in the dimension stones waste in agricultural soils. For this, it was used the USEPA methodology (1989) and CETESB's spreadsheets, considering the following exposure pathways: ingestion and dermal contact with soil, inhalation of particulates and ingestion of vegetables. Carcinogenic and non-carcinogenic risks calculated for farm workers were considered acceptable.

Keywords: stone residues, human health risk assessment.

1. INTRODUÇÃO

As jazidas mais expressivas na produção de minerais de pegmatito estão na região do Seridó nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Esta atividade de extração gera enormes quantidades de resíduos sólidos e sua grande maioria está sendo despejada indevidamente no meio ambiente, causando riscos à saúde da população, que entram em contato direto e indireto com estes materiais.

Neste sentido, a avaliação de risco é uma ferramenta para se estimar a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana resultantes da exposição a uma fonte de contaminação. As metodologias de avaliação de risco são baseadas em princípios de toxicologia humana e no conhecimento das propriedades físico-químicas e comportamento ambiental dos contaminantes. A identificação e quantificação dos riscos, em uma determinada área contaminada, subsidiará a definição dos objetivos a serem atingidos na remediação e das medidas corretivas a serem adotadas (CETESB, 2001).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi verificar o risco à saúde humana dos resíduos gerados na extração e no beneficiamento do caulim provenientes da região da província pegmatítica Seridó-Borborema, caso os mesmos fossem dispostos diretamente em solos de áreas com vocação agrícola.

3. METODOLOGIA

3.1 Origem dos materiais utilizados

Os resíduos estudados são oriundos da extração e do beneficiamento do pegmatito dos municípios de Junco do Seridó e Equador nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Na área de estudo foram coletadas duas amostras de resíduos: A1 (Sarrabulho) e A3 (Siri).

3.2 Caracterização Química

A caracterização química do resíduo foi realizada pela COAM do CETEM por meio da técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX), tendo sido analisadas as concentrações das seguintes substâncias químicas: Arsênio, Cádmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel, Selênio e Zinco.

3.3 Avaliação do Risco à Saúde Humana

Tipicamente, uma Avaliação de Risco à Saúde Humana é composta pelas seguintes etapas: Formulação do Problema, Avaliação da Exposição, Avaliação da Toxicidade e Caracterização de Risco.

- **Formulação do Problema** - É a primeira etapa da avaliação de risco e é usada para focar as etapas subsequentes. Durante a formulação do problema, foi desenvolvido o

Modelo Conceitual de Exposição, a fim de compreender que contaminantes estão presentes no local, bem como os receptores humanos que utilizam (ou possam utilizar no futuro) a área, as vias de exposição que são ou serão possíveis entre a fonte e os receptores.

- **Avaliação da Exposição** - Incluiu o uso de resultados analíticos obtidos na caracterização química dos resíduos. O componente-chave da avaliação da exposição foi à avaliação da presença de contaminantes nos resíduos dispostos diretamente no solo e as possíveis vias de contato entre os receptores e os meios contaminados como, por exemplo, ingestão e contato dérmico com solo e ingestão de alimento.

- **Avaliação da Toxicidade** - Envolveu a classificação das substâncias químicas de acordo com seus potenciais efeitos tóxicos (por exemplo: câncer, efeitos neurológicos etc.) e determinação de doses aceitáveis (isto é, abaixo das quais efeitos indesejáveis para a saúde humana não são observáveis).

- **Caracterização do Risco** - É a última etapa da avaliação de risco e incluiu a estimativa dos riscos para vias de exposição específicas de interesse, identificadas no modelo conceitual para as condições atuais e futuras de uso do solo. Os cálculos do risco foram realizados utilizando as planilhas da CETESB para residentes rurais (adultos e crianças). Os cálculos foram feitos apenas para as concentrações analisadas na amostra A3, que apresentou concentrações maiores, ou seja, representaria o cenário mais conservador de exposição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Química

Na Tabela 1 encontram-se apresentados os resultados das análises químicas das amostras A1 e A3 e comparação com os Valores de Investigação (VI) estabelecidos na Resolução Conama 420/2009, quando não havia valores disponíveis nessa referência, foram utilizados valores de investigação disponíveis em fontes internacionalmente reconhecidas (US EPA, 2016).

Tabela 1. Caracterização química dos resíduos avaliados e comparação com os valores de investigação para solo

Parâmetros	Unidade	VI Agrícola CONAMA 420 ¹	US EPA 2016 ²	Amostra A1	Amostra A3
Arsênio	mg/kg	35	0,68	< 2,0	< 2,0
Cádmio	mg/kg	3	71	< 0,40	< 0,40
Cobalto	mg/kg	35	23	< 0,2	< 0,2
Cobre	mg/kg	200	3100	< 0,2	< 0,2
Cromo	mg/kg	150	0,3	0,1	0,1
Ferro	mg/kg	-	55000	2600	2800
Manganês	mg/kg	-	1800	71,3	86,2
Mercúrio	mg/kg	12	23	< 2,0	< 2,0
Níquel	mg/kg	70	1500	< 0,2	< 0,2
Selênio	mg/kg	-	390	< 1,0	4,8
Zinco	mg/kg	450	23000	17,6	31,8

1. Resolução da Conama 420/2009. Valor de Investigação - Solo Agrícola

2. US EPA Região 9 (Maio, 2016) - *Regional Screening Level* - Solo Residencial

Nenhuma das substâncias químicas analisadas apresentou concentrações superiores aos valores de intervenção consultados; entretanto, ainda assim optou-se por calcular o risco para todas as vias de exposição identificadas no Modelo Conceitual.

4.2 Avaliação do Risco à Saúde Humana

Na Figura 1 encontra-se o Modelo Conceitual de Exposição desenvolvido para a área.

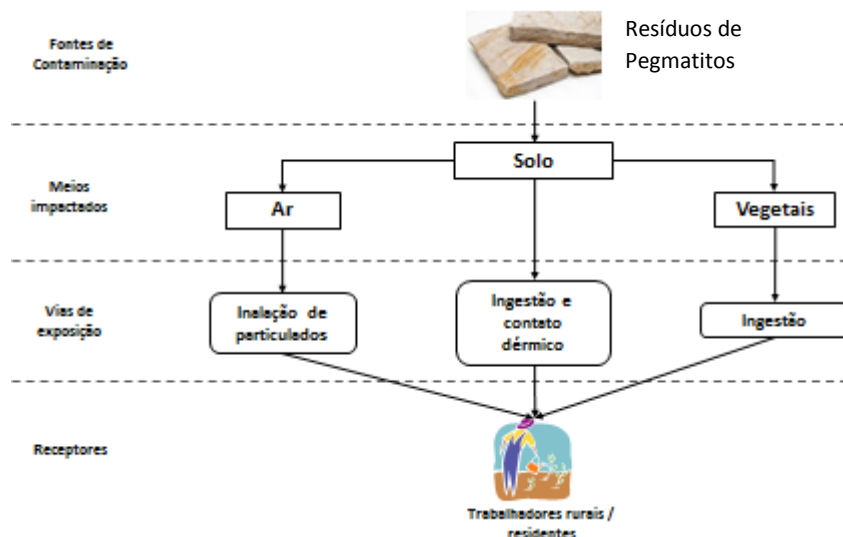


Figura 1. Modelo Conceitual de Exposição

Os resultados dos cálculos do risco encontram-se resumidos na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo dos resultados da Avaliação de Risco

SQI	Efeito	Inalação de Partículas		Cont. Dérmico com Solo		Ingestão de Solo		Ingestão de Vegetais	
		Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto
Arsênio	C	6,90E-12	3,03E-11	ND	ND	ND	4,57E-06	4,16E-07	2,38E-06
	NC	1,28E-06	4,71E-07	ND	ND	8,52E-03	1,01E-02	1,11E-02	5,29E-03
Cádmio	C	5,78E-13	2,54E-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	1,93E-07	7,06E-08	ND	ND	6,39E-05	6,09E-04	6,77E-03	3,22E-03
Cobalto	C	1,45E-12	6,35E-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	3,21E-07	1,18E-07	ND	ND	ND	1,01E-03	1,11E-03	5,29E-04
Cobre	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	ND	ND	ND	ND	5,11E-02	7,61E-06	4,26E-05	2,03E-05
Cromo	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	ND	ND	ND	ND	4,59E-02	ND	ND	ND
Ferro	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	ND	ND	ND	ND	8,52E-02	6,09E-03	1,32E-01	6,27E-02
Manganês	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	1,66E-05	6,08E-06	ND	ND	8,52E-03	5,47E-03	4,09E-02	1,95E-02
Mercúrio	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	6,42E-08	2,35E-08	ND	ND	6,39E-05	1,01E-02	ND	ND
Níquel	C	0,00E+00	0,00E+00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	0,00E+00	0,00E+00	ND	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Selênio	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	9,63E-11	3,53E-11	ND	ND	5,11E-04	6,09E-05	7,87E-04	3,75E-04
Zinco	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	NC	ND	ND	ND	ND	2,05E-04	2,44E-05	2,16E-04	1,03E-04

C – Cancerígeno; NC – não cancerígeno; ND – não determinado.

Considerando que os níveis de risco considerados aceitáveis são 1,0E-05 para efeitos cancerígenos e 1,0 para efeitos não cancerígenos (Res. Conama 420, 2009), constatou-se que todos os valores de risco calculados encontram-se inferiores ao limite considerado aceitável para todas as vias de exposição avaliadas.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que para os trabalhadores rurais que manuseariam o solo com resíduos de pegmatitos, o risco para o desenvolvimento de efeitos cancerígenos e não cancerígenos esteve dentro dos níveis considerados aceitáveis. Estes resultados indicam que os cenários de exposição avaliados são improváveis de causar efeitos à saúde do grupo de pessoas avaliado. Entretanto, cabe ressaltar que apenas foi avaliado neste trabalho o risco potencial à saúde humana oriundo da presença de metais nos rejeitos de rochas. Qualquer outro tipo de parâmetro, tais como microrganismos patogênicos, pesticidas etc. não foi avaliado neste estudo.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM pela infraestrutura e apoio financeiro junto ao CIEE.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. **Manual de Gerenciamento de áreas contaminadas**. 2001. Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/manual-de-gerenciamento/>

CETESB. **Planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação**. Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/planilhas-para-avaliacao/>

Resolução CONAMA 420. 28 de dezembro 2009.

U.S. EPA. **Risk assessment guidance for superfund, Volume 1, Human health evaluation manual (Part A)**. Office of Emergency and Remedial, Washington DC. 1989.

US EPA. **Table of Regional Screening Level (RSL)**. May 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables-may-2016>