



**UNILASALLE**  
CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE



CARLOS GILBERTO KISIOLAR MACHADO

**ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PEDREIRAS DE PEDRA DE TALHE DE BASALTO  
NO DISTRITO MINEIRO DE NOVA PRATA- RS: UMA PROPOSTA DE  
CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA DA ATIVIDADE**

CANOAS, 2014

CARLOS GILBERTO KISIOLAR MACHADO

**ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PEDREIRAS DE PEDRA DE TALHE DE BASALTO  
NO DISTRITO MINEIRO DE NOVA PRATA- RS: UMA PROPOSTA DE  
CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA DA ATIVIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada para a banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle - UNILASALLE, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais.

Orientação: Prof. Dr. Rubens Muller Kautzmann  
Co-orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Judite Sanson de Bem

CANOAS, 2014

CARLOS GILBERTO KISIOLAR MACHADO

**ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PEDREIRAS DE PEDRA DE TALHE DE BASALTO  
NO DISTRITO MINEIRO DE NOVA PRATA- RS: UMA PROPOSTA DE  
CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA DA ATIVIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada para a banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle - UNILASALLE, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais.

Aprovado pela banca examinadora em 30 de junho de 2014.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Rubens Muller Kautzmann  
Orientador - UNILASALLE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Judite Sanson de Bem  
Co-orientadora - UNILASALLE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Oliveira Rodrigues  
UNILASALLE

---

Prof. Dr. Carlos Otavio Petter  
UFRGS

---

Prof. Dr. Silvio Roberto Taffarel  
UNILASALLE

## RESUMO

A principal atividade de mineração nesse Distrito Mineiro é o trabalho manual e artesanal da extração das lajes de rocha para produção de pedras de talhe de diferentes tipos. Em 2011 estavam registradas no Rio Grande do Sul pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 640 empresas de mineração, de todos os ramos, das quais 270 (42%) estão classificadas pelo seu faturamento anual no estrato “C” do DNPM, onde se encontram 100% das mineradoras que produzem pedra de talhe de basalto. O objetivo do estudo é caracterizar aspectos econômicos deste segmento de mineração que possibilite estratificá-lo pelo seu porte, visando dar suporte ao planejamento de ações que permitam maior conhecimento e controle da atividade, resultando na melhoria administrativa das empresas e maior retorno ao município da compensação financeira. A proposta de uma classificação econômica das empresas deste Distrito Mineiro foi feita a partir do banco de dados do Relatório Anual de Lavra (RAL) do DNPM, pesquisado sobre informações de 2010 e 2011. O trabalho é um estudo estatístico sobre dados de extração e comercialização da pedra de talhe de basalto no Distrito Mineiro de Nova Prata (RS). A metodologia estatística empregada foi de uma amostragem aleatória simples, cujos dados brutos coletados foram de uma amostra de 42 mineradoras, fornecidas pelo DNPM/RS a partir de seu banco de dados do RAL, com informações de produção, valor do produto, faturamento e número de empregados. A análise da pesquisa apresentou uma grande dispersão em relação ao faturamento médio anual, das mineradoras do estrato “C”, dificultando estabelecer um perfil do segmento. O trabalho propõe classificar as mineradoras do DMNP em quatro subcategorias: C1, C2, C3 e C4, com menor variabilidade em cada classe. A partir de uma observação de dados coletados da extração da pedra de talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata (RS), tomando como base os dados o Relatório Anual de Lavra (RAL) do DNPM, nos períodos de 2010 e 2011, apresentou uma grande dispersão no faturamento médio anual, dificultando o controle e gerenciamento das mineradoras.

Palavras-chave: Pedra de Talhe, Avaliação estatística, Basalto, RAL, Distrito Mineiro de Nova Prata.

## ABSTRACT

The main mining activity that District Miner's manual and craft work of extracting the rock slabs for production -cut stones of different types. In 2011 were registered in Rio Grande do Sul by the National Department of Mineral Production (ANP ), 640 mining companies , all branches, of which 270 (42 %) are classified by annual turnover in stratum "C" DNPM where 100% of mining companies that produce stone-cut basalt. The objective of the study is to characterize economic aspects of mining segment that allows stratify it by its size, aiming to support the planning of actions to achieve greater knowledge and control of activity, resulting in the improvement of administrative companies and greater return to the municipality of compensation financial. The proposal for an economic classification of companies in this District Mining was done from the database of the Annual Report (RAL) DNPM, researching information for 2010 and 2011. The study is a statistical study on data extraction and marketing of stone -cut basalt in Mining District of New Silver (RS). The statistical methodology used was simple random sampling, whose raw data were collected from a sample of 42 miners, provided by DNPM/RS from its database of RAL, with production information, product value, revenue and number of employees. The analysis of the survey showed a large dispersion about the median annual earnings of mining stratum "C", making it difficult to establish a profile of the segment. The paper proposes classifying the miners PNPM into four subcategories: C1, C2, C3 and C4, with less variability in each class. From an observation of data collected from the extraction of the stone -cut in Mining District of New Silver (RS), based on data from the Annual Report (RAL) DNPM for the periods 2010 and 2011, showed a large dispersion in average annual revenues, making the control and management of mining.

Keywords: Stone Whittle, Statistical Evaluation, Basalt, RAL, New Silver Mining District.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Derrame de basalto em Putorana, Península de Taymyr na Sibéria, datada em 250 milhões de anos.....	15
Figura 2 – Cânion Fortaleza – Cambará do Sul (RS).....	16
Figura 3 – Cânion Imtaimbézinho – Divisa entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina.....	16
Figura 4 – Mapa Geológico do Distrito Mineiro de Nova Prata, mostrando as secções de derrames vulcânicos.....	19
Figura 5 – Perfil da lavra de basalto de onde extraímos a Pedra de Talhe de Basalto.....	20
Figura 6 – Extração da Lavra de Basalto no Distrito Mineiro de Nova Prata, Disjunção Tabular Horizontal, na forma de Lajes.....	21
Figura 7 – Piso com laje regular, estruturas em arcos e fachada com pedras de muro.....	21
Figura 8 – Parede Decorativa: piso com pedra irregular e pedra de muro.....	22
Figura 9 – Subestação de Energia Elétrica com paredes revestidas por pedra de talhe de basalto.....	22
Gráfico 1 – Geração de empregos na mineração no 1º semestre de 2013.....	31
Gráfico 2 – Regressão Linear - Número de Funcionários e Faturamento.....	42
Gráfico 3 – Regressão Linear - Produção Anual e Faturamento.....	43
Gráfico 4 – Variabilidade do Faturamento das empresas classificadas - RAL/2010.....	46
Gráfico 5 – Variabilidade do Faturamento das empresas classificadas - RAL/2011.....	46
Gráfico 6 – Proporção das Mineradoras amostradas por estratos, no Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2010.....	47
Gráfico 7 – Classificação e Proporção das Mineradoras em relação à Amostra - Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2011.....	48
Gráfico 8 – Evolução dos estratos nas amostras – Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2010 e 2011.....	49
Gráfico 9 – Evolução da Produção Média Anual 2010/2011.....	49
Gráfico 10 – Evolução do Faturamento Médio Anual de 2010/2011.....	50

Gráfico 11 – Evolução dos preços médios de vendas – RAL 2010/2011.....	51
Gráfico 12 – Reta de Regressão linear: Preços e Demandas – Estrato C.....	53
Gráfico 13 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C1	55
Gráfico 14 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C2	57
Gráfico 15 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C3	58
Gráfico 16 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C4	60
Gráfico 17 – Resistência à tração com aumento de temperatura, com resfriamento rápido através de refrigeração à água e a ar.....	67
Gráfico 18 – Reta de regressão linear de demanda em função do período (tempo).....	69
Gráfico 19 – Classificação ABC da Família de Itens Fardamento.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição da amostra de empresas cujos dados serão tratados, estratificada por Municípios do Distrito Mineiro de Nova Prata (RAL 2010 e 2011).....	38
Tabela 2 – Variáveis Observadas e suas Medidas Estatísticas do Estrato C - RAL/2010.....	39
Tabela 3 – Variáveis Observadas e suas Medidas Estatísticas do Estrato C - RAL/2011.....	40
Tabela 4 – Correlação Linear: Nº Funcionários versus Faturamento Médio Anual.....	42
Tabela 5 – Correlação Linear – Produção Anual e Faturamento Anual.....	43
Tabela 6 – Classificação das mineradoras pelo faturamento médio anual.....	44
Tabela 7 – Classificação proposta do estrato “C” pelo Faturamento RAL/2010, para mineradoras de pedra de talhe no DM Nova Prata.....	45
Tabela 8 – Classificação de proposta do estrato “C” pelo Faturamento RAL/2011, para mineradoras de pedra de talhe no DM Nova Prata.....	45
Tabela 9 – Média dos preços empregados nas mineradoras amostradas RAL-2010 e 2011.....	51
Tabela 10 – Correlação Linear: Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas, para toda a amostra (Estrato “C”).....	51
Tabela 11 – Demanda e preços do Estrato C1 – RAL – 2010.....	54
Tabela 12 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas para a parcela amostrado classificado como Estrato C1.....	54
Tabela 13 – Demanda e preços do Estrato C2 – RAL – 2010.....	55
Tabela 14 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Demandas para a parcela amostrado classificado como Estrato C2.....	56
Tabela 15 – Demanda e preços do Estrato C3 – RAL – 2010.....	57
Tabela 16 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas para a parcela amostrado classificado como Estrato C3.....	58
Tabela 17 – Demanda e preços do Estrato C4 – RAL – 2010.....	59
Tabela 18 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Demandas para a parcela amostrado classificado como Estrato C4.....	59
Tabela 19 – Classificação das famílias – Itens Uniformes.....	70

Tabela 20 – Dados brutos coletados do RAL/2010.....	72
Tabela 21 – Dados brutos coletados do RAL/2011.....	74

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEFEM/RS - Compensação Financeira pela Extração Mineral do Rio Grande do Sul

DM – Distrito Mineiro

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

IPM – Índice de Produção Mineral

MB – Marinha do Brasil

PAC - Plano de Aceleração do Crescimento

RAL – Relatório Anual de Lavra

RSRO – Resíduo de Secagem de Rochas Ornamentais

UF – Unidade Federativa

VPM – Valor da Produção Mineral

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	13
1.1.1	<i>Objetivo geral</i> .....	13
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>O contexto geológico das rochas basálticas</b>	15
<b>2.2</b>	<b>O segmento da mineração da Pedra de Talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>A lavra de lajes de basalto e produtos de pedra de talhe</b> .....	20
<b>2.4</b>	<b>Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)</b> .....	23
2.4.1	<i>Relatório Anual de Lavra (RAL)</i> .....	24
2.4.2	<i>Estratos das empresas mineradoras</i> .....	25
<b>2.5</b>	<b>Aplicação da estatística para análise de informações setoriais</b> .....	26
<b>2.6</b>	<b>A estatística mineral</b> .....	30
<b>2.7</b>	<b>Demanda da pedra de talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata</b> .....	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	34
<b>3.1</b>	<b>Amostragem e Inferência estatística</b> .....	34
<b>3.2</b>	<b>Tratamento dos dados</b> .....	34
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	37
<b>4.1</b>	<b>Levantamento dos dados</b> .....	37
<b>4.2</b>	<b>Inferência estatística e análise das variáveis estudadas</b>	39
<b>4.3</b>	<b>Classificação econômica do segmento de pedra de talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata</b> .....	44
<b>4.4</b>	<b>Comportamento das variáveis produção e faturamento médio anual</b>	49
<b>4.5</b>	<b>Análise entre preços médios de vendas e quantidades vendidas – RAL 2010 e 2011</b> .....	50
4.5.1	<i>Análise dos preços de vendas</i> .....	50
4.5.2	<i>Análise de demanda</i> .....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
	<b>APÊNDICE A – Exemplos da utilização da ferramenta estatística</b>	66

<b>APÊNDICE B – Dados brutos coletado do RAL/2010</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE C – Dados brutos coletado do RAL/2011</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade de mineração é gerenciada e fiscalizada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o qual apresenta uma classificação própria do porte econômico das empresas de mineração, com base no faturamento informado no Relatório Anual de Lavra (RAL), que classifica as mineradoras em três níveis de **Estratos: A, B e C**, na ordem do maior ao menor faturamento médio anual. Em 2011 apresentaram RAL no Rio Grande do Sul 641 empresas produtoras de todos os segmentos minerais com a seguinte distribuição: estrato **A** com 39 mineradoras (6%), estrato **B** com 331 mineradoras (52%) e estrato **C** com 271 mineradoras (42%).

No Distrito Mineiro de Nova Prata (DM Nova Prata) todas as mineradoras de pedra de talhe, com registro de produção no DNPM, se encontram dentro do Extrato “C”. A lavra de pedra de talhe compreende um labor artesanal, com utilização de ferramentas tecnologicamente primitivas como: alavanca, punções, cunhas, picos, mareta e esquadros (TOSCAN, 2005). Esta forma de produção exige uso de mão de obra intensiva, para atender a demanda. Isto implica em dificuldade de planejamento de produção, além do desconhecimento da própria jazida.

No DM Nova Prata os produtos da mineração de pedra de talhe são conhecidos comercialmente com pedras de basalto e distribuídos para todo o Estado gaúcho. Esta atividade estabelece uma cadeia produtiva que engloba a lavra, um beneficiamento ainda pouco desenvolvido, consistindo na serragem para produção de pedra regular ou aproveitamento de rejeitos para pedras de mosaico ou britagem, armazenamento, transporte e também a colocação da pedra na obra. A cadeia produtiva das pedras de talhe é um segmento importante ao status sócio-econômico da região.

O presente estudo faz, pela primeira vez, uma análise setorial do DM de Nova Prata através do tratamento estatístico dos dados contidos nos RALs, que traz, entre outras, informações sobre mão-de-obra, produção e faturamento. O conhecimento deste segmento mineiro visa ser utilizado em futuras ações de planejamento da gestão mineral no DM Nova Prata.

As empresas mineradoras que produzem a pedra de talhe de basalto, representam 42% dos títulos mineiros no DM Nova Prata, sendo responsáveis pelo desenvolvimento sócio-econômico e cultural da região. Grande parte das

mineradoras desse Distrito Mineiro são empresas de micro e pequeno porte com características de gestão informal, sendo suas informações indicadas para o DNPM, através do RAL a única fonte de análise deste segmento. A pesquisa foi motivada em analisar estas informações pelo caráter inédito do tratamento estatístico das informações contidas nos RALs, visando caracterizar este segmento do DM Nova Prata, uma vez que as informações contidas nos RALs, de empresas de menor faturamento, não são objeto de análise e auditoria sistemática pelo DNPM.

O melhor conhecimento do segmento de pedra de talhe é importante para balizar futuras ações de planejamento da gestão mineral no Distrito Mineiro de Nova Prata como também conhecer a importância sócio-econômica das mineradoras no desenvolvimento do Distrito Mineiro de Nova Prata.

## **1.1 Objetivos**

### *1.1.1 Objetivo Geral*

A pesquisa tem como objetivo caracterizar o segmento de mineração da pedra de talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata com base em aspectos econômicos, utilizando dados do Relatório Anual de Lavra (RAL - DNPM) dos anos 2010 e 2011.

### *1.1.2 Objetivos Específicos*

O estudo seguiu a seguinte ordem de metas:

- Conhecer o contexto geológico da formação das rochas basálticas;
- Conhecer o segmento da mineração da pedra de talhe de basalto no Distrito Mineiro de Nova Prata;
- Conhecer o DNPM e suas atividades técnicas;
- Aplicar métodos estatísticos para análise de informações setoriais;
- Conhecer várias áreas de aplicação de métodos estatísticos através de trabalhos realizados na mineração, construção civil, meio-ambiente, administração, economia e educação;
- Determinar a amostra representativa do DM Nova Prata a ser extraída do RAL

para fins de análise estatística;

- Avaliar o grau de correlação existente entre as variáveis: produção anual, faturamento anual, preço médio do produto e número de funcionários (pedreiros), nos anos de 2010 e 2011;
- Observar a evolução dos preços nos períodos de 2010 e 2011;
- Analisar o comportamento da função de demanda da pedra de talhe através da correlação e regressão linear no ano de 2010;
- Analisar as correlações significativas que permitam descrever tipologias de empresas;
- Propor uma classificação econômica das empresas utilizando o parâmetro de mais alta correlação com os demais;
- Descrever o perfil da produção da pedra de talhe de basalto através da regressão linear.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a extração da pedra de talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata e a teoria estatística utilizados nesse estudo.

### 2.1 O contexto geológico das rochas basálticas

O basalto é uma rocha ígnea extrusiva muito comum. No Brasil a região conhecida como Bacia do Paraná tem gigantesco derrame de basalto que cobre a maior parte da região sul do país, estendendo-se ainda pela Argentina, Uruguai e Paraguai (WICANDER et al., 2009).

Grandes regiões ígneas são a manifestação mais espetacular do vulcanismo da Terra. Eles consistem de enormes fluxos de lava basáltica individual, com volumes medidos em milhares de quilômetros cúbicos, camada sobre camada empilhada para formar vasto planalto vulcânico. Dados da região vulcânica da Sibéria Traps sugerem que a sua fonte de magma inclui um componente significativo da crosta oceânica reciclado. Esta descoberta ajuda a explicar por que as erupções de basalto são tão ambientalmente devastador, (WIGNALL, 2011), conforme registra a figura 1.

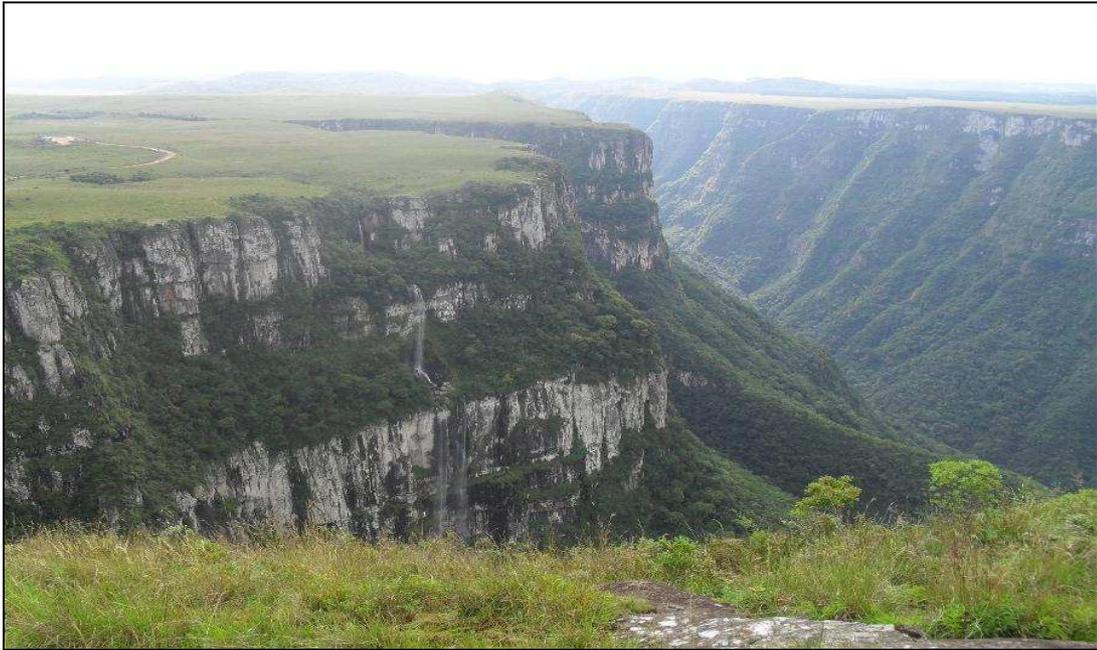
Figura 1 – Derrame de basalto em Putorana, Península de Taymyr na Sibéria, datada em 250 milhões de anos



Fonte: Nature (2011).

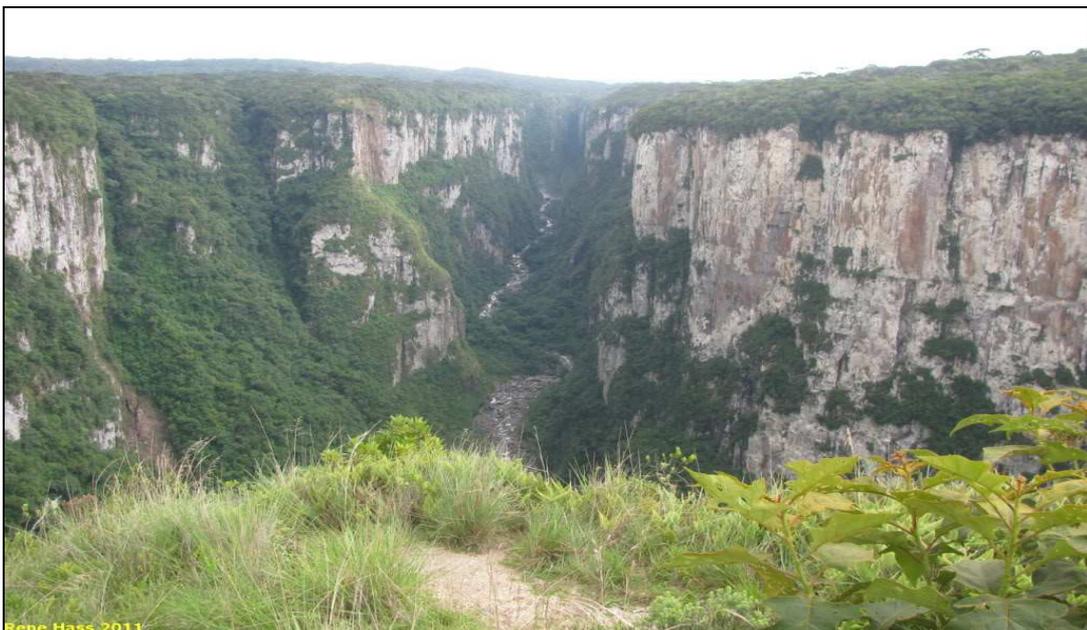
Esses vulcanismos também ocorreram no Brasil, onde apresentou grandes derrames formando a Serra Geral. As figuras 2 e 3 apresentam os Cânions, Fortaleza em Cambará do Sul e o Parque Nacional de Aparatos da Serra em Itaimbézinho do Parque Serra Geral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Figura 2 – Cânion Fortaleza – Cambará do Sul (RS)



Fonte: Rene Hass (2011).

Figura 3 – Cânion Itaimbézinho – Divisa entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina



Fonte: Rene Hass (2011).

Dois conjuntos de rochas basálticas do Mesozóico ocorrem no sul da África, Índia e América do Sul, resultante de eventos que levaram à fragmentação e dispersão das seções de Gondwana. Em cada (sub) continente as duas províncias foram formadas por eventos separados por aproximadamente 50 a 70 milhões de anos passados. Desses, o do Maranhão e da Serra Geral, indicam regiões de fonte do manto superior de composição distintas nas seções do Brasil separados por 3000 km (BAKSI et al., 1997).

As rochas vulcânicas na região do Distrito Mineiro de Nova Prata, pertencem ao grande derrame de lava da Formação Serra Geral, fazendo parte da Província Magmática Paraná-Etendeka (composições geoquímicas semelhantes), possuindo uma extensão de 1,2 milhões de km<sup>2</sup> (ALMEIDA, 1981).

Conforme mapeamento de Portela (1989) as rochas vulcânicas do DM Nova Prata (figura 3) apresentam seções de derrames com características básicas (basaltos) a intermediárias e ácidas. O extrato rochoso lavrado para a produção de pedra de talhe, apesar da denominação de “basaltos” são constituídos de rochas de caráter ácido (dacito/riodacito). As rochas ácidas possuem na sua composição maior quantidade de sílica (mais de 62% de SiO<sub>2</sub>). No entanto é comercialmente e para registro no DNPM recebem a denominação de basalto, termo também adotado neste trabalho.

## **2.2 O segmento da mineração da Pedra de Talhe no Distrito Mineiro de Nova Prata**

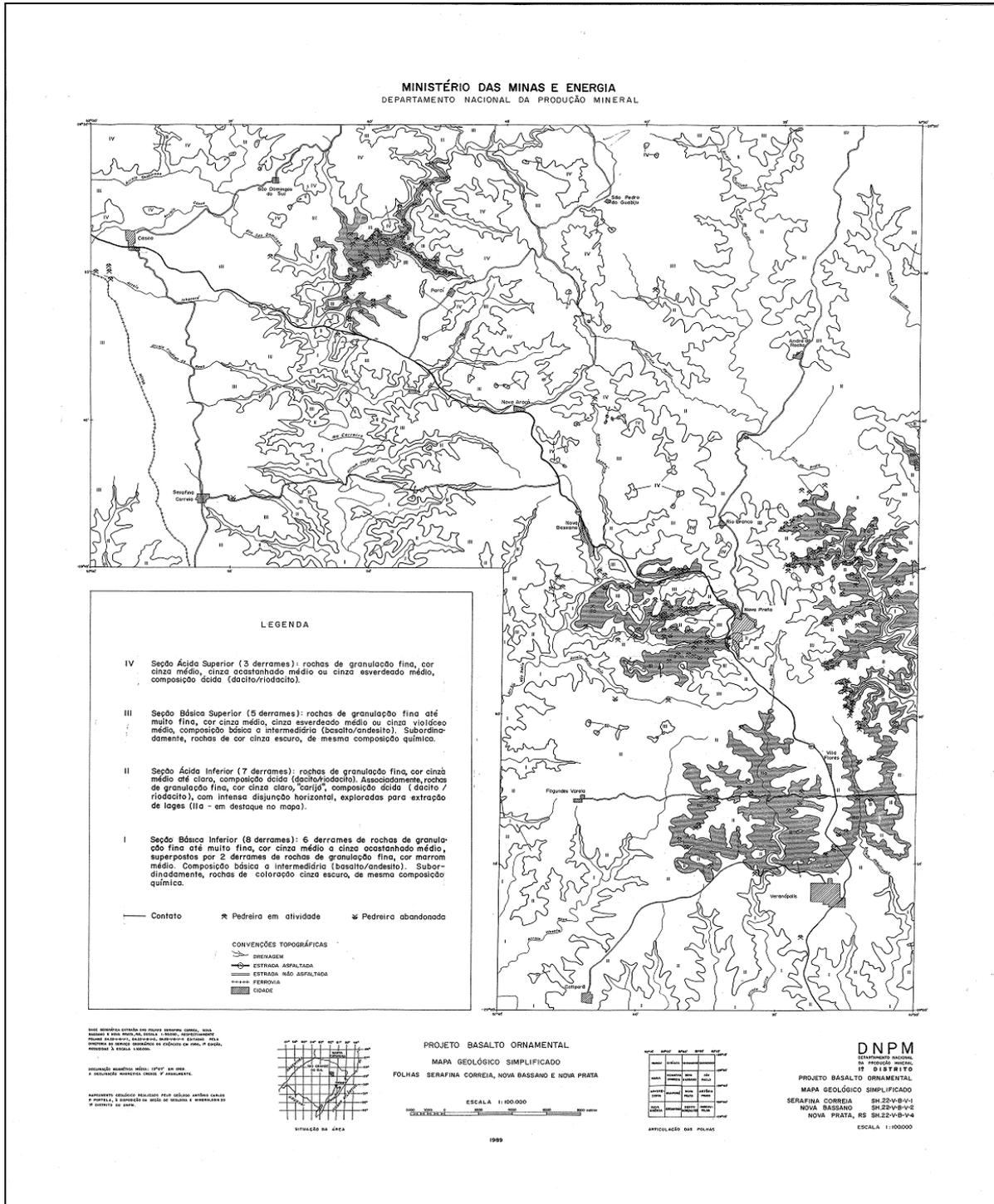
No início da década de 1950, quando produtores rurais encontraram na extração do basalto um meio de complementar a renda familiar nos períodos de entressafra e com a aceitação, o basalto entrou no mercado, mostrando-se atrativa sua produção e o comércio. Desde lá, tem se ampliado. As atividades de mineração de basalto, segundo Kautzmann et al. (2009), estão distribuídas em três Distritos Mineiros: Nova Prata, Alto Antas e Baixo Antas. Tais distritos localizam-se na região nordeste do Rio Grande do Sul, abrangendo rochas da Formação Serra Geral.

A região do DM Nova Prata engloba, além do município de Nova Prata, os municípios vizinhos, 12 no total, sendo os que de maior concentração de pedreiras de pedra de talhe: Nova Prata, Paraí e São Domingos. Estima-se existir mais de 300 pedreiras, sendo que em 2012 o Sindicato da Indústria da Extração de Pedreiras de

Nova Prata contava com 261 empresas associadas (KAUTZMAN, 2012).

A área do DM Nova Prata abrange as cartas topográficas do Exército 1:50.000 de Nova Prata, Nova Bassano e Serafina Correia (KAUTZMANN, et al., 2009). O Distrito Mineiro de Nova Prata, foi delimitado por estudos de Santos et al. (1998) sobre mapeamento de Portela (1989) apresentado na figura 4. A litologia em cor mais escura, vista na figura 4, é descrita como rocha vulcânica ácida, que apresenta estrutura de faturamento tabular (disjunção horizontal), condição fundamental para a extração das lajes de rocha e produção de pedras de talhe. O mapa mostra, também, que a mineração condicionada pela seção ácida inferior está concentrada, principalmente, no relevo recortado dos vales formados pelo Rio da Prata e Rio Carrero.

Figura 4 – Mapa Geológico do Distrito Mineiro de Nova Prata, mostrando as secções de derrames vulcânicos



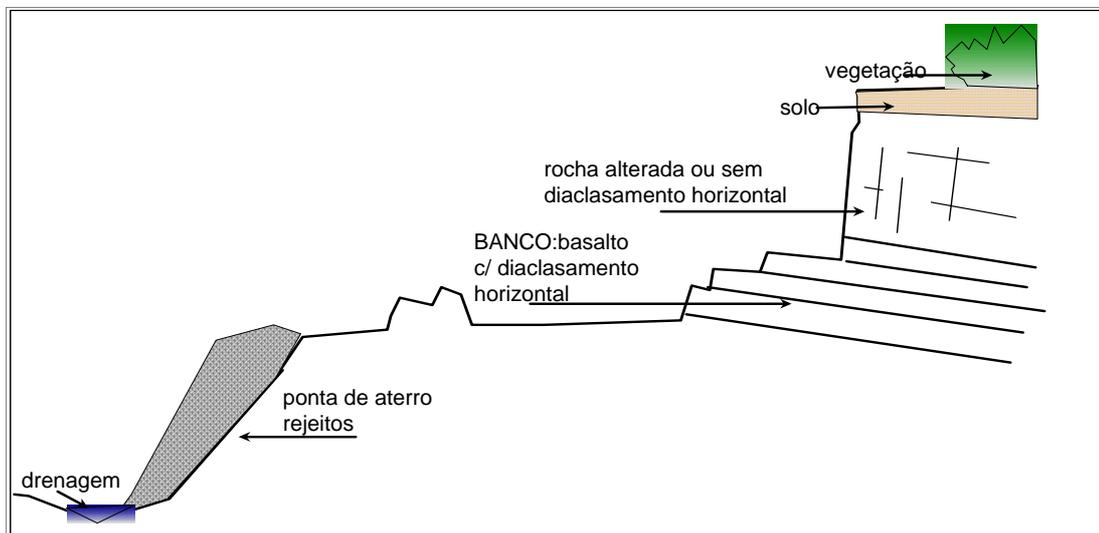
Fonte: Portela (1989).

A parte mais escura do mapa registra as secções dos derrames vulcânicos ocorridos no Distrito Mineiro de nova Prata.

### 2.3 A lavra de lajes de basalto e produtos de pedra de talhe

No DM Nova Prata encontram-se paisagens de serras e profundos vales, localizados principalmente nas bordas de um vasto platô. As estruturas de relevo dissecado, formando colinas na borda do platô e vertentes nos vales expõe as estruturas de disjunção horizontal (lajes), locais onde a mineração do basalto se estabelece. O desenho da figura 5 mostra de forma simplificada uma frente de lavra de basalto.

Figura 5 – Perfil da lavra de basalto de onde extraímos a Pedra de Talhe de Basalto



Fonte: TOSCAN; KAUTZMANN (2005).

No perfil da frente de lavra nota-se a existência de uma camada de solo e rocha que devem ser removidas como estéril (rejeito) para permitir o avanço da lavra sobre o extrato com fraturamento tabular. Mostra também que um dos principais impactos ambientais desta atividade é à disposição dos rejeitos em pontas de aterro que podem atingir as drenagens no fundo do vale. A figura 6 mostra a imagem de uma frente de lavra na localidade de Gramado, município de Nova Prata.

Uma boa pedreira ou frente de lavra é considerada pelos pedreiros aquela que apresenta diaclasamentos bem definidos com espessuras das lajes entre 10 e 30 cm. Os principais produtos da atividade são: lajes quadradas de dimensões médias de 46cm x 46cm x 7cm, utilizadas em pisos e calçamentos e os blocos retangulares do tipo paralelepípedos, de dimensões médias de 20cm x 50cm x 10cm utilizados em alicerces, muros, e paredes. Grande parte dessa produção realizada

com mão-de-obra de forma manual e beneficiada artesanalmente, com instrumentos para corte como talhadeiras, formão, cunhas e marretas, transportadas manualmente por carrinhos de mão (TOSCAN; KAUTZMANN, 2005).

Figura 6 – Extração da Lavra de Basalto no Distrito Mineiro de Nova Prata, Disjunção Tabular Horizontal, na forma de Lajes



Fonte: TOSCAN; KAUTZMANN (2007).

O emprego na construção civil da pedra de talhe se aplica em várias atividades da Construção Civil, conforme registro das figuras 7, 8 e 9 no Centro Universitário La Salle (UNILASALLE) em Canoas (RS). As jazidas de pedra de talhe no DM Nova Prata são de basalto cinza, como pode ser visto nas fotos.

Figura 7 – Piso com laje regular e estrutura em arcos e fachada com pedras de muro



Fonte: Autoria própria (2012).

O piso, a estrutura de pilares e arcos do estilo gótico formada pela pedra de talhe de basalto, não só embelezam a edificação como também sustentam o guarda-corpo, escadas e patamares que dão acesso a igreja da comunidade Lassalista.

Figura 8 – Parede Decorativa: piso com pedra irregular e pedra de muro



Fonte: Autoria própria (2012).

A decoração e a criatividade do uso da pedra de talhe é um ponto forte para produção, beneficiamento e comercialização das pedras de basalto e do crescimento deste segmento produtivo.

Figura 9 – Subestação de Energia Elétrica com paredes revestidas por pedra de talhe de basalto



Fonte: Autoria própria (2012).

O DNPM inclui lavra de pedras de talhe na mineração para a construção civil na categoria de Rochas Ornamentais, como produtos Semi-Acabados, incluindo rochas como basaltos (vulcânicas básicas e ácidas), arenitos e ardósias (DNPM, 2009).

#### **2.4 Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)**

A Constituição Federal do Brasil, de 1988 (DNPM, 2012) estabelece que o subsolo e os bens minerais pertencem à União. O DNPM é uma autarquia especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia encarregado de gerir e fiscalizar as atividades de mineração em todo o território nacional, zelando para que o aproveitamento dos recursos minerais seja realizado de forma racional e sustentável, em benefício da sociedade. Segundo DNPM (2012) Essa autarquia deve executar a política mineral do Brasil, de acordo com o Código de Minas, o Código de Águas Minerais, e regramentos complementares tendo em vista:

São atribuições e princípios do DNPM:

I - promover a outorga, ou propô-la à autoridade competente, quando for o caso, dos títulos minerários relativos à exploração e ao aproveitamento dos recursos minerais e expedir os demais atos referentes à execução da legislação minerária;

II - coordenar, sistematizar e integrar os dados geológicos dos depósitos minerais, promovendo a elaboração de textos, cartas e mapas geológicos para divulgação;

III - acompanhar, analisar e divulgar o desempenho da economia mineral brasileira e internacional, mantendo serviços de estatística da produção e do comércio de bens minerais;

IV - formular e propor diretrizes para a orientação da política mineral;

V - fomentar a produção mineral e estimular o uso racional e eficiente dos recursos minerais;

VI - fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária;

VII - baixar normas, em caráter complementar, e exercer a fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando

em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente, segurança, higiene e saúde ocupacional dos trabalhadores;

VIII - implantar e gerenciar bancos de dados para subsidiar as ações de política mineral, necessárias ao planejamento governamental;

IX - baixar normas e exercer fiscalização sobre a arrecadação da compensação financeira pela exploração de recursos minerais, de que trata o § 1º do art. 20 da Constituição;

X - fomentar a pequena empresa de mineração; e

XI - estabelecer as áreas e as condições para o exercício da garimpagem em forma individual ou associativa.

#### *2.4.1 Relatório Anual de Lavra - RAL*

Uma das atividades de fiscalização e levantamento da produção mineral realizadas pelo DNPM é a análise dos dados contidos nos RALs apresentados pelas empresas. Portanto, as informações do setor mineral que o Governo utiliza para condução da gestão mineral são declaratórios, cabendo a necessidade de seu controle, fiscalização e auditoria, quando necessário.

O Relatório Anual de Lavra (RAL) contempla um conjunto de informações que devem ser prestadas ao DNPM pelas empresas detentoras de títulos de Lavra ou Arrendatárias. Os dados fornecidos formam o banco de dados da indústria mineral brasileira, quanto à produção, custos, preços, mercado, aspectos ambientais, recolhimento da Compensação Financeira pela Extração Mineral - CFEM/RS, entre outros. Estas informações são utilizadas para a elaboração e divulgação do Anuário Mineral Brasileiro, que trás aspectos econômicos do segmento mineral, quanto a reservas, produção e comercialização de bens minerarias no Brasil.

O tratamento dos dados e informações do RAL atende ao item III das responsabilidades do DNPM, que é acompanhar e analisar o desempenho da economia mineral brasileira, e gerar informes e estatísticas sobre a produção e do comércio de bens minerais. As informações de economia mineral são compiladas no Anuário Mineral Brasileiro e o Sumário Mineral e outras publicações periódicas, como o Sumário Mineral, ou boletins sobre uma temática específica.

O RAL é também utilizado como etapa de averiguação do recolhimento da Compensação Financeira pela Extração Mineral (CFEM) e também como instrumento das atividades de fiscalização mineral e análise processual.

Para a análise dos RALs o DNPM prioriza as empresas que apresentam o maior faturamento ou Valor da Produção Mineral (VPM), o qual é medido individualmente para cada Unidade Federativa (UF). O VPM compreende o faturamento da comercialização de bens minerais pelas empresas. A escolha das empresas a terem os RALs analisados é dada em função do Extrato econômico em que está incluída (DNPM, 2007).

Como já citado, o RAL contempla outras informações nas áreas de segurança, meio ambiente e sustentabilidade, tais como: número e tipos de acidentes do trabalho, impactos ambientais, medidas de mitigação e compensação, tipo e validade da licença ambiental, investimentos programados e realizados em meio ambiente, consumo de água e energia entre outros.

#### *2.4.2 Estratos das empresas mineradoras*

Como critério de estratificação do porte econômico das empresas de mineração o DNPM estabeleceu três níveis, denominados Estratos A, B e C, sendo que o Estrato A inclui as maiores empresas, em termos de faturamento e o Extrato C as de porte econômico menor. O critério que estabelece os três estratos é o VPM. As empresas incluídas no Estrato A são aquelas responsáveis por 80% do VPM. As empresas incluídas no Estrato B respondem por 19% do VPM e aquelas incluídas no Estrato C, juntas, representam 1% do VPM, ou produção comercializada de bens minerais no Estado.

Considerando que o VPM é obtido por meio das informações declaradas pelas mineradoras, nos respectivos RAL, tais informações econômicas merecem ser controladas. Isto implica na priorização dada pelo DNPM à análise dos RALs de todas as empresas do Estrato A, enquanto as do Estrato B são analisadas de forma aleatória de forma a completar um percentual estabelecido em meta pelo DNPM. Já a análise das informações do Estrato C ocorre em casos pontuais.

A conexão e suporte que a análise de dados do RAL pode prestar as demais atribuições do DNPM é algo a investigar, e certamente a tabulação e análise dos dados de segmentos mineiros de estratos B e principalmente o C podem revelar

aspectos interessantes de segmentos produtivos e qualificar os dados econômicos divulgados, principalmente quanto a sua confiabilidade.

## **2.5 Aplicação da estatística para análise de informações setoriais**

A sociedade está exposta a uma grande quantidade de informações numéricas dos quais necessita de conhecimentos e capacitações para compreendê-las. Os procedimentos, técnicas e métodos estatísticos são fundamentais para o auxílio da execução dessas tarefas. Dados têm sido coletados através de toda história. Nas civilizações Egípcia, Grega e Romana, dados primários eram coletados com propósitos de taxações e finalidades militares. Na Idade Média as igrejas registravam dados e informações sobre nascimentos, mortes e casamentos. Nos Estados Unidos, a Constituição de 1870 determinava a realização de censo a cada 10 anos.

Mas foi entre 1890 e 1920, na Escola Biométrica da Inglaterra, onde se formou a história da estatística, das técnicas de correlação e ajustamento de curvas, de notáveis resultados na descrição das grandes amostras. Seu principal representante foi Karl Pearson (1857-1936), considerado, o fundador da estatística. Segundo Pearson, toda variação se dava numa escala contínua; as variáveis descontínuas ou discretas seriam variáveis contínuas com interrupções, e as medidas de associações entre elas teriam o propósito de, na verdade, estimar a correlação subjacente entre as variáveis contínuas. Essas pressuposições foram feitas porque ele estava convencido de que a concepção unificada da ciência era possível graças ao conceito da correlação no lugar da casualidade, sendo esta considerada como limite teórico da correlação perfeita. Em seu artigo *Regression, Heredi and Panmaxia*, Pearson (apud Memória, 2004) propôs a fórmula para o coeficiente de correlação linear, fórmula do momento-produto, tal qual é conhecida hoje.

Atualmente, informações numéricas são necessárias para cidadãos e organizações de qualquer natureza, e de qualquer parte do globo (MARTINS, 2008).

Segundo Freund (2007), tudo que tratar, por pouco que seja, sobre coleta, processamento, interpretação de dados pertence ao domínio da Estatística, assim como o planejamento detalhado que precede todas essas atividades. O estudo tem crescido enormemente nos últimos 50 anos, principalmente na abordagem

quantitativa utilizada em todas as ciências, bem como na Administração e em muitas outras atividades que afetam diretamente nossas vidas.

Os Dados podem ser do tipo: Qualitativos (Discretos) ou Quantitativos (Contínuos). Os Dados Qualitativos Discretos são aqueles que podem ser contados. Os Dados Quantitativos Contínuos são os que podem ser medidos.

A estatística é dividida em estatística descritiva e inferencial. A estatística descritiva envolve a coleta de dados, seguida por organização, descrição, apresentação de tabelas e/ou gráficos e cálculos de medidas com base em uma coleção de dados numéricos, para descrever as diversas características deste conjunto de dados.

A estatística inferencial, também chamada de inferência estatística, é composta por métodos que tornam possível a interpretação dos parâmetros estatísticos que caracterizam uma população baseadas nos resultados amostrais. O aspecto mais importante da estatística inferencial é o processo de obter conclusões, sobre os parâmetros de uma população, baseados em estatísticas amostrais (MARTINS, 2008).

Num problema de inferência estatística ou se admite que a distribuição da população tenha uma forma matemática conhecida, embora contendo um ou mais parâmetros desconhecidos, é o que se chama de estatística paramétrica, ou se pretende conhecer a forma da distribuição, que é o domínio da estatística não paramétrica.

Os dois tipos mais importantes de inferência estatística são:

- Estimção de parâmetros;
- Testes de hipóteses estatísticas.

Conforme Neves (2009) a estimção de parâmetros permite aferir o verdadeiro valor desconhecido do(s) parâmetro(s) da população, estimção pontual, ou obter um intervalo de valores plausíveis para esse parâmetro, com a indicação da confiança no procedimento, estimção por intervalos.

O trabalho estatístico pode ser realizado através do Censo ou Amostragem:

O Censo é Utilizado quando o estudo é realizado com todos os elementos da população, a fim de obter seus reais parâmetros. Quando o Censo torna-se antieconômico, demorado ou quando não há condições de ser realizado por não conhecer o tamanho da população, ou quando se quer obter um estudo rápido de uma população, opta-se pela Amostragem. O processo técnico para coleta de

amostras de uma população conhecida ou desconhecida, é uma das etapas fundamentais na tomada de decisões nos diversos níveis gerenciais, pois uma amostragem mal executada, com certeza, resultará em estatísticas pouco confiáveis e em uma tomada de decisão possivelmente imprecisa (BUSSAB, 2002).

A amostragem é o estudo das relações existentes entre a amostra, a população de onde ela foi extraída e a forma como ocorre esta extração. É útil na avaliação de grandezas desconhecidas da população, freqüentemente denominadas parâmetros, com base no conhecimento de grandezas correspondentes das amostras, geralmente chamadas estimativas ou estatísticas (Teoria da Estimação). Também auxilia na verificação de diferenças observadas entre duas ou mais amostras (tratamentos), para você saber se estas diferenças são devidas a uma variação casual ou se são verdadeiramente relacionadas aos efeitos de tratamentos (Teoria da Decisão) (BUSSAB, 2002). A amostragem pode ser probabilística e não probabilística. A amostragem probabilística é definida por considerar para cada elemento da população a probabilidade específica que cada elemento possui para fazer parte da coleta da amostra, isto é, escolha aleatória, podendo ser: amostra aleatória simples, sistemática, estratificada ou conglomerados. A amostragem não probabilística não leva em consideração a probabilidade específica que cada elemento da população possui, podendo ser: intencional, esmo ou cotas, (DOWNING, 2000).

Nesse trabalho de pesquisa empregou-se a estatística paramétrica com Amostragem Probabilística do tipo Aleatória Simples, cuja coleta é retirada aleatoriamente do estrato "C" do RAL do DNPM/RS dos anos de 2010 e 2011, cujas etapas estão divididas entre estatística descritiva e a inferencial.

#### I) Estatística Descritiva:

- 1ª) Definir as variáveis quantitativas e qualitativas a serem estudadas.
- 2ª) Coleta e determinação do tamanho da amostra a ser extraída aleatoriamente do banco de dados.
- 3ª) Organização dos dados e apresentação através de tabelas e gráficos

#### II) Estatística Inferencial:

- 4ª) Cálculos das medidas estatísticas das amostras, por Stevenson (2008):

**Média aritmética:** É uma medida de tendência central ou de posição, indica o valor que tende a centralizar, ou representar melhor, um conjunto de números, Equação 1:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

**Desvio Padrão da Amostra (s):** É uma medida de dispersão ou variabilidade que mede quão próximo estão as variáveis observadas em torno da sua média aritmética, Equação 2:

$$s = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

**Coefficiente de Variabilidade ou Variação (CV):** É a relação percentual do desvio padrão em relação à média dos dados observados, isto é, quanto por cento o desvio padrão corresponde em relação à média, Equação 3:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3)$$

**Correlação Linear de Pearson (r):** É uma medida estatística que mede a força, ou grau, de relacionamento entre duas variáveis, sem se preocupar com suas causas ou efeitos. É um número que resume o grau de relacionamento entre duas variáveis, Equação 4:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (4)$$

**Coefficiente de Determinação (R<sup>2</sup>):** É a medida utilizada no teste de significância, que associada à reta de regressão linear que determina o grau em que as predições baseadas na equação de regressão superam as medidas baseadas na média da variável dependente, isto é, indica a proporção da variação explicada entre as variáveis, é definida por r<sup>2</sup>.

**Regressão Linear:** É uma técnica empregada entre duas variáveis para estabelecer uma equação matemática linear que descreva o relacionamento entre as variáveis correlacionadas, Equação 5:

$$y = a + bx, \text{ sendo: } b = (n \sum xy - \sum x \cdot \sum y) / (n \sum x^2 - (\sum x)^2) \text{ e } a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\text{com } \bar{y} = \frac{\sum y}{n} \text{ e } \bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (5)$$

**Tamanho da Amostra para uma Distribuição Amostral de Médias com População conhecida (n):** Para uma amostra “n” ser significativa em relação a sua população de “N” elementos, na Distribuição Amostral de Médias é necessário que satisfaça a condição da Equação 6, determinação do tamanho da amostra para população finita, que depende do erro de estimação “E”, equação 7 (MARTINS, 2008).

$$n \geq \frac{z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{E^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot \sigma^2} \quad (6)$$

$$E = Z \sigma / \sqrt{n} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right) \quad (7)$$

5ª) Análise dos dados e tomadas de decisão.

## 2.6 A Estatística Mineral

Muitos trabalhos são desenvolvidos com aplicação da estatística para a classificação de novos modelos, métodos de fabricação de produtos, qualidade na produtividade, economia, meio ambiente, educação, saúde e tantas outras.

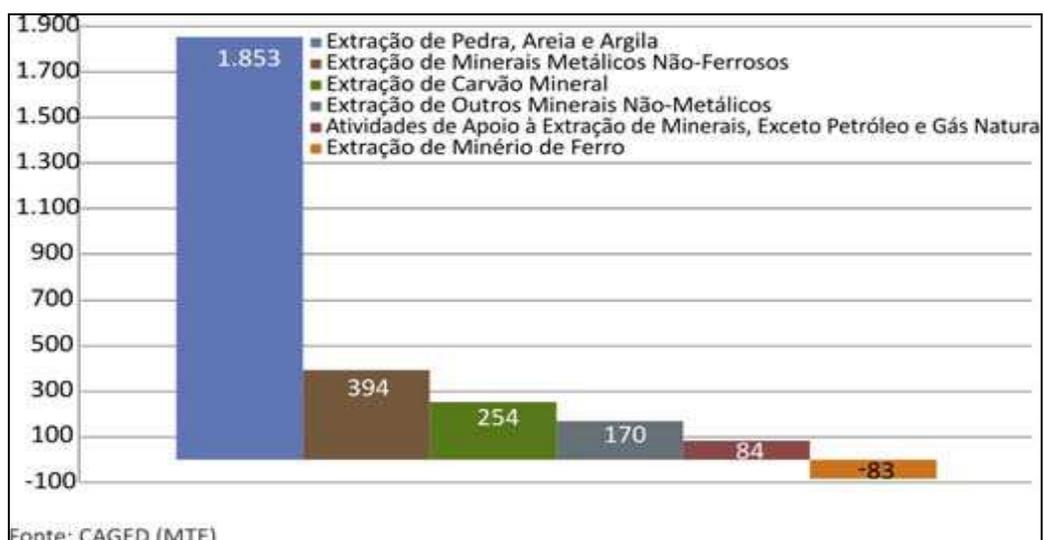
No Apêndice A são apresentados alguns exemplos de trabalhos onde a abordagem estatística permite compreender relações sistêmicas. A abordagem estatística do segmento da mineração é usada e aprimorada na avaliação de jazidas minerais através da geoestatística e nas análises econômicas do setor mineral, de forma macro, nos relatórios do Ministério de Minas e Energia e do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, como será comentado a seguir. Os segmentos de produção de comódites minerais também são analisados utilizando a ferramenta da estatística, no entanto setores da mineração rudimentar e não plenamente formais carecem de análises.

Os dados econômicos apresentados no Informe Mineral (DNPM, 2013) no tocante a valor da produção e mercado de bens minerais para uso direto na construção civil posiciona este segmento no grupo de “Outros Minerais”, o que mostra o pequeno destaque econômico deste importante segmento de produção de abrangência regionalizada ou local, mas estratégica para dar condições ao desenvolvimento regional em base a obras de infraestrutura.

No caso do Rio Grande do Sul o segmento da extração mineral para a construção civil produziu 232.724t, representando R\$ 10.516.678, ou 1,45% do valor da produção mineral comercializada (DNPM, 2010). No entanto, o Anuário Mineral Brasileiro de 2010 a produção de pedras de talhe (basaltos, arenitos, granitos) está incluída dentro da categoria de rochas ornamentais – outras. O que impossibilita a extração de qualquer dado relativo a este segmento específico.

A importância do segmento de insumos minerais para a construção civil é revelado pelo Informe Mineral quando este analisa os dados de mão de obra, mostra que a atividade da mineração que mais gerou emprego foi a de extração de pedra, areia e argila (1.853 postos de trabalho) do total de 195.403 empregados na mineração no 1º Semestre de 2013. O gráfico 1 apresenta a geração de emprego neste período.

Gráfico 1 – Geração de empregos na mineração no 1º semestre de 2013



Fonte: DNPM, 2013.

Segundo o Informe Mineral a produção de agregados, areia e argila

representou um crescimento na mão-de-obra de 5,5% entre os períodos de 210 e 2013. Neste segmento se inclui também a produção de talhe, com menor destaque.

Os dados utilizados pelo DNPM para elaboração do Anuário Mineral e Informes Minerais, são obtidos da base de dados dos Relatórios Anuais de Lavra (RAL), utilizando métodos de Estatística Descritiva. O Anuário Mineral publica informações nacionais e por estado sobre reservas, produção bruta e beneficiada, comércio, mercado e substância, para todas as unidades da federação e segmentos ou cadeias produtivas. Já o Informe Mineral, traz dados comentados do comportamento da produção nos últimos três anos, como produção IPM (índice de produção mineral), mercado externo, mercado de trabalho, desempenho da arrecadação de taxas e compensações de responsabilidade do DNPM, outorga de títulos minerários (DNPM, 2013).

## **2.7 Demanda da pedra de talhe no Distrito Minério de Nova Prata**

A produção e demanda da pedra de talhe de basalto no DM Nova Prata sofreu significativo incremento a partir de 2007, acompanhando o aquecimento da construção civil pela implantação do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC).

Segundo Veras (1999), durante certo intervalo de tempo, em determinado mercado, a quantidade demandada de uma mercadoria varia com o seu preço, com os preços de outras mercadorias que têm alguma relação com ela, com a renda e o gosto do consumidor disposto a adquiri-la ou, ainda, com o menor ou maior impacto que certa propaganda provocou no mercado consumidor. Pode-se restringir também, porém, essa observação apenas à variação da demanda em relação ao preço da própria mercadoria, considerando-se a inferência das outras variáveis como constantes. A função de demanda, com relação entre quantidade demandada e preço de uma mercadoria, descreve, então, o comportamento do consumidor que compra mais quando o preço cai e compra menos quando o preço sobe. Essa variação inversa entre preço e quantidade demandada que se observa nessa função é chamada de **lei de demanda** e caracteriza uma função decrescente. As exceções à lei de demanda são irrelevantes. A demanda pode ser descrita por uma tabela chamada de **escala da demanda** ou por um gráfico cartesiano chamado de **curva da demanda**.

Tubino (2007) entende que a demanda consiste na disposição dos clientes ao

consumo de bens e serviços ofertados por uma organização.

Paschoalino et al. (2009) para que uma organização seja bem sucedida no que tange ao fornecimento de bens e serviços à comunidade, é de vital importância conhecer a fundo sua demanda. Além disso, este fator funciona como um diferencial competitivo, à medida que se torna uma ferramenta de grande valia para atender os clientes de uma organização com o nível de serviço esperado.

### **3 METODOLOGIA**

Nesse trabalho de pesquisa empregou-se a estatística paramétrica com Amostragem Probabilística do tipo Aleatória Simples, cuja coleta é retirada aleatoriamente do estrato “C” do RAL do DNPM/RS dos anos de 2010 e 2011, cujas etapas estão divididas entre estatística descritiva e a inferencial.

A proposta aborda o estudo da estatística paramétrica a dados de uma amostragem probabilística do tipo Aleatória Simples e análise dos dados de produção, preço de venda, faturamento e mão-de-obra, de duas amostras, que indicarão o perfil do segmento da exploração da pedra de talhe, e a proposição de uma classificação das empresas mineradoras no Distrito Mineiro de Nova Prata, a partir do estudo dos anos de 2010 e 2011.

#### **3.1 Amostragem e Inferência Estatística**

Com o objetivo de avaliar o perfil econômico e propor uma classificação secundária das mineradoras do estrato “C” do DNPM/RS, para o segmento produtivo de pedra de talhe de basalto, definiram-se os seguintes parâmetros cujos dados foram levantados através de uma amostragem aleatória simples:

- Municípios do DM Nova Prata: contemplar na amostragem empresas de todos os municípios do DM Nova Prata.
- Número de funcionários, produção, preços médios de vendas e faturamento anual: informações econômicas obtidas a partir dos RALs dos anos base 2010 e 2011.

#### **3.2 Tratamento dos dados**

O tratamento estatístico inferencial buscou estabelecer um padrão de estratificação das mineradoras de pedra de talhe e a correlação entre os parâmetros de produção, faturamento, preço de venda e número de empregados de uma amostra de 42 RALs, que representam 14% das empresas no DM Nova Prata.

Os dados coletados pelo DNPM foram disponibilizados em planilha eletrônica

Excel e software SPSS<sup>1</sup> com a informação do município de localização e os dados de produção anual, faturamento anual, custo médio, valor médio de venda dos produtos, faturamento anual, impactos ambientais declarados, ações de mitigação ambiental e valor de investimento em meio ambiente.

Para fins da caracterização econômica das mineradoras limitou-se a tratar os parâmetros de produção anual, faturamento anual, preço de venda e número de trabalhadores.

Inicialmente coletou-se aleatoriamente uma amostra piloto de 36 mineradoras do RAL de 2010, para testar a confiabilidade das variáveis a serem estudadas empregando a equação (6), na qual foi escolhida para essa análise a variável produção anual.

Os resultados encontrados não foram satisfatórios, pois o tamanho da amostra piloto era insuficiente para a pesquisa, logo se coletou mais 6 mineradoras, de forma aleatória para incluir nesta amostra. Sobre o total de 42 mineradoras, novamente foi testada e satisfeita à confiabilidade exigida pela equação (6) ao trabalho proposto.

Definido o tamanho da amostra de 42 mineradoras de um universo estimado de 300 mineradoras e a ponderação das empresas de pedra de talhe registradas no DNPM, contou-se com o apoio do DNPM/RS, que disponibilizou funcionário para acessar o banco de dados do Relatório Anual de Lavra (RAL) de 2010 e 2011. A escolha das empresas foi aleatória, e operada pelo funcionário do DNPM/RS, que os transportou à planilha Excel, para então serem tratados.

No segundo momento se construiu planilhas com os dados brutos e seus somatórios, realizando a inferência estatística para análise da variabilidade dos valores de cada parâmetro através dos valores da média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação. O grau de dispersão dos valores individuais do valor médio de cada parâmetro permite estabelecer quais parâmetros podem ser utilizados como indicativo de característica do segmento. Sobre estes dados avaliou-se também a oportunidade de estratificação por porte das mineradoras de pedra de talhe do DM Nova Prata.

A análise final se deu através da correlação e regressão linear entre os

---

<sup>1</sup>Lançado pela primeira vez em 1968, o SPSS Statistics (antes PASW) é o melhor para análises de dados estatísticos. Apesar de tantos anos em atividade o software continua atualizado, eficaz e muito prático. Trabalha com banco de dados infinitos. Disponível em: <http://spss.softonic.com.br/>.

parâmetros que mostrasse as correspondências esperadas entre produção, faturamento e número de funcionários.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em 2011, segundo dados do DNPM, o Rio Grande do Sul contava com 641 empresas mineradoras, sendo 271 (42%) delas classificadas pelo seu faturamento anual no Estrato C, que reúne todas as mineradoras que somam 1% do faturamento do setor mineral no Estado. As mineradoras que exploram a pedra de talhe de basalto estão todas incluídas no Estrato C (DNPM, 2012).

O fato das mineradoras de pedra de talhe estarem incluídas no Estrato C, implica em não sofrerem fiscalização sistemática sobre os dados que informam no RAL. Apesar da obrigação da apresentação do RAL, por serem todos os títulos minerários de Registro de Licença, neste caso, não é prevista sanção legal pela não apresentação, o que implica que empresas registradas no DNPM podem não apresentar o RAL. Sabe-se, também, que por ser atividade de mineração disseminada e de pouca expressão econômica há ainda muitas áreas que exploram as pedras de talhe de forma irregular.

### 4.1 Levantamento dos dados

O estudo estatístico utilizou dois grupos de dados da inferência estatística: um com uma variável qualitativa responsável pela estratificação da amostragem em municípios do DM Nova Prata e outro de variáveis quantitativas que permitiram caracterizar o universo amostral do ponto de vista econômico. As variáveis levantadas foram:

- Variáveis qualitativas: Municípios do Distrito Mineiro de Nova Prata que compõem a amostra.
- Variáveis quantitativas: Número de funcionários, produção, preços médios de vendas e faturamento anual, a fim de caracterizar o perfil do segmento da pedra de talhe.

Para determinar o tamanho da amostra escolheu-se a variável “produção”. Para o teste de confiabilidade do tamanho da amostra, seguindo o método de Martins (2008). Nesse método aplicou-se equação (6), que determina o número de elementos da amostra “n”, para uma população conhecida de  $N = 300$  mineradoras, um erro estimado de produção “E” (2.112,78 toneladas) equação 7, para um limite de confiança de 95% ( $Z=1,96$ ) e  $n > 30$ , em relação a média e desvio padrão da

amostra piloto “s” (7.520,54 toneladas) equação (2) e um coeficiente de variabilidade “CV” equação (3) considerado igual ao desvio padrão da população “ $\sigma$ ” ( $s = \sigma$ ), quando este é desconhecido (MARTINS, 2008).

Onde:

- n: número de elementos da amostra;
- N: número de elementos da população; (N = 300);
- Z: coeficiente normal de estimação; (Z = 1,96);
- s: desvio padrão da amostra; ( $\sigma = s = 7.520,54$  t);
- E: erro de estimação; (E= 2.112,78 t).

$$n \geq \frac{1,96^2 \cdot (R\$7.520,54)^2 \cdot 300}{(R\$2.112,78)^2 \cdot (300 - 1) + 1,96^2 \cdot (R\$7.520,54)^2} \geq 42,00 \rightarrow n = 42 \text{ elementos.}$$

O tamanho da amostra utilizada como piloto,  $n = 42$  elementos satisfaz a condição apresentada na equação (6) para “ $n \geq 42$ ”, logo ficou definido o tamanho da amostra com  $n = 42$  mineradoras pesquisadas para esse trabalho estatístico.

Os dados brutos coletados foram organizados em tabelas e gráficos para melhor visualização e compreensão do comportamento das variáveis qualitativas e quantitativas observadas.

A tabela 1, a seguir, mostra os municípios que compõem a amostra estudada e suas respectivas participação percentual na amostra e número de empresas que apresentaram RALs, ano base 2010 e 2011. Nota-se que foi coletada amostras de todos os municípios e aqueles com maior número de RALs tiveram a participação mínima de 20%.

Tabela 1 – Composição da amostra de empresas cujos dados serão tratados, estratificada por Municípios do Distrito Mineiro de Nova Prata (RAL 2010 e 2011)

<b>Municípios</b>	<b>Quantidade de RAL Amostrados</b>	<b>Nº de RAL Apresentados</b>	<b>Participação na amostra</b>
Casca	3	11	27%
Guabijú	1	1	100%
Ipê	2	10	20%
Marau	1	1	100%
Nova Bassano	1	5	20%
Nova Prata	12	50	24%
Parai	8	23	35%
Protásio Alves	2	6	33%
São Domingos do Sul	7	16	44%
Serafina Correia	1	1	100%
Veranópolis	2	2	100%
Vila Flores	2	6	33%
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>132</b>	

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

De acordo com a tabela 1, pode-se observar que, entre as mineradoras dessas amostras que exploram e produzem a pedra de talhe, 68% se concentram em Nova Prata, Parai e São Domingos do Sul, refletindo o percentual de 67% de participação das empresas que apresentaram RAL do ano base 2010 e 2011.

Os dados numéricos das variáveis selecionadas extraídas do RAL dos períodos de 2010 e 2011, apresentadas nas tabelas 20 e 21, estão nos apêndices B e C.

#### **4.2 Inferência estatística e análise das variáveis estudadas**

A inferência estatística realizada nesta pesquisa aplica medidas estatísticas em duas amostras que venham a contribuir para análise das variáveis e classificação das mineradoras. Abaixo são descritas as medidas estatísticas aplicadas nesse estudo, segundo Stevenson (1998):

- Média aritmética;
- Desvio Padrão;
- Coeficiente de Variabilidade ou Variação;

- Correlação Linear de Pearson;
- Coeficiente de Determinação;
- Regressão Linear.

Mais especificamente, a análise da correlação e regressão linear que permitirá decidir qual das variáveis observadas será a mais adequada para classificar o sistema produtivo da pedra de talhe através dos dados amostrais coletados no RAL.

As Tabelas 2 e 3 apresentam as medidas estatísticas: Média Aritmética, Desvio Padrão, Coeficiente de Variabilidade, Correlação Linear e Coeficiente de Determinação; calculadas para as variáveis observadas da amostra de 42 mineradoras: dos RAL(s): número de funcionários, produção anual, preço médio de venda e o faturamento médio anual, dos períodos de 2010 e 2011.

Tabelas 2 – Variáveis Observadas e suas Medidas Estatísticas do Estrato C  
RAL/2010

	<b>Variáveis Observadas</b>	<b>Número de Funcionários</b>	<b>Produção Anual (t)</b>	<b>Preços Médios Vendas (R\$/t)</b>	<b>Faturamento Anual (R\$)</b>
	Totais	156	169.585,65	1.738,69	6.267.414,00
Medidas Estatísticas	Média Aritmética	3,71	4.037,75	41,40	149.224,14
	Desvio Padrão	4,16	7.520,54	21,97	290.456,84
	Coeficiente Variação	112%	186%	53%	195%

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observa-se na tabela 2, referente à amostra do RAL de 2010, a variabilidade definida pelo coeficiente de variação das variáveis: número de funcionários, produção e faturamento possui um valor altíssimo, 112%, 186% e 195% respectivamente, superior a 100%, apresentando dados significadamente heterogêneos. Segundo Stevenson (1998) Considera-se uma variabilidade homogênea com coeficiente de variação de no máximo 30%.

Os resultados parciais dessa amostra do RAL de 2011 (tabela 3) também apresentam dispersões significativas para as mesmas variáveis observadas no RAL

de 2010. A única variável que apresentou comportamento de distribuição normal nos dois anos foi o preço médio de venda.

Tabelas 3 – Variáveis Observadas e suas Medidas Estatísticas do Estrato C RAL/2011

	Variáveis Observadas	Número de Funcionários	Produção Anual (t)	Preços Médios Vendas (R\$ / t)	Faturamento Anual (R\$)
	Totais	144	170.802,53	2.084,37	6.976.848,34
Medidas	Média Aritmética	3,43	4.066,73	49,63	166.115,44
Estatísticas	Desvio Padrão	3,56	8.952,00	22,85	337.646,82
	Coefficiente Variação	104%	220%	46%	203%

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Sendo a produção de pedra de talhe uma atividade essencialmente manual esperava-se que a número de funcionários (mão-de-obra) estivesse correlacionado ao faturamento anual, para verificar qual variável possui melhor determinação para caracterizar este segmento produtivo. Duas análises estatísticas foram realizadas, coeficiente de correlação linear [r] e determinação [r<sup>2</sup>] de Pearson e a Regressão Linear (MARTINS, 2008).

Segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de correlação pode ser avaliado qualitativamente da seguinte forma:

- se  $r = 0$  , não existe correlação, é dita correlação nula
- se  $0 < | r | \leq 0,3$ , existe fraca correlação linear;
- se  $0,30 < | r | \leq 0,6$ , existe moderada correlação linear;
- se  $0,60 < | r | \leq 0,9$ , existe forte correlação linear;
- se  $0,90 < | r | < 1,0$ , existe correlação linear muito forte;
- se  $r = | 1,0 |$  , existe correlação linear perfeita.

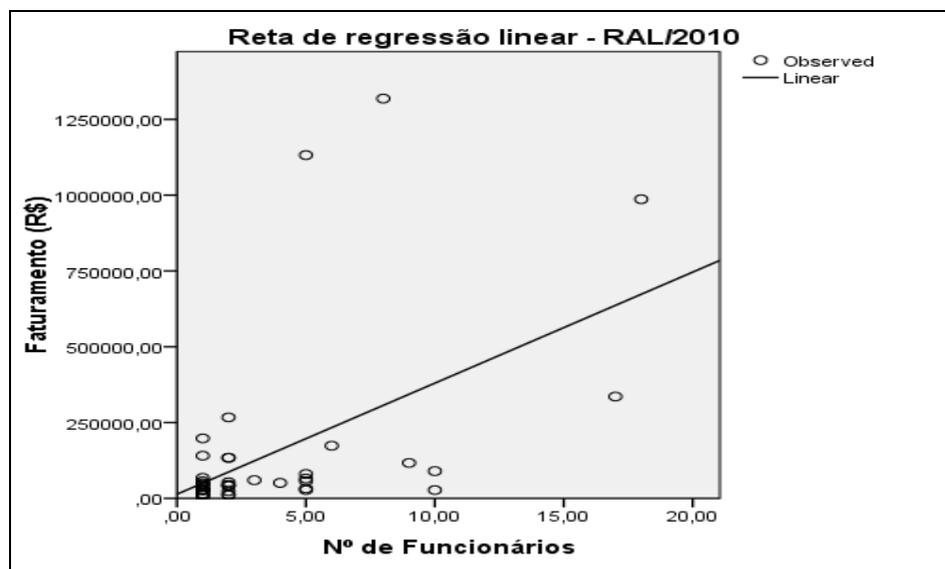
A correlação e regressão linear do número de funcionários e faturamento anual para os dados dos RALs/2010 são apresentadas na tabela 4 e no gráfico 2.

Tabela 4 – Correlação Linear: Nº Funcionários versus Faturamento Médio Anual

Valor da Correlação	Coefficiente de Determinação	Grau de Correlação
$r = 0,5107$	$r^2 = 26,08\%$	Moderado

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Gráfico 2 – Regressão Linear - Número Funcionários e Faturamento



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observando os pontos no gráfico 2 percebe-se a grande dispersão dos valores em relação a curva de tendência, principalmente quando aumenta o número de funcionários e faturamento. Os valores calculados do valor de correlação e coeficiente de determinação corroboram com a observação do gráfico 2. A correlação é considerada de grau moderado.

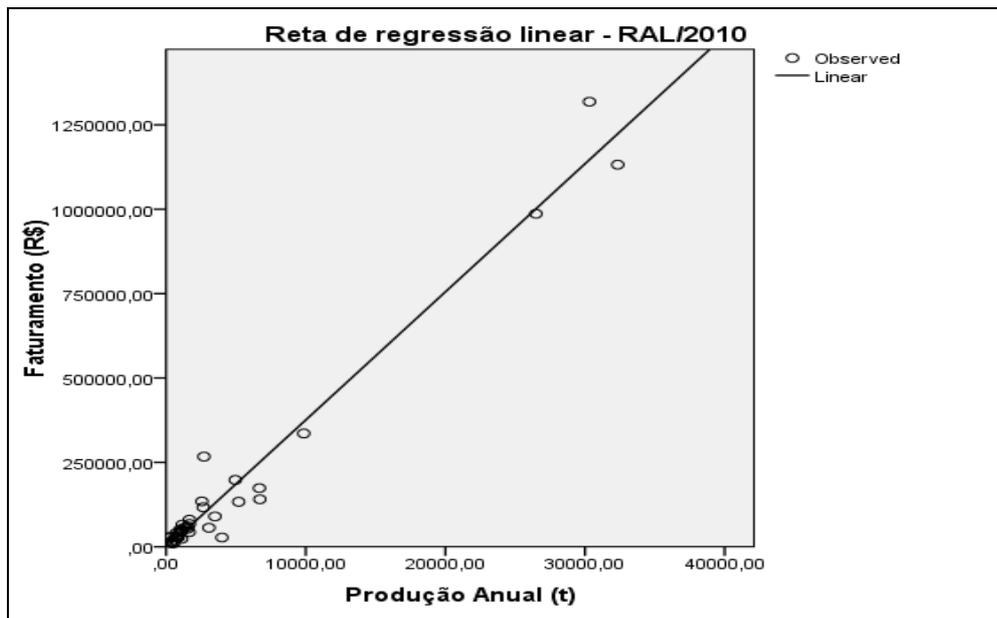
A correlação e regressão linear da produção anual e faturamento médio anual para os dados dos RALs/2010 são apresentadas na tabela 5 e no gráfico 3.

Tabela 5 – Correlação Linear – Produção Anual e Faturamento Anual

Valor da Correlação	Coefficiente de Determinação	Grau de Correlação
$r = 0,9834$	$r^2 = 96,71\%$	Muito Forte

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Gráfico 3 – Regressão Linear – Produção Anual e Faturamento



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Ao averiguar o gráfico 3, que mostra as variáveis observadas, produção anual e faturamento anual, registra concentração muito forte em torno da reta de tendência ou de regressão.

Analisando a tabela 5 e o gráfico 3 pode-se observar que o grau de correlação, envolvendo o faturamento e número de funcionários é do tipo moderado, atingindo 26,08%. Este dado indica que as variáveis analisadas não são mais significativas para caracterizar o segmento estudado.

Em contrapartida as variáveis: faturamento e produção apresentadas na tabela 5 e no gráfico 3, apresentam correlação muito forte, apresentando maior concentração sobre a reta de tendência ou de regressão linear, atingindo um coeficiente de determinação de 96,71%. Estas variáveis se mostram significativas a uma análise ou classificação econômica deste segmento.

Esta constatação se contrapõe a proposta de classificação de porte das mineradoras de pedra de talhe no município de Nova Prata apresentado por Toscan (2005), que utilizou o número de funcionários. Este autor considerou que cada funcionário representaria a receita de um salário mínimo. No entanto, conforme relatório interno do DNPM/RS há um grande fluxo de trabalhadores (pedreiros) entre as mineradoras e, também, os pedreiros cumprem jornadas de trabalho a seu critério, podendo o trabalho na pedreira ser substituído pelo trabalho rural. Como a informação do RAL é anual, uma vez tendo sido o pedreiro registrado formalmente (mesmo que por um mês) este contará na informação ao RAL. Outra possibilidade de erro é que em alguns casos o dono da pedreira, também trabalhador, não é contato como força de trabalho.

#### **4.3 Classificação econômica do segmento de pedra de talhe no Distrito Minério de Nova Prata**

A classificação pelo faturamento anual vem ao encontro a uma das responsabilidades do DNPM, que é realizar o controle do recolhimento da CFEM (Compensação Financeira pela Extração Mineral), a qual representa o percentual de 2% sobre o faturamento das mineradoras de pedra de talhe.

Através dos resultados dessa análise, propõem-se a classificação secundária ao Estrato “C”, estratificando o segmento em quatro grupos de empresas segundo seu faturamento anual, denominados C1, C2, C3 e C4.

Através de um processo de tentativa e erro, foram montados vários intervalos para cada grupo, buscando em cada um deles o menor coeficiente de variação entre o desvio padrão e a média aritmética, que representa a menor variabilidade existente dentro de cada grupo. A tabela 6 exhibe-se a proposta que apresentou os melhores resultados dos coeficientes de variação dentro de cada subclasse.

Tabela 6 - Classificação das mineradoras pelo faturamento médio anual

Estrato C1	Faturamento (R\$) $\leq$ R\$ 50.000,00
Estrato C2	R\$ 50.000 < Faturamento (R\$) $\leq$ R\$ 100.000,00
Estrato C3	R\$ 100.000 < Faturamento (R\$) $\leq$ R\$ 500.000,00
Estrato C4	Faturamento (R\$) > R\$ 500.000,00

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

As tabelas 7 e 8 apresentam os resultados dos coeficientes de variação para cada subclasse, para os anos de 2010 e 2011.

Tabela 7 – Classificação proposta do estrato “C” pelo Faturamento RAL/2010 para mineradoras de pedra de talhe no DM Nova Prata

<b>CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA DO ESTRATO “C” – RAL/2010</b>					
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Totais</b>
		<b>Entre</b>	<b>Entre</b>		
Intervalos de Valores (R\$)	Até	R\$ 50 Mil e	R\$ 100 Mil e	Mais de	
	R\$ 50 Mil	R\$ 100 Mil	R\$ 500 Mil	R\$ 500 Mil	
Totais	532.592,63	798.320,85	1.499.469,44	3.437.031,09	6.267.414,00
Média	26.629,63	72.574,62	187.433,68	1.145.677,03	
Desvio Padrão	12.776,33	18.265,26	77.028,27	166.360,13	
Coef. Variação	48%	25%	41%	15%	
% Amostra	48%	26%	19%	7%	100%

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Para o ano de 2010 o coeficiente de variação do faturamento que é de 195% (Apêndice B) para toda a amostra, passou para 48% no estrato C1, 25% no estrato C2, 41% no estrato C3 e 15% no estrato C4.

Tabela 8 – Classificação de proposta do estrato “C” pelo Faturamento RAL/2011, para mineradoras de pedra de talhe no DM Nova Prata

<b>CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA DO ESTRATO “C” – RAL/2011</b>					
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Totais</b>
		<b>Entre</b>	<b>Entre</b>	<b>Mais de</b>	
Intervalos de Valores (R\$)	Até	R\$ 50.000,00 e	R\$ 100 Mil e	R\$ 500 Mil	
	R\$ 50 Mil	R\$ 100 Mil	R\$ 100 Mil e R\$ 500 Mil	R\$ 500 Mil	
Totais	366.875,19	926.004,00	2.676.080,62	3.007.888,54	6.976.848,34
Média	24.458,35	77.167,00	205.852,36	1.503.944,27	
Desvio Padrão	16.361,00	16.335,55	124.314,81	697.169,57	
Coef. Variação	67%	21%	60%	46%	
% Amostra	36%	28%	31%	5%	100%

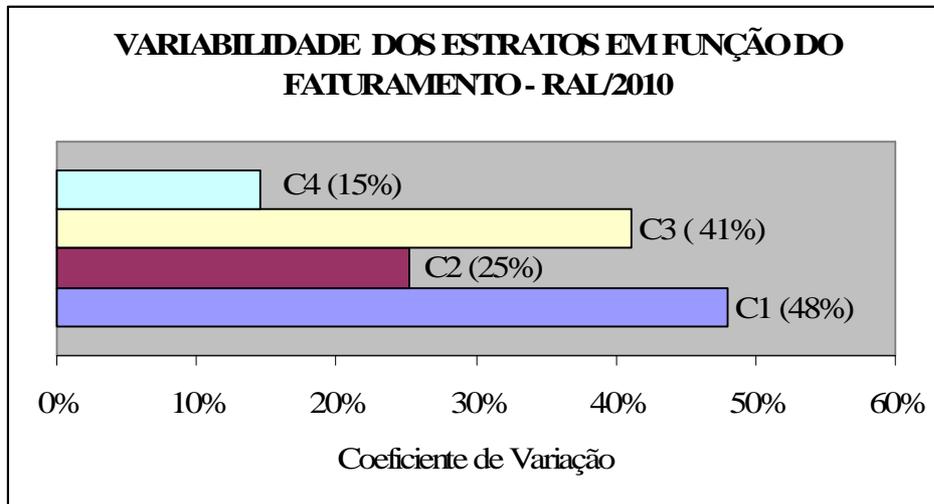
Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Em 2011, de um coeficiente de variação de 203% (Apêndice C) reduziu-se o coeficiente de variação para 67% no estrato C1, 21% no estrato C2, 60% no estrato C3 e 46% no estrato C4.

Embora haja entre 2010 e 2011 uma diferença entre os coeficientes de variação a tendência só não é mantida para o estrato C4, que representa as mineradoras com maior faturamento.

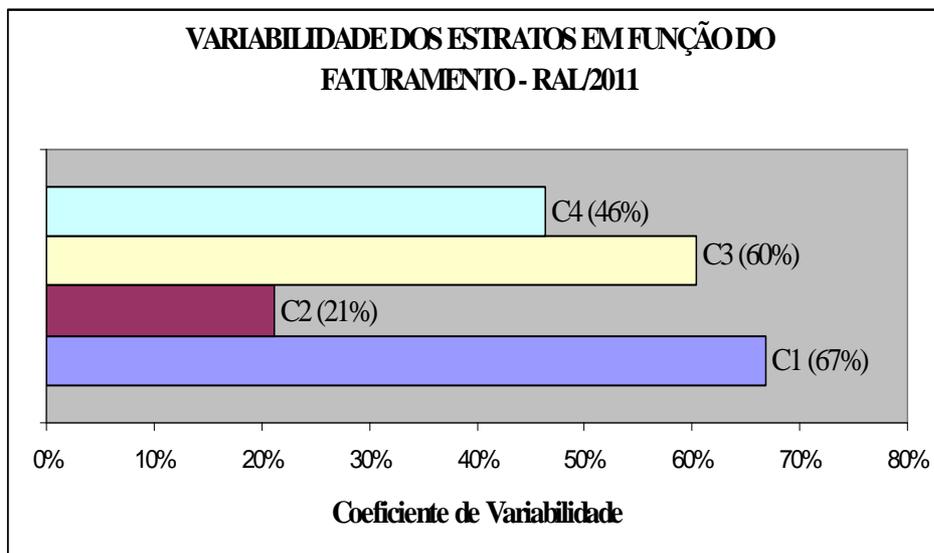
Nos gráficos 4 e 5 podem ser visualizados os coeficientes de variação do faturamento das empresas classificadas referente aos RAL de 2010 e 2011.

Gráfico 4 – Variabilidade do Faturamento das empresas classificadas - RAL/2010



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Gráfico 5 – Variabilidade do Faturamento das empresas classificadas - RAL/2011



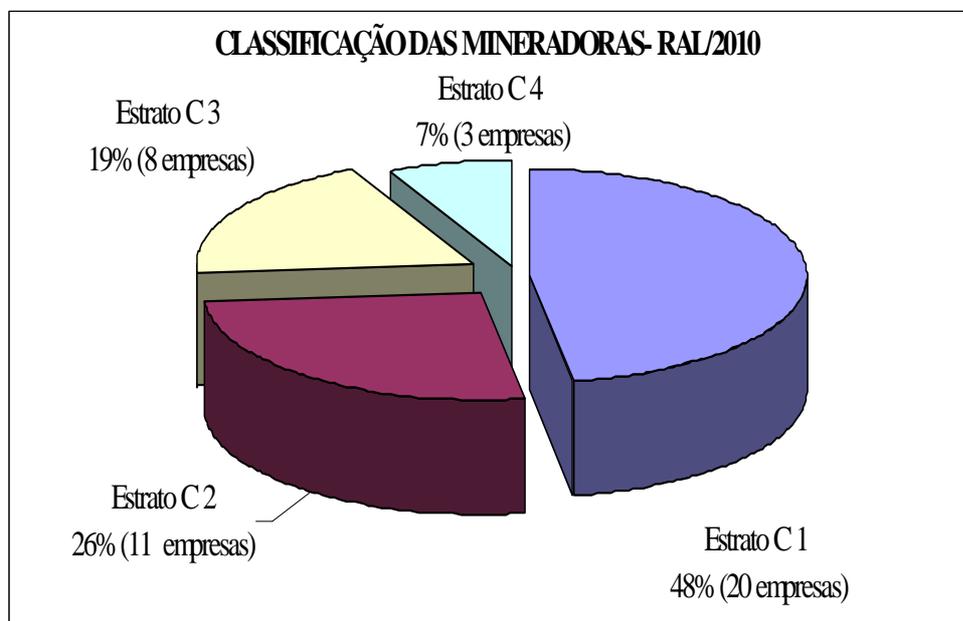
Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observa-se no gráfico 4, que a variabilidade existente nos estratos do RAL/2010 registra intervalo entre o mínimo e o máximo de 15% a 48%, entre os estratos C4 ao C1, enquanto que, no gráfico 5, a variabilidade nos estratos do RAL/2011 varia no intervalo de 21% a 67%. Essa flutuação poderá ocorrer sempre quando uma ou mais empresas mudar de categoria, de acordo com o seu faturamento. Embora ocorra essa diferença entre os intervalos, pela variabilidade dos faturamentos de 2010 e 2011, esta é pouco significativo, comparadas com a variabilidade de toda a amostra.

A proposta da subdivisão do estrato “C”, para o caso do DM Nova Prata, permite caracterizar melhor este segmento quanto ao porte econômico (pelo faturamento) das mineradoras, o que facilita também ações de controle administrativo e fiscal sobre as mesmas.

Os gráficos 6 e 7 mostram o número de empresas contidas em cada grupo ou subclasse, para os anos de 2010 e 2011.

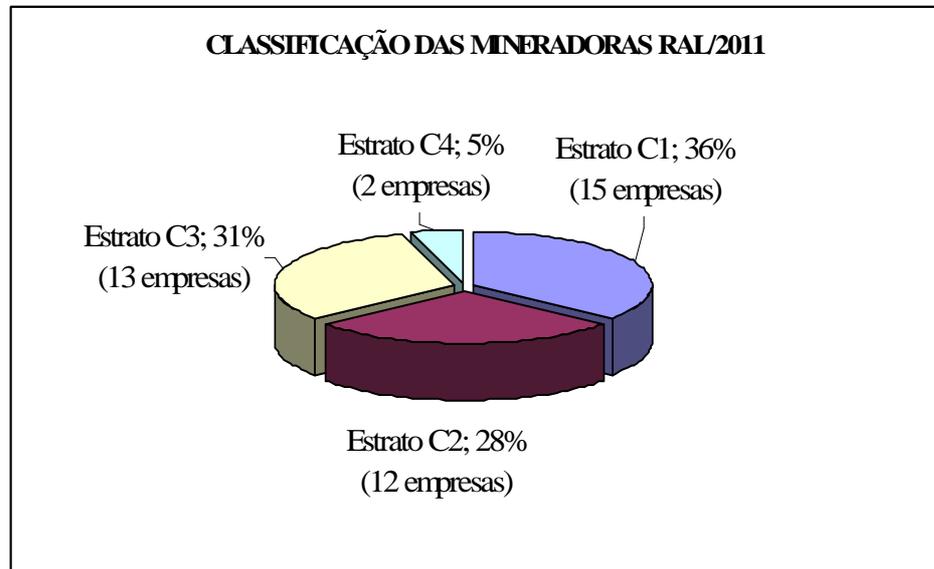
Gráfico 6 – Proporção das Mineradoras amostradas por estratos, no Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2010



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Para o ano de 2010 observa-se, no gráfico 6 que, 48% dos dados coletados dessa amostra estão classificados como Estrato C1, 26% como Estrato C2, 19% como Estrato C3 e 7% como Estrato C4.

Gráfico 7 – Classificação e Proporção das Mineradoras em relação à Amostra - Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2011

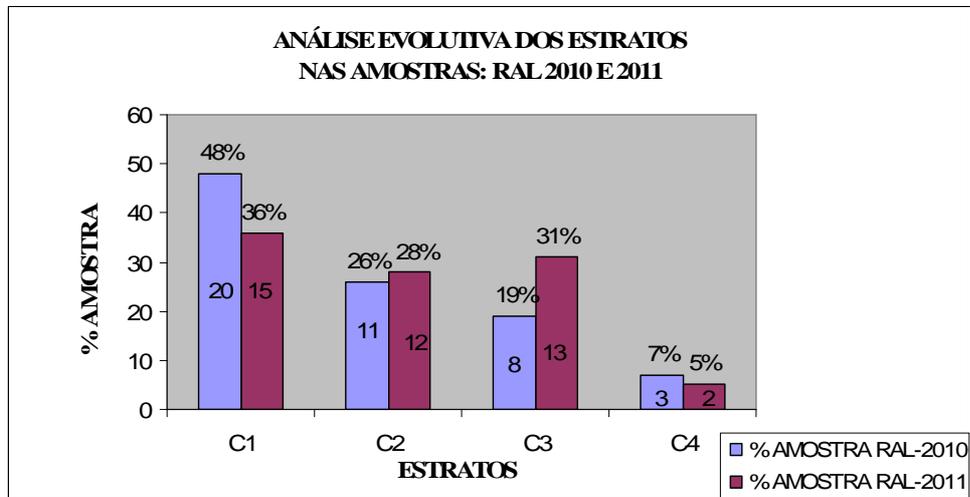


Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Já para o ano de 2011, conforme consta no gráfico 7, há um crescimento do número de mineradoras no estrato C3 e diminuição do número de mineradoras no estrato C1.

O gráfico 8 demonstra o comportamento das empresas de um estrato para outro, nos períodos de 2010 e 2011. Pode-se observar que houve a migração de algumas mineradoras entre os estratos, devido ao aumento e redução no faturamento de 2010 para 2011. No estrato C1 para C2 migrou 1 empresa, do estrato C1 para C3 migrou 4 empresas devido ao aumento do faturamento, e C4 para C3 migrou 1 empresa com a redução do faturamento. Essa flutuação ocorrerá entre os estratos, mas a variabilidade será sempre mínima em relação a um único estrato “C”.

Gráfico 8 – Evolução dos estratos nas amostras – Distrito Mineiro de Nova Prata (RS) - RAL/2010 e 2011



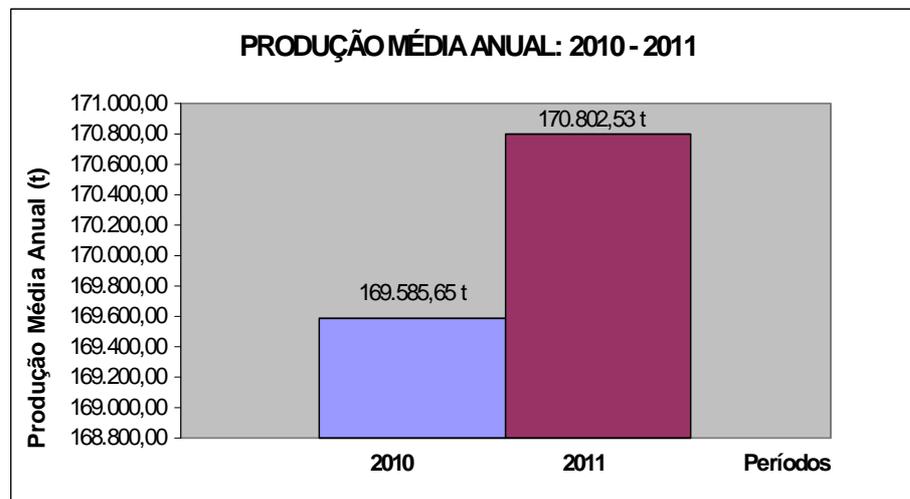
Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Esta flutuação pode estar relacionada a diversos fatores, entre eles, a perda de produtividade de uma pedreira, quando a camada de disjunção se torna menos evidente, necessidade de avanço de lavra, dificuldade na obtenção do licenciamento junto ao DNPM e principalmente junto a órgãos ambientais, entre outros.

#### 4.4 Comportamento das Variáveis Produção e Faturamento Médio Anual

O gráfico 9 apresenta a variação da produção no DM Nova Prata dos anos de 2010 e 2011. Onde se pode observar que houve um pequeno incremento de 0,7%.

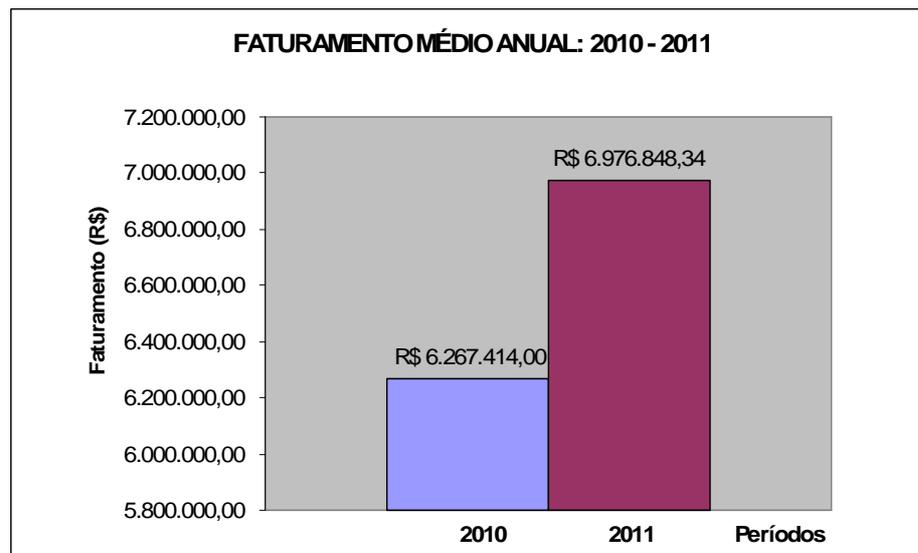
Gráfico 9 – da evolução da Produção Média Anual – 2010/2011



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Como se esperava, pela forte correlação entre produção e faturamento ocorreu um aumento do faturamento médio anual de 2010 a 2011, da ordem de 11,32% do período de 2010 e 2011, como pode ser averiguado no gráfico 10. O maior aumento percentual no faturamento sobre a produção pode ser constatado pelo aumento médio do preço de venda entre 2010 e 2011.

Gráfico 10 – Evolução do Faturamento Médio Anual de 2010/2011



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Percebeu-se que houve aumento significativo no faturamento médio de 2011 em relação a 2010.

#### 4.5 Análise entre preços médios de vendas e quantidades vendidas – RAL 2010 e 2011

##### 4.5.1 Análise dos Preços de Vendas

O mercado da pedra de talhe de basalto é bastante heterogêneo quando se trata de produção, demanda (vendas) e faturamento, mas é o contrário quando analisamos os preços empregados pelas mineradoras. A tabela 9 registra a média dos preços aplicados e suas medidas de variabilidade, desvio padrão e coeficiente de variação, nos períodos de 2010 e 2011.

Tabela 9 – Média dos preços empregados nas mineradoras amostradas  
RAL - 2010 e 2011

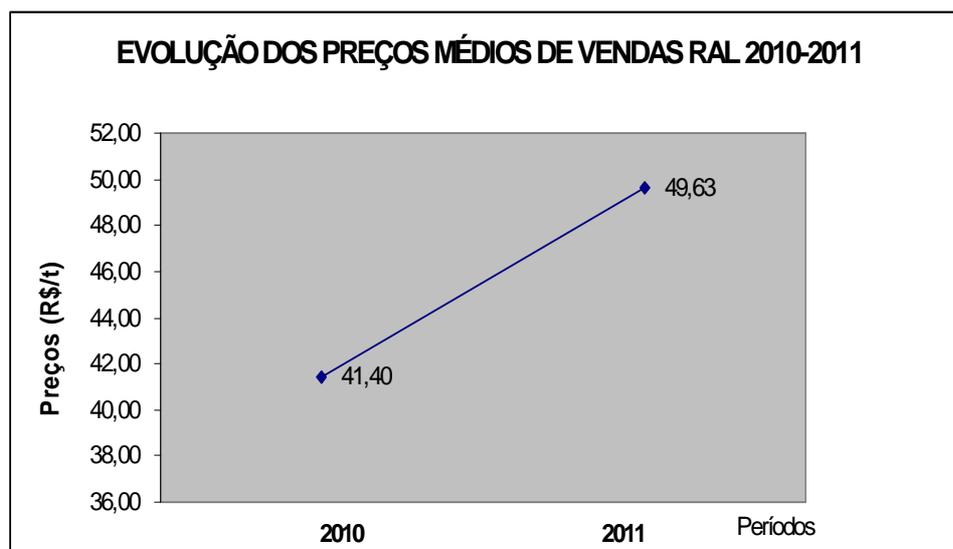
	<b>RAL- 2010</b>	<b>RAL- 2011</b>
	Preços (R\$/t)	Preços (R\$/t)
Média	41,40	49,63
Desvio Padrão	21,97	22,85
Coef. Variação	53%	46%

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observou-se que, embora tenha aumentado os preços médios de 2011 em relação a 2010, sua variabilidade reduziu consideravelmente, demonstrando que ocorreu um realinhamento dos preços praticados pelas mineradoras de uma forma homogênea, isto é, aquelas empresas, que tinham preços acima da média realizaram um aumento de proporção menor em relação as que estavam a baixo da média, a fim de proporcionar uma demanda maior na comercialização da pedra de talhe.

O gráfico 11 apresenta a evolução dos preços médios aplicados pelas mineradoras nos períodos de 2010 e 2011.

Gráfico 11 – Evolução dos preços médios de vendas – RAL 2010/2011



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

O aumento médio nos preços de 2011 em relação a 2010 de 19,88%, e a inflação neste período, medido pelo IPCA foi de 6,50% (IBGE, 2013).

#### 4.5.2 Análise de Demanda

Sabe-se que as informações de produção contidas no RALs das mineradoras de pedra de talhe são aquelas vendidas e não o que foi produzido no período. Sendo assim, é interessante analisar as variáveis: preços médios de vendas e quantidades vendidas (demanda), aplicando a correlação e regressão linear.

É importante considerar que as informações de preço contidas no RAL são obtidas através da informação da quantidade vendida (em toneladas), para cada produto mineral, pelo valor total da venda deste produto. No entanto os diferentes produtos de pedras de talhe são vendidos em m<sup>2</sup> (metro quadrado), por unidade ou mesmo por carga, tendo como exemplo, respectivamente, pedra regular (m<sup>2</sup>), pedra de muro (unidade) e paralelepípedo (carga padrão – 4m x 2m x 1m).

A tabela 10 registra o grau de associação entre as variáveis que compõe a demanda do estrato “C”.

Tabela 10 – Correlação Linear: Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas, para toda a amostra (Estrato “C”)

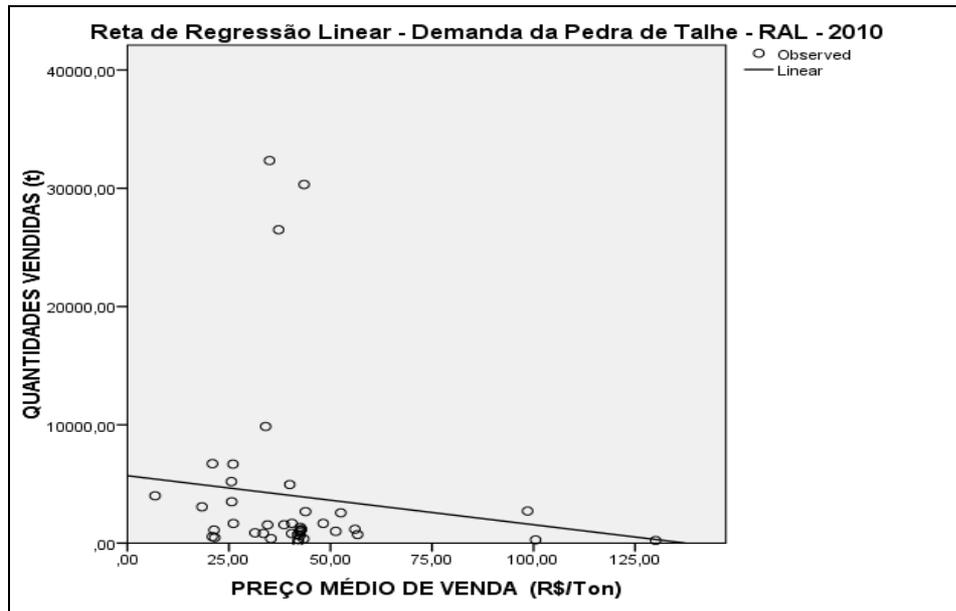
Valor da Correlação	Coefficiente de Determinação	Grau de Correlação
$r = -0,12$	$r^2 = 1,5\%$	Fraca

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

A correlação negativa confirma que, preço e demanda tem características de uma função inversa e que o estrato “C” desse sistema produtivo tem correlação fraca, dificultando a previsão de estimação de venda para esse sistema produtivo.

O gráfico 12, a seguir, registra a reta de regressão linear da demanda, preços e quantidades demandadas ou vendidas do estrato C.

Gráfico 12 – Reta de Regressão linear: Preços e Demandas – Estrato C



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Era esperada uma reta de tendência decrescente, em razão da característica da função de demanda. Observando-se o gráfico 12 nota-se que há uma concentração de valores médios de R\$ 25,00/t e R\$ 45,00/t em 2010 do qual a média amostral é de R\$ 41,40/t. A pouca consistência desta correlação é prejudicada por quatro pontos discrepantes, um com valor perto de R\$ 10,00/t e três com valores iguais ou superiores a R\$ 100,00/t.

Para explicar os pontos discordantes revelados no gráfico 12, os técnicos do DNPM sugerem os seguintes motivos: erro de informação repassada dos contadores (responsáveis pelo controle fiscal das mineradoras) aos técnicos do Sindicato que elaboram o RAL, informação de produção comercializada informalmente (não faturada) implicando no cálculo de preço a menor, ou a inclusão de quantidades faturadas pela mineradora, mas provenientes de outras pedreiras, levando o resultado do cálculo em preços aviltados (alto valor de venda em relação à quantidade produzida).

O comportamento da demanda é fundamental para analisar o desenvolvimento do segmento produtivo da mineração da pedra de talhe. As tabelas 11 e 12 registram as informações de demanda e os preços médios de vendas do estrato C1 do RAL do ano de 2010 afins de, comparar o comportamento da demanda após a subdivisão do estrato “C”.

Tabela 11 – Demanda e preços do Estrato C1 – RAL – 2010

<b>Demanda</b>	<b>Preços médios</b>
<b>Anual (t)</b>	<b>Vendas (R\$/t)</b>
1.047,40	42,52
873,40	42,48
707,49	41,86
289,05	42,12
272,00	100,51
805,00	40,45
1.090,40	42,65
54,05	41,96
219,70	130,06
379,60	35,34
1.101,70	21,32
869,95	31,41
815,45	33,48
664,20	42,49
356,54	43,42
1.052,00	42,53
4.000,80	6,82
547,55	20,92
462,95	21,50
1.658,30	26,08
<b>Médias: 863,38</b>	<b>42,50</b>

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Este estrato C1 apresenta uma média de demanda de 863,38t, preço médio de vendas de R\$ 42,50/t.

Os resultados encontrados para análise da correlação do estrato C1 estão distribuídos na tabela 12.

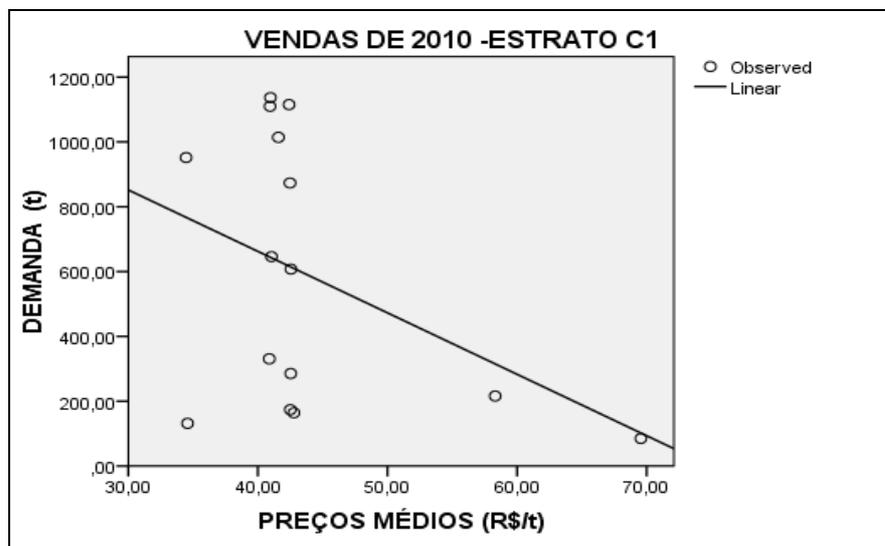
Tabela 12 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas para a parcela amostrado classificado como Estrato C1

<b>Valor da Correlação</b>	<b>Coefficiente de Determinação</b>	<b>Grau de Correlação</b>
<b>r = -0,41</b>	<b>r<sup>2</sup> = 16,81%</b>	<b>Moderada</b>

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observou-se que o estrato C1 apresenta maior associação entre as variáveis de preços médios de vendas e quantidades vendidas em relação à análise do Estrato C, passando de uma correlação fraca para moderada, com média amostral dos preços de R\$ 42,50/t contidos no intervalo entre R\$ 40,00/t e R\$ 45,00/t, sua demanda média de 863,38t está no intervalo entre 800t e 1.000t, de maior concentração dos dados conforme registrou-se na reta de regressão linear do gráfico 13.

Gráfico 13 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C1



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Essa comparação também foi realizada com o estrato C2, C3 e C4 apresentadas nas tabelas 13, 14, 15, 16, 17 e 18 com objetivo de analisar a correlação linear e a tendência do comportamento da demanda desses estratos nos gráficos 14, 15 e 16.

Tabela 13 – Demanda e preços do Estrato C2 – RAL – 2010

<b>Demanda</b>	<b>Preços médios</b>
Anual (t)	De Vendas (R\$/t)
1.337,82	42,55
2.147,70	42,65
1.665,00	48,20
1.430,00	57,68
1.554,80	38,57
1.169,00	42,90
3.496,80	25,69
2.575,00	40,27
3.065,55	18,36
1.541,00	34,50
1.841,35	40,17
Médias: 1.984,00	39,03

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

O estrato C2 apresentou média de preço de R\$ 39,03/t e demanda média de 1.984,00t. Os resultados encontrados para análise da correlação do estrato C2 estão distribuídos na tabela 14.

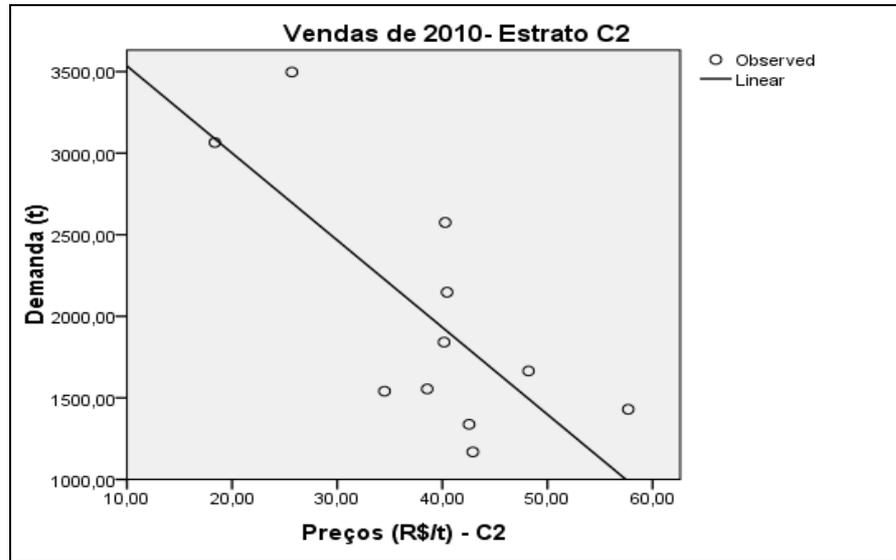
Tabela 14 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Demandas para a parcela amostrado classificado como Estrato C2

<b>Valor da Correlação</b>	<b>Coefficiente de Determinação</b>	<b>Grau de Correlação</b>
r = -0,60	r <sup>2</sup> = 36%	Moderada

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Verificou-se que, o estrato C2 também apresentou melhor correlação quando comparado com o estrato C, passando de correlação Fraca para Moderada. A tendência da demanda está registrada na reta de regressão linear que pode ser observado a seguir, no gráfico 14:

Gráfico 14 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C2



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

O preço médio deste estrato é de R\$ 39,03/t contido no intervalo de R\$ 35,00t e R\$ 45,00/t, sua média de demanda de 1984,00 t está entre os intervalos de 1.500t e 2.000t, demonstrados na reta de regressão linear onde se apresentam a maior concentração dos pontos. A tabela 15 registra a demanda e os preços médios do estrato C3.

Tabela 15 – Demanda e preços do Estrato C3 – RAL – 2010

<b>Demanda</b>	<b>Preços médios</b>
Anual (t)	De Vendas (R\$/t)
6.678,70	25,99
6.716,00	20,94
9.860,60	34,04
4.952,50	39,97
5.200,00	25,61
2.559,90	52,55
2.664,35	43,86
2.710,55	98,54
Médias: 5.167,83	42,69

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Esse estrato C3 apresentou um preço médio de R\$ 42,69/t, demanda média anual de 5.167,83t. Seu grau de associação entre essas variáveis estão apresentados na tabela 16.

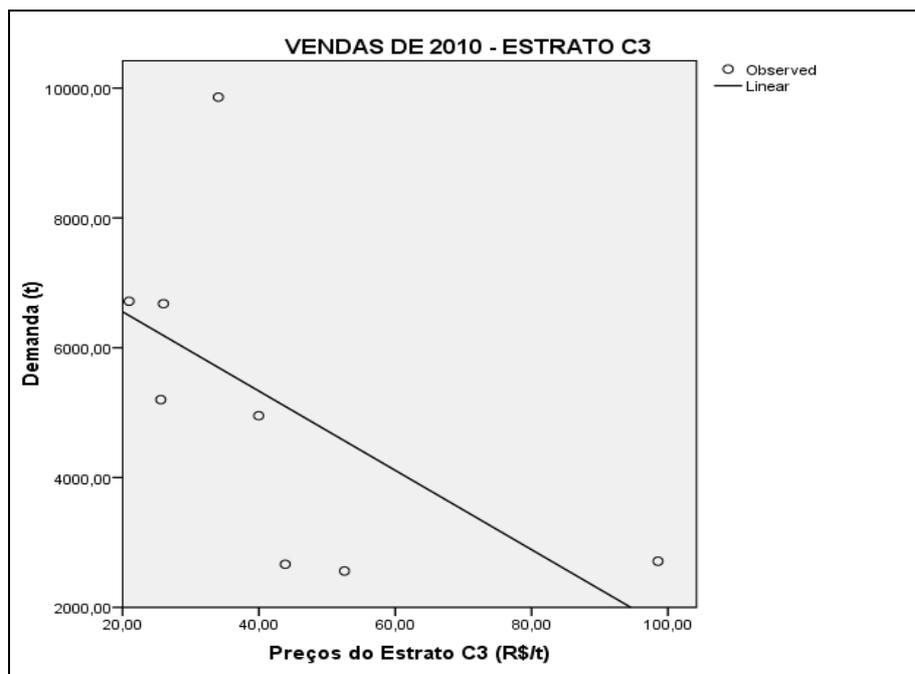
Tabela 16 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Quantidades Vendidas para a parcela amostrado classificado como Estrato C3

Valor da Correlação	Coefficiente de Determinação	Grau de Correlação
$r = -0,74$	$r^2 = 54,76\%$	Forte

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

Observou-se que este estrato C3 apresentou uma correlação Forte entre as variáveis associadas, preços médios de vendas e demanda. Houve também aumento significativo no coeficiente de determinação de 1,5% apresentados no estrato C, passando para 54,76% no estrato C3. Isto representa uma melhor tendência dos dados, preços e demanda a uma reta decrescente, conforme registramos no gráfico 15.

Gráfico 15 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C3



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

O preço médio deste estrato de R\$ 42,69/t está contido no intervalo de R\$ 30,00/t e R\$ 50,00/t, sua demanda média de 5.167,83t está entre os intervalos de 4.500t e 6.000t, demonstrados na reta de regressão linear onde apresentam-se na maior concentração dos pontos.

Os dados a seguir apresentam a Demanda e Preços do estrato C4, registrados na tabela 17, que ficou na amostragem com 3 elementos.

Tabela 17 – Demanda e preços do Estrato C4 – RAL – 2010

<b>Demanda Anual (t)</b>	<b>Preços médios De Vendas (R\$/t)</b>
32.342,70	35,00
30.316,30	43,49
26.492,50	37,24
Médias: 29.717,17	38,58

Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

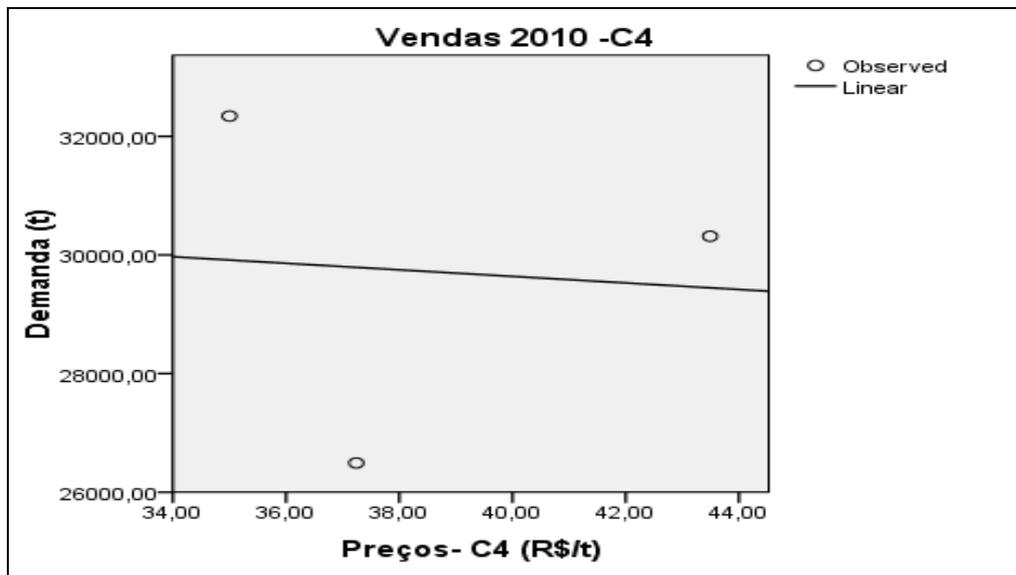
Esse estrato C4 apresentou média anual de demanda de 29.717,17t com preço médio de R\$ 38,58/t. Seu grau de associação entre as variáveis, preço e demanda, estão registrados na tabela 18.

Tabela 18 – Correlação Linear – Preços Médios de Vendas e Demandas para a parcela amostrado classificado como Estrato C4

<b>Valor da Correlação</b>	<b>Coefficiente de Determinação</b>	<b>Grau de Correlação</b>
r = -0,082	r <sup>2</sup> = 0,67%	Fraca

Observou-se que no Estrato C4 apresentou o mesmo grau de correlação negativa fraca, que comparada com o estrato C. Sua reta de tendência está descrito no gráfico 16.

Gráfico 16 – Reta de Regressão linear: Preços Médios e Demanda – Estrato C4



Fonte: Produzido pelo autor, 2013.

O preço médio desse estrato C4, de R\$ 38,58/t está contido no intervalo entre R\$ 36,00/t e R\$ 40,00/t e sua demanda no intervalo de 28.000t e 32.000t. Observou-se que devido a poucos pontos nesse estrato, dificulta a observação desses pontos no gráfico, pois não existe concentração, mas apenas aproximação dos pontos em relação à reta.

Pode-se analisar que embora o preço e demanda no estrato C4 apresente fraca associação entre as variáveis, não aconteceram com os estratos C1, C2 e C3, que representam 93% da amostragem. Tal fato mostra que temos mais um motivo para a análise de subdivisões do Estrato C, permitindo avaliar os grupos de dados de tendência e identificar inconsistências de informações do RAL apresentadas pelos mineradores da pedra de talhe de basalto no Distrito Mineiro de Nova Prata.

## 5 CONCLUSÕES

Analisando-se o faturamento médio anual da amostra em um todo, observa-se que existe uma dispersão muito grande da variável observada em torno da sua média, apresentando um coeficiente de variação de 199% em 2010 e 203% em 2011. Significa que para fazer qualquer trabalho investigatório nas empresas mineradoras, nestas condições é quase impossível, devido a grande variabilidade existente.

Para homogeneizar esse segmento é necessário segmentar as mineradoras, classificando-as da melhor forma possível, isto é, deixando as variáveis observadas com pouca variabilidade em torno de sua a média.

Vimos que a relação funcionários e faturamento, não seriam adequados para classificar as empresas devido ao seu elevado grau de heterogeneidade.

Em contrapartida a relação produção e faturamento nos dão uma correlação fortíssima de 0,9834 e uma proporção de variáveis explicadas em 96,71%, apresentando elevado grau de homogeneidade e baixo risco em uma futura estimação na produção ou faturamento.

Para obter maior confiabilidade dos dados quanto à divisão do estrato C, pelo faturamento, realizou-se mais uma análise com as variáveis, preços e demanda.

Observou-se que, quando comparados o grau de associação entre essas variáveis do estrato C com os estratos C1, C2 e C3, houve um aumento do grau de correlação linear, de fraca no estrato C, passando para moderada nos estratos C1, C2 e forte no estrato C3.

Devido a esses fatores propõe-se a classificação das mineradoras do Distrito Mineiro de Nova Prata pelo seu faturamento médio anual.

A classificação realizada nessa pesquisa pelo faturamento, registra baixa variabilidade em cada classe, permitindo-se que se faça um trabalho investigatório desse segmento produtivo ou sobre as mineradoras, com maior controle, segurança, confiabilidade e economia.

Observou-se também que houve um crescimento de 11,32% no faturamento médio anual, em 2011 em relação a 2010 devido ao crescimento na indústria da construção civil, com crescimento na demanda de 7,18% e principalmente devido o aumento dos preços de 19,88%.

Os resultados da pesquisa serão divulgados ao segmento através do Sindicato da Indústria da Extração de Pedreiras de Nova Prata e Região, às Administrações Municipais e ao DNPM.

As informações contidas nos RAL(s), principalmente de segmentos participantes do Estrato C, das empresas de menor faturamento, não são objeto de análise e auditoria sistemática pelo DNPM. Portanto, a qualidade dos dados contidos no RAL é desconhecida o que dificulta o uso dessas informações para o planejamento de gestão mineral sobre este segmento.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Síntese sobre a Tectônica da Bacia do Paraná. In: Simpósio Regional de Geologia. **Atas...**, São Paulo, SBG, 1981.
- BAKSI, A. K.; ARCHIBALD, D. A. Mesozoic igneous activity in Maranhão province, northern Brazil: Ar evidence for separate episodes of basaltic magmatism. **Earth and Planetary Science Letters**, Vol. 151(3), pp.73-90, 1997.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. **Estatística Básica**. Atual, São Paulo, 2002.
- CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.
- CARIOCA, A. C. et al. Aplicação da espectroscopia de referencia difusa na quantificação dos constituintes de bauxita e de minério de ferro. **REM – R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 64(2): 199-204, abr.jun., 2011.
- DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. Saraiva, São Paulo, 2000.
- DIAS, G. F. **Educação ambiental**: Princípios e Práticas. São Paulo: Gaia, 2006.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral Brasileiro**. 2007. Disponível em: <[http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/diamant\\_SM2007.doc](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/diamant_SM2007.doc)>. Acesso em: abril de 2012.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral Brasileiro**. 2009. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=3165>. Acesso em: maio de 2012.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Cadastro Mineiro**. 2012. Disponível em: [www.dnpm.gov.br/](http://www.dnpm.gov.br/). Acesso em: abril de 2012.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral Brasileiro**. 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostraimagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4544>. Acesso em: maio de 2013.
- FREUND, J. E. **Estatística Aplicada**: Economia, Administração e Contabilidade. Bokman, Porto Alegre, 2007.
- HASENACK, Heinrich; ARAÚJO, A. B. B.; ROTERT, A.; KAUTZAMANN, R. M.. Mapeamento de Potencialidade ambiental da Extração de Basalto em Nova Prata – (RS): **VII Simpósio Internacional da Qualidade Ambiental**- PUC, (2010).
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema Nacional de Índices ao Consumidor – INPC. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/defaultinpc.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm). Acesso em: dezembro de 2013.

KAUTZMANN, R. M.; SABEDOT, S.; BASTOS, A. B.; FLORES, S. S. Análise Diagnóstica da Extração de Basalto em Nova Prata – RS: Metodologia Informatizada para o Levantamento de Aspectos Ambientais. **Anais da III Semana Científica do Unilasalle**, CD ROM, 2007.

KAUTZMANN, R. M.; SOUZA, F. S.; ZANCAN, L. C.; PIRES, K. C. J.; QUADROS, T. F. P.. A mineração de rochas vulcânicas para fins ornamentais na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul: Proposta de dois novos distritos mineiros. In: XXIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2009, Gramado. **XXIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Porto Alegre: Pallotti Gráfica e Editora, 2009. v. 2. p. 749-756.

KAUTZMANN, R. M. et al. Avaliação da Potencialidade Mineral e Ambiental da Extração de Basalto em Nova Prata – RS: Zoneamento de Potencialidade. **Relatório Técnico de TNPM**, 2012.

GATTO, L. P. **Programa de Gestão Ambiental para o Processo de Mineração no Município de São Domingos do Sul – UFSM**, 2003.

MARTINS, F. B. et al. Zoneamento Ambiental da Sub-Bacia Hidrográficoado Arroio Cadena, Santa Maria (RS) - Estudo de Caso. **Cerne, Lavras**, v. 11, n. 3, p. 315-322, jul./set. 2005.

MARTINS, G. A. **Estatística Geral e Aplicada** – Editora Atlas, São Paulo, 2008.

MEMÓRIA, J. M. P. **Breve História da Estatística**. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília, 2004.

MOURA, W. A. et al. Estudo da viabilidade da produção de blocos com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais para alvenaria de vedação. **REM – R. Esc. de Minas**, Ouro Preto, 64(2): 147-154, abr.jun. 2011.

MOHAMMED, Nadeem, et al. Experimental investigation of using slag as an alternative to normal aggregates (coarse and fine) in concrete. **International Journal of Civil and Structural Engineering**. Vol.3, Nº1, 2012.

NEVES, M. **Introdução à Estatística e Probabilidade**. ISA, 2009.

NEWES. **Noticias quentinhas ou geladas de Nova Prata ou região**. Disponível em: [www.NewsPrata.com.br/](http://www.NewsPrata.com.br/). Acesso em: julho de 2012.

PASCHOALINO, P. G. et al. Análise e Aplicação de Modelos de Previsão de Demanda dos itens de Fardamento da Marinha do Brasil. **Relatório de Pesquisa em Engenharia de Produção** - UFF. V9 , Nº8 , 12 de 2009.

PORTELA, L. C., **Mapa Geológico Simplificado**, Projeto Basalto Ornamental, 1989.

RODRIGUES, R. L. et al. Modelo de regressão linear aplicado à previsão de desempenho de estudantes em ambiente de aprendizagem. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação – **CBIE**, 2013.

SANTOS, E. L., MACIEL, L. A. C., FILHO, J. A. Z. **Distritos Mineiros do Estado do Rio Grande do Sul, Distrito Mineiro de Nova Prata, 1º Distrito** – DNPM, p. 13-14, Porto Alegre, 1998.

SHEIKH S. A. Mechanical Properties for High Performance Concrete Exposed to High Temperature. **International Journal of Civil and Structural Engineering**. Vol. 2, Nº 2, 2011.

SOUZA, V. et al. Estimativa de qualidade de carvão por meio de perfilagem geofísica de gama natural e resistividade. **REM- R. Esc. de Minas**, Ouro Preto, 63(4): 653-660, out/dez. 2010.

STEVENSON, W. J. **Estatística Aplicada a Administração**, Pioneira, São Paulo, 2008.

TOSCAN, L. **Rejeitos de Basalto, uma Primeira Abordagem**. Estudo de Caso: Extração de basalto no município de Nova Prata - Dissertação de Mestrado em Engenharia, Materiais e Ambiente. Universidade Luterana do Brasil, 2005.

TOSCAN, L., KAUTZMANN, R. M. **Diagnóstico da Mineração de Basalto e seu Rejeito, no Município de Nova Prata RS**; 1. Estudo Setorial. Congresso Internacional em Planejamento e Gestão Ambiental, Brasília, 2005.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. Ed.: São Paulo, Atlas. São Paulo, 2007.

VERAS, L. L.. **Matemática Aplicada a Economia**, Atlas, São Paulo, 1999.

WICANDER, et al., **Fundamentos de Geologia**, Cengage Learning, São Paulo, 2009.

WIGNALL, P. B. Earth science: Lethal Volcanism. **Nature**, Cengage Learning, Inc. Vol. 477(7364), p. 285(2), 15 set. 2011.

## **APÊNDICE A – Exemplos da utilização da ferramenta estatística**

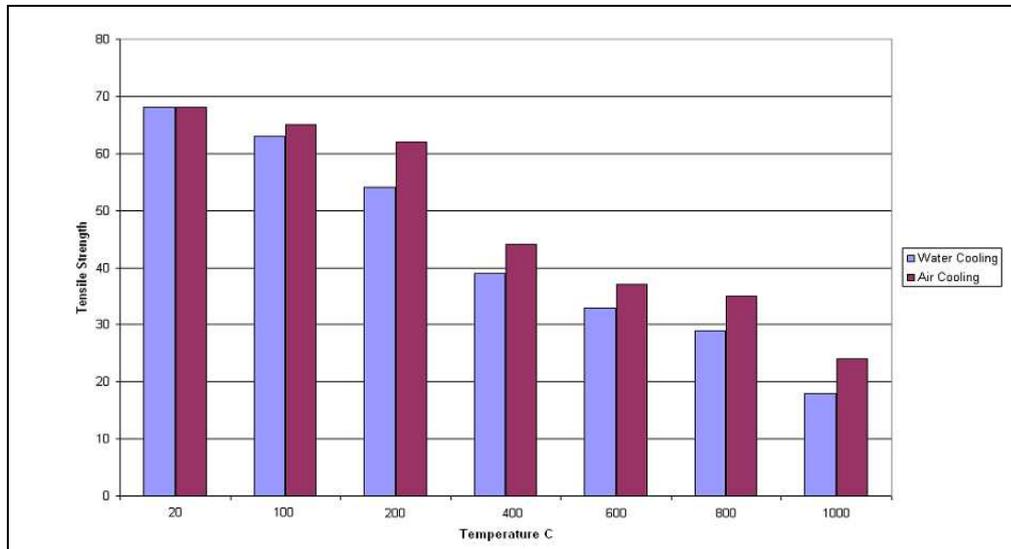
No meio ambiente, segundo Martins (2005), o município de Santa Maria apresenta uma série de conflitos ambientais causados principalmente pelo uso inadequado do solo e pela má utilização do espaço físico territorial, gerando deteriorações na ambiência.

Para obter maior controle analisou o Zoneamento Ambiental da Sub-bacia Hidrográfica do arroio Cadena, que permitiu avaliar a deterioração ambiental existente aplicando a correlação e regressão linear para analisar seis parâmetros ambientais, declividade, densidade de drenagem, coeficiente de rugosidade, vegetação, ocupação humana e uso da terra. A sub-bacia foi dividida em quatro classes de zoneamento: Área de Recuperação (AR), Área de Uso Antrópico (AUA), Área de Prevenção Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), onde foram observados 2.986,13 ha (50,35%) para classe AR, ocupando a maior área da sub-bacia, seguindo de 2.741,61 há (39,65%) para AUA, 230,84 há (5,15%) para APP e 252,13 há (4,85%) para ACP. Os resultados obtidos permitiram avaliar a deterioração ambiental que apresentou média de 61,3% para sub-bacia e abriu possibilidades para elaborar prognósticos para um maior equilíbrio no futuro manejo da sub-bacia e de sua prevenção, tendo, como pressuposto, o possível equilíbrio entre o desenvolvimento com a preservação ambiental e recomendou que o zoneamento ambiental adotado, seja uma ferramenta a ser aplicada pelos órgãos governamentais, pois otimiza a organização do espaço territorial, bem como a preservação dos recursos naturais.

Na construção civil, Sheikh (2011) desenvolveu um banco de dados através da amostragem para analisar as propriedades mecânicas de concreto de alto desempenho quando exposto as altas temperaturas até 1000°C. Os resultados mostraram que as forças de compressão e tração diminuí a resistência com o aumento da temperatura e ao atingir valor superior a 200°C, mostrou alta deterioração em suas propriedades.

O gráfico 17 a seguir, registra a perda de resistência com o aumento da temperatura.

Gráfico 17 – Resistência à tração com aumento de temperatura, com resfriamento rápido através de refrigeração à água e a ar



Fonte: International Journal of Civil and Structural Engineering.

Quanto à mineração, segundo Moura (2011), o Brasil é o quinto produtor de rochas ornamentais no mundo, gerando resíduos sólidos que atualmente vem sendo depositado no pátio das empresas, o que implica custo para a mesma. Seu estudo propõe a viabilidade da produção de blocos com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais para alvenaria de vedação, com métodos estatísticos, através de amostras de ensaios para análise de resistência à compressão e absorção de água, cujas medidas avaliadas foram à média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação, chegando à conclusão da viabilidade de adição de até 10% de Resíduo de Secagem de Rochas Ornamentais (RSRO), em substituição de massa parcial do cimento (MOURA, 2011).

Análise de correlação e regressão, também foi aplicada na Índia para identificar fontes alternativas de agregados de boa qualidade, que está a esgotar muito rápido devido ao ritmo acelerado das atividades de construção. Uma das alternativas é a utilização de escória. Um desperdício do subproduto industrial de produção de ferro e aço proporciona grande oportunidade de utilizá-lo como alternativa aos agregados normalmente disponíveis (finos e grossos). A investigação revelou melhora na resistência à compressão, tração e resistência à flexão sobre o controle, mistura de 4% a 8%. A substituição de 100 % de escória agregada

(grossa) aumento da densidade de concreto em cerca de 5 a 7% em relação ao controle de mistura. Com base nas observações gerais, pode ser recomendado que a escória pudesse ser utilizado eficazmente como agregados finos e grossos em todos os aplicativos de concreto, (MOHAMMED , 2012).

Na mineração, segundo Souza (2010), investigou através da amostragem com aplicação das medidas de posição, variabilidade, correlação linear de Pearson e regressão linear, a capacidade da técnica de perfilagem geofísica para prever a qualidade do carvão. Nesse contexto, alguns parâmetros químicos do carvão foram determinados por meio de análise laboratorial e, posteriormente, eles foram comparados contra registros de perfilagem geofísica (radiação gama natural e resistividade, especificadamente). Os resultados mostraram uma forte correlação entre a emissão de radiação gama natural das camadas de carvão e seu teor de cinzas, com um pequeno erro de estimação de mais ou menos de 5%. Isto permitiu estabelecer através da regressão um modelo linear simples para estimar teores de cinzas, baseados nos dados da amostra de perfilagem geofísica. Além disso, os resultados também indicaram que não há correlação entre o teor de enxofre ou voláteis e os registros geofísicos (SOUZA, 2010).

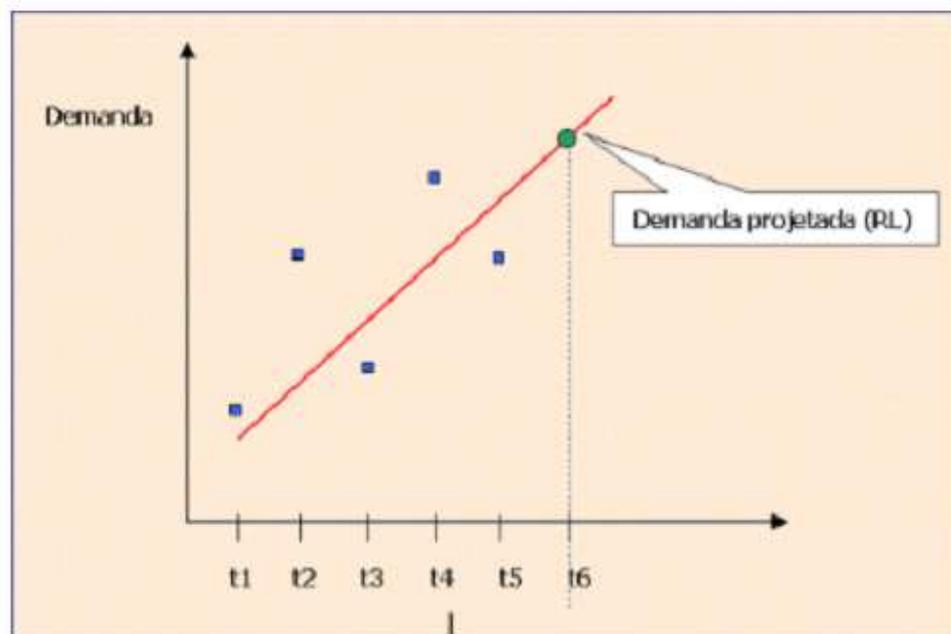
Outro trabalho também desenvolvido na mineração segundo Carioca (2011), é a aplicação da espectroscopia de reflectância difusa na quantificação dos constituintes de bauxita e de minério de ferro, no desenvolvimento de uma metodologia para identificação e quantificação de minerais presentes na bauxita e nos minérios de ferro, aplicou métodos estatísticos de amostragem com medidas de correlação e regressão, analisando os teores dos diferentes minerais a partir de uma combinação de métodos convencionais, tais como análise química, difração de raios X, espectroscopia Mössbauer, susceptibilidade magnética e microscopia ótica. Os resultados obtidos através da correlação linear sugerem que a espectroscopia de reflectância difusa é uma ferramenta promissora para qualificação simultânea dos minerais presentes em bauxita e minerais de ferro.

Na educação, segundo Rodrigues (2013), investigou a viabilidade da utilização da regressão linear para obtenção de inferências em etapas iniciais da realização de cursos online, como forma de apoiar a tomada de decisão por parte de professores e gestores, para estimar o desempenho de alunos baseados em suas interações dentro da plataforma virtual de aprendizagem, levado em consideração as variáveis comportamentais. Os resultados obtidos demonstraram que é possível

utilizar a regressão linear para obter inferências com boas taxas de precisão.

Paschoalino et al. (2009) realizou pesquisa de Análise e aplicação de Modelos de Previsão de Demanda dos itens de Fardamento da Marinha do Brasil, abordou os critérios adotados atualmente pela Marinha do Brasil (MB) na gestão da demanda de fardamento e propõe modelos de previsão que a auxiliem no atendimento das necessidades dos marinheiros com a confiabilidade esperada, evitando que estes comprem seus uniformes em estabelecimentos privados. A partir do levantamento de dados aplicou métodos estatísticos utilizando-se da regressão linear, conforme figura 11 que ilustra graficamente a Demanda Projetada. O modelo de Regressão Linear aplica o método dos mínimos quadrados para encontrar a “melhor” projeção. Para isto é considerada a reta que minimiza a soma das distâncias da reta aos pontos correspondentes às demandas em cada período.

Gráfico 18 – Reta de regressão linear de demanda em função do período (tempo)



Fonte: Paschoalino et al, 2009.

Esse trabalho também classificou em 13 famílias de itens de fardamentos através do faturamento de cada produto:

$$\text{Faturamento Família } x = \sum (\text{Preço de Venda} \times \text{Demanda Anual}).$$

O resultado da classificação pode ser visto a seguir na tabela 19:

Tabela 19 – Classificação das famílias – Itens Uniformes

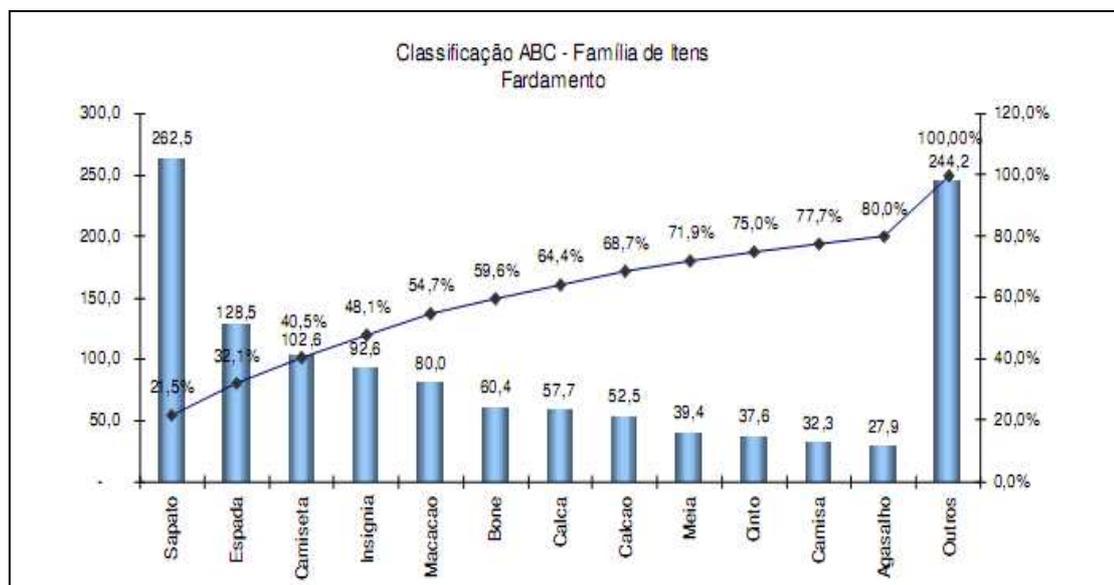
Família	Demanda Anual (un/pr)	Preço Médio (R\$/un ou R\$/pr)	Faturamento (em R\$ Mil)	% Relativo	% Acumulado
Sapato	4.619	56,84	262,55	21,5%	21,5%
Espada	164	783,48	128,49	10,5%	32,1%
Camiseta	30.180	3,40	102,62	8,4%	40,5%
Insignia	16.092	5,76	92,64	7,6%	48,1%
Macacão	1.995	40,09	79,98	6,6%	54,7%
Bone	1.782	33,90	60,40	5,0%	59,6%
Calça	6.734	8,57	57,68	4,7%	64,4%
Calção	7.882	6,66	52,47	4,3%	68,7%
Meia	27.700	1,42	39,44	3,2%	71,9%
Cinto	3.636	10,35	37,64	3,1%	75,0%
Camisa	4.637	6,97	32,34	2,7%	77,7%
Agasalho	614	45,37	27,86	2,3%	80,0%
Outros	18.865	0,01	244,22	20,0%	100,0%
<b>Total</b>	<b>124.900</b>	<b>Nd</b>	<b>1.218,34</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Relatório de Vendas 2008 – SINGRA

Fonte: PASCHOALINO et al., 2009.

O gráfico 19, registra o faturamento anual e suas proporções relativas por família de itens de fardamento, chamada de classificação ABC.

Gráfico 19 – Classificação ABC da Família de Itens Fardamento



Fonte: Paschoalino et al., 2009.

É, portanto, usual o emprego da estatística para estudar comportamentos econômicos em todos os seus enfoques e particularmente na análise de segmentos econômicos. A mineração é um setor fundamental para a nossa civilização, envolvendo grandes capitais e inúmeras conexões econômicas. Por isto é importante que os números deste setor sejam conhecidos e devidamente divulgados, principalmente no caso do Brasil, um dos principais produtores mundiais de bens minerais.

## APÊNDICE B – Dados brutos coletados do RAL/2010

O apêndice B registra a tabela 20 com os dados brutos coletados do RAL de 2010 apresentado o número de funcionários, produção de demanda, preços médios de vendas e faturamento anual.

Tabela 20 – Dados brutos coletados do RAL/2010

<b>Amostras</b>	<b>Número Funcionários</b>	<b>Produção Anual (t)</b>	<b>Preços médios de Vendas (R\$/t)</b>	<b>Faturamento Anual (R\$)</b>
1	5	32.342,70	35,00	1.131.994,50
2	6	6.678,70	25,99	173.579,41
3	2	1.047,40	42,52	44.535,45
4	1	873,40	42,48	37.102,03
5	1	707,49	41,86	29.615,53
6	1	289,05	42,12	12.174,79
7	5	1.337,82	42,55	56.924,24
8	8	30.316,30	43,49	1.318.455,89
9	5	272,00	100,51	27.338,72
10	1	6.716,00	20,94	140.633,04
11	2	2.710,55	98,54	267.097,60
12	18	26.492,50	37,24	986.580,70
13	5	805,00	40,45	32.562,25
14	1	2.147,70	42,65	91.599,41
15	5	1.665,00	48,20	80.253,00
16	1	1.090,40	42,65	46.505,56
17	1	54,05	41,96	2.267,94
18	9	1.430,00	57,68	82.482,40
19	1	219,70	130,06	28.574,18
20	3	1.554,80	38,57	59.968,64
21	2	379,60	35,34	13.415,06
22	1	1.169,00	42,90	50.150,10
23	17	9.860,60	34,04	335.654,82
24	10	3.496,80	25,69	89.832,79
25	1	4.952,50	39,97	197.951,43
26	5	2.575,00	40,27	103.695,25
27	2	5.200,00	25,61	133.172,00
28	2	1.101,70	21,32	23.488,24
29	2	2.559,90	52,55	134.522,75
30	9	2.664,35	43,86	116.858,39
31	1	869,95	31,41	27.325,13
32	1	3.065,55	18,36	56.283,50

33	10	815,45	33,48	27.301,27
34	2	1.541,00	34,50	53.164,50
35	1	664,20	42,49	28.221,86
36	1	356,54	43,42	15.480,97
37	1	1.052,00	42,53	44.741,56
38	1	4.000,80	6,82	27.285,46
39	1	547,55	20,92	11.454,75
40	1	1.841,35	40,17	73.967,03
41	2	462,95	21,50	9.953,43
42	2	1.658,30	26,08	43.248,46
<b>Totais</b>	<b>156</b>	<b>169.585,65</b>	<b>1.738,69</b>	<b>6.267.414,00</b>

### APÊNDICE C – Dados brutos coletados do RAL/2011

O apêndice C registra a tabela 21 com os dados brutos coletados do RAL de 2011 apresentado o número de funcionários, produção de demanda, preços médios de vendas e faturamento anual.

Tabela 21 – Dados brutos coletados do RAL/2011

Amostras	Número Funcionários	Produção Anual (t)	Preços médios de Vendas (R\$/t)	Faturamento Anual (R\$)
1	1	3.776,45	42,56	160.725,71
2	3	2.432,25	42,79	104.075,98
3	6	1.139,00	72,38	82.440,82
4	6	4.140,70	41,26	170.845,28
5	1	3.903,00	107,18	418.323,54
6	11	2.747,80	42,56	116.946,37
7	1	2.032,74	100,00	203.274,00
8	7	3.839,15	40,81	156.675,71
9	1	12.600,35	24,49	308.582,57
10	1	873,40	42,48	37.102,03
11	1	1.115,21	42,40	47.284,90
12	5	2.173,15	40,63	88.295,08
13	1	1.014,20	41,58	42.170,44
14	1	1.744,40	40,87	71.293,63
15	11	1.920,00	53,65	103.008,00
16	3	3.653,33	24,89	90.931,38
17	3	607,62	42,55	25.854,23
18	1	330,75	40,88	13.521,06
19	7	2.278,58	42,55	96.953,58
20	1	2.436,00	80,21	195.391,56
21	1	1.017,25	117,07	119.089,46
22	1	1.662,45	34,04	56.589,80
23	2	285,39	42,53	12.137,64
24	3	173,90	42,50	7.390,75
25	1	30.926,00	32,69	1.010.970,94
26	17	164,10	42,78	7.020,20
27	1	788,00	99,81	78.650,28
28	4	216,00	58,31	12.594,96
29	3	14.723,65	33,36	491.180,96
30	1	1.351,25	42,06	56.833,58
31	4	2.796,50	46,51	130.065,22
32	8	49.922,94	40,00	1.996.917,60

33	5	883,00	90,54	79.946,82
34	3	2.993,90	34,06	101.972,23
35	9	1.109,85	40,94	45.437,26
36	1	646,25	41,05	26.528,56
37	1	2.274,07	25,52	58.034,27
38	2	131,60	34,57	4.549,41
39	2	1.804,80	34,33	61.958,78
40	1	85,00	69,55	5.911,75
41	1	1.136,80	40,97	46.574,70
42	1	951,75	34,46	32.797,31
<b>Totais</b>	<b>144</b>	<b>170.802,53</b>	<b>2.084,37</b>	<b>6.976.848,34</b>