

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**José Felipe Conrado Fulino de Souza**

**UM ESTUDO SOBRE AS VARIÁVEIS EMPRESARIAIS QUE  
IMPACTAM O RESULTADO OPERACIONAL DE UMA  
MINERADORA DE MÉDIO PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Claudio Luis Piratelli**  
**Orientador**

Araraquara, SP – Brasil  
2014

S715e Souza, José Felipe Conrado Fulino de

Um estudo sobre as variáveis empresariais que impactam o resultado operacional de uma mineradora de médio porte/José Felipe Conrado Fulino de Souza. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2014.

145f.

Dissertação - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Claudio Luís Piratelli

1. Mineração. 2. Regressão linear múltipla. 3. Variáveis empresariais. 4. Mapeamento cognitivo. 5. Resultado operacional. I. Título.

CDU 62-1

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, J.F.C.F. Um Estudo sobre as Variáveis Empresariais que Impactam o Resultado Operacional de uma Mineradora de Médio Porte . 2014. 131p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

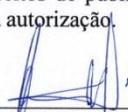
#### ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: José Felipe Conrado Fulino de Souza

TÍTULO DO TRABALHO: **UM ESTUDO SOBRE AS VARIÁVEIS EMPRESARIAIS QUE IMPACTAM O RESULTADO OPERACIONAL DE UMA MINERADORA DE MÉDIO PORTE**

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2014

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.

  
José Felipe Conrado Fulino de Souza  
Rua Voluntários da Pátria, 1295 - Centro  
14801-320 – Araraquara - SP  
felipefulino@hotmail.com.br



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)

**Dissertação aprovada em sua versão final pela banca examinadora:**

---

**Prof. Dr. Cláudio Luis Piratelli**  
Orientador(a) – UNIARA

---

**Profa. Dra. Maria Célia de Oliveira Papa**  
Universidade Metodista de Piracicaba

---

**Profa. Dra. Vera Mariza Henriques de M. Costa**  
Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

**Araraquara, 17 de setembro de 2014**

Dedico esta dissertação aos meus pais e aos meus avós, pois são as pessoas mais importantes da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família amada e maravilhosa. Meu pai, minha mãe e minha irmã sempre me incentivaram a fazer o mestrado.

Meu pai, Marcus Aurelius Nery Celino de Souza, sempre me falava sobre a importância dos estudos para a formação de um homem competente e honrado na sociedade.

À minha mãe, Maria Angela Fulino de Souza, que sempre foi um exemplo de luta, esforço, compaixão e amor na minha vida. Minha mãe sempre me transmitiu os sentimentos de amor, carinho, ternura, dedicação e solidariedade.

À minha irmã, Raquel Fulino de Souza, uma garota sensível e amável que sempre torceu por mim em todos os sentidos.

“Você pode encarar um erro como uma besteira a ser esquecida, ou como um resultado que aponta uma nova direção.

**STEVE JOBS**

## RESUMO

A areia industrial é produzida por mineradoras que estão atualmente inseridas em um cenário competitivo, onde diversas empresas disputam clientes e mercados. Diante disso, conhecer variáveis empresariais e seus impactos sobre o resultado operacional se caracteriza como um importante problema de investigação. O objetivo desta pesquisa descritiva-exploratória é identificar e mensurar o impacto de variáveis empresariais sobre o Resultado Operacional (RO) de uma mineradora. Para isto, a técnica do Mapeamento Cognitivo foi aplicada junto ao diretor financeiro no sentido de investigar preliminarmente quais variáveis empresariais que impactavam no Resultado Operacional (RO) da empresa, segundo sua percepção. Posteriormente, foram coletados dados históricos destas variáveis no período de fevereiro de 2009 até setembro de 2012 para aplicação de técnicas estatísticas visando mensurar seus impactos sobre o RO. A regressão linear simples (RLS) mostrou que 9 das 12 variáveis identificadas pelo diretor impactaram isoladamente no RO da mineradora. A Regressão Linear Múltipla mostrou que, conjuntamente, apenas as variáveis demanda de areia, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora da ponta e PIB da Construção Civil apresentaram impactos significativos no RO. Pôde-se concluir que o Mapeamento Cognitivo foi uma técnica útil para se identificar preliminarmente as variáveis do problema, explicitando as relações com a variável resposta, segundo a visão do diretor, e, que a regressão linear múltipla foi uma técnica útil para mensurar os impactos conjuntos destas variáveis no RO da empresa.

***Palavras-chave:** mineração, regressão linear múltipla, variáveis empresariais, mapeamento cognitivo, resultado operacional*

## ABSTRACT

*Industrial sand is produced by mining companies that are currently entered in a competitive environment where many companies. Some customers and also meet business variables and their impact on operating income is characterized as an important research problem. The purpose of this descriptive-exploratory study is to identify and measure the impact of business variables on Operating Income (RO) of a miner. For this, the technique of Cognitive Mapping was applied by the CFO in order to preliminarily investigate which corporate variables that impacted on the company's Operating Profit (RO), according to their perception. Subsequently, historical data of these variables were collected from February 2009 through September 2012 for application statistics techniques aiming to measure their impact on RO. A simple linear regression (RLS) showed that 9 of the 12 variables identified by the director alone impacted the RO of mining. The Linear Multiple Regression showed that, together, only the variables demand for sand, cost of electricity peak demand, cost of electricity demand off the tip and Construction GDP had significant impacts on RO. The conclusion showed that the cognitive mapping is a useful technique to preliminarily identify the variables of the problem, explaining the relationships with the response variable, according to the director's vision, and the multiple linear regression analysis was a useful technique to measure the joint impact of these variables on RO the company.*

*Keywords: mining, multiple linear regression, corporate variables, cognitive mapping, operating income*

## Lista de figuras

Figura 1: a distribuição dos 191 trabalhos disponíveis na base Web of Science e que abordam o tema sand exploitation ou sand mining no período de 1980 a 2011 .....	19
Figura 2: Principais Estados produtores de areia industrial.....	27
Figura 3 - Produção da areia bruta, beneficiada e total nos períodos entre 2001 a 2009 .....	29
Figura 4 – Percentual de demanda de areia industrial nos setores de construção civil, vidros e outros.....	30
Figura 5: Investimentos no setor mineral para os anos 2012 até 2016 – em bilhões de dólares .....	30
Figura 6: Investimento no setor mineral por período (em bilhões de dólares).....	31
Figura 7 – Receita obtida pela exploração de recursos minerais .....	32
Figura 8 - Produção de Agregados – em milhões de toneladas.....	33
Figura 9 - Consumo de agregados, areia e brita no Brasil.....	33
Figura 10 - Extração de areia industrial de uma mineradora paulista.....	35
Figura 11 - Etapas do processo para a produção de areia industrial.....	35
Figura 12 - O processo de construção do mapa.....	38
Figura 13 - Etapas para a construção do mapa cognitivo.....	39
Figura 14 - Construção de conceito a partir de um EPA.....	41
Figura 15 - Primeiro pólo idêntico e conceitos diferentes.....	42
Figura 16 – Hierarquia de conceitos do mapa cognitivo.....	43
Figura 17 - Construção de hierarquia em direção aos fins.....	43
Figura 18 - Construção de hierarquia em direção aos meios.....	44
Figura 19 - Linhas de argumentação do mapa cognitivo.....	45
Figura 20 - Representação dos <i>clusters</i> .....	46
Figura 21 - Correlação positiva e negativa entre duas variáveis (X e Y).....	55

Figura 22 - Notação matricial da regressão dos mínimos quadrados.....	57
Figura 23 - Construção do conceito 20 pelo mapa cognitivo.....	75
Figura 24 – Construção do conceito 21 a partir do 20.....	76
Figura 25 - Estabelecimento de ligações de influência a partir dos conceitos 5, 20, 21 e 22...77	
Figura 26 - Demonstração de L1 do mapa cognitivo.....	78
Figura 27 - Demonstração de L2 e L3 do mapa cognitivo.....	79
Figura 28 - Demonstração de L6, L7, L8, L9 e L10 do mapa cognitivo.....	80
Figura 29 - Demonstração de L4, L5, L12, L13 e L14.....	81
Figura 30 – Demonstração de L11, L15, L16 e L17.....	82
Figura 31 – Demonstração do sexto ramo do mapa (R4).....	84
Figura 32 – <i>Clusters</i> do mapa cognitivo.....	86
Figura 33 – Exemplo de PVF (conceito 5) e PVEs (conceitos 36, 37 e 38).....	89
Figura 34 - Gráfico de Evolução do Resultado Operacional.....	90
Figura 35 – Gráfico de Pontos do Resultado Operacional Financeiro.....	91
Figura 36 – Diagrama de Caixa do Resultado Operacional Financeiro.....	92
Figura 37 - Diagrama de Caixa: Comparação Entre Períodos (Resultado Operacional Financeiro).....	92
Figura 38 - Gráfico matriz da relação entre variáveis empresariais internas e o Resultado Operacional utilizando o software Minitab versão 16.1.....	93
Figura 39 - Gráfico de Matriz para RO versus PIB da Construção Civil e PIB da indústria...94	
Figura 40 - Análise de RLM compreendendo todas as variáveis.....	97
Figura 41 - Teste de hipótese para o coeficiente angular do modelo de RLM.....	98
Figura 42 - Análise Residual do modelo de RLM compreendendo todas as variáveis.....	98
Figura 43 – Teste de Normalidade dos Resíduos de todas as variáveis (Anderson-Darling)...99	

Figura 44 – Best Subsets incorporando RO versus todas as variáveis empresariais.....	100
Figura 45 – Análise de RLS entre Resultado Operacional Bruto versus demanda de areia.....	101
Figura 46 – Gráfico de Resíduos entre RO e demanda de areia.....	102
Figura 47 – Análise de RLS entre RO e Custo com energia elétrica da demanda.....	103
Figura 48 – Gráfico de resíduos entre Resultado Operacional e custo com energia elétrica da demanda.....	104
Figura 49 – Análise de regressão linear simples entre RO e custo com energia elétrica de demanda na ponta.....	104
Figura 50 – Análise residual do modelo de RLS entre Resultado Operacional e custo com energia elétrica de demanda na ponta.....	105
Figura 51 – Análise de RLS entre RO e custo com energia elétrica de demanda fora de ponta.....	106
Figura 52 – Análise residual do modelo de RLS entre RO e custo com energia elétrica de demanda fora da ponta.....	107
Figura 53 – Análise de Regressão Linear Simples do modelo que compreende Resultado Operacional e custo com gás.....	108
Figura 54 – Análise de Resíduos do modelo de regressão linear entre RO e custo com gás.....	109
Figura 55 – Análise de RLS entre Resultado Operacional e custo com óleo BPF.....	110
Figura 56- Gráfico de resíduos entre RO e custo com óleo BPF.....	111
Figura 57 – Análise de regressão linear simples entre Resultado Operacional e custo com óleo diesel.....	112
Figura 58 – Análise residual do modelo RO versus custo com óleo diesel.....	113
Figura 59 – Análise de RLS entre o Resultado Operacional versus custo com ácido.....	114
Figura 60 – Gráfico de Resíduos entre RO versus custo com ácido.....	115
Figura 61 - a análise de RLS entre o Resultado Operacional da empresa versus custo com soda.....	116
Figura 62 – Análise de resíduos do modelo de RLS entre Resultado Operacional versus custo com soda.....	117

Figura 63 – análise de RLS entre o Resultado Operacional versus custo com mão de obra.....	118
Figura 64 – Gráfico de Resíduos entre RO versus custo com mão de obra.....	119
Figura 65 – Análise de RLS entre RO versus PIB da Construção Civil.....	120
Figura 66 – análise de RLS entre RO versus PIB da Construção Civil.....	121
Figura 67 – Análise de regressão linear simples entre RO versus PIB da indústria.....	122
Figura 68 – análise de regressão linear simples entre RO e PIB da indústria.....	123
Figura 69 – Análise de <i>outliers</i> no gráfico de resíduos utilizando o software <i>Minitab</i> v.16.1.....	125

## Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1 – Classificação da pesquisa segundo referencial metodológico.....	23
Quadro 2 – Estratégias de estímulo à criatividade com o objetivo de identificar EPAs.....	40
Quadro 3 – Propriedades dos Pontos de Vista Fundamentais.....	47
Quadro 4 – Contexto e aplicabilidade do mapeamento cognitivo.....	48
Quadro 5 – Soma dos quadrados e quadrado da média aritmética de regressão e dos resíduos.....	61
Quadro 6 – Contexto e aplicabilidade da técnica de regressão linear múltipla.....	63
Quadro 8 – Etapas metodológicas para a elaboração da pesquisa.....	69
Quadro 9 – Conceitos classificados como PVFs e PVEs.....	87
Quadro 10 – Variáveis significativas identificadas no teste de Correlação de Pearson.....	96
Quadro 11 – Síntese dos resultados do mapeamento cognitivo e das análises de regressão linear.....	114
Tabela 1 – Reservas de areia industrial das cidades do Estado de São Paulo.....	27
Tabela 2 - Taxa de crescimento percentual do setor de areia industrial entre 1990 a 2008.....	28
Tabela 3 – Classificação da intensidade do coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> .....	54
Tabela 4 – Análise de Correlação de <i>Pearson</i> .....	95

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

EPA – Elemento Primário de Avaliação

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

MC – Mapeamento Cognitivo

PVE – Ponto de Vista Elementar

PVF – Ponto de Vista Fundamental

RLM – Regressão Linear Múltipla

RLS – Regressão Linear Simples

RO – Resultado Operacional

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

## Lista de Fórmulas

Fórmula (4.1) – Correlação de Pearson.....	53
Fórmula (4.2) – Regressão Linear Múltipla.....	56
Fórmula (4.3) – Estimativa de parâmetro através da regressão dos mínimos quadrados.....	57
Fórmula (4.4) – Coeficiente de Determinação.....	58
Fórmula 4.5 – Coeficiente de Determinação Ajustado.....	58
Fórmula (4.6) – Teste F em modelos de RLM.....	59
Fórmula (4.7) – Teste T em modelos de RLM.....	60
Fórmula (4.8) – Fator Inflacionário de Variância.....	62

## Sumário

1	Introdução.....	18
1.1	<i>Problemas e Questões da Pesquisa.....</i>	20
1.2	<i>Objetivos.....</i>	21
1.3	<i>Justificativa.....</i>	21
1.4	<i>Estrutura Metodológica.....</i>	23
1.5	<i>Estrutura da Dissertação.....</i>	24
2	Mineração.....	26
2.1	<i>Areia industrial.....</i>	26
3	Mapeamento Cognitivo.....	37
3.1	<i>Etapas para a construção do mapa cognitivo.....</i>	39
3.2	<i>Pesquisas sobre mapeamento cognitivo e sua aplicabilidade.....</i>	48
4	Estatística Multivariada.....	53
4.1	<i>Correlação de Pearson.....</i>	53
4.2	<i>Regressão Linear Múltipla.....</i>	55
4.3	<i>Pesquisas sobre regressão linear múltipla e sua aplicabilidade.....</i>	63
5	Metodologia.....	67
5.1	<i>Caracterização da Dissertação.....</i>	67
5.2	<i>Etapas Metodológicas para a elaboração da dissertação.....</i>	68
5.3	<i>Instrumento de Coleta de Dados.....</i>	70
5.4	<i>Instrumento de Análise de Dados.....</i>	70
5.5	<i>Caracterização da Amostra.....</i>	71
6	Descrição da Empresa e Apresentação de Resultados.....	72

<i>6.1 Considerações iniciais</i> .....	72
<i>6.2 Descrição da Empresa Estudada</i> .....	72
<i>6.3 Análise qualitativa da pesquisa - Aplicação do Mapeamento Cognitivo</i> .....	73
<i>6.4 Análise Quantitativa da Pesquisa</i> .....	89
<b>7 Considerações Finais</b> .....	126
<i>7.1 Conclusão</i> .....	126
<i>7.2 Limitações da Pesquisa</i> .....	129
<i>7.3 Contribuições para estudos futuros</i> .....	129
<b>Referências</b> .....	130
<b>Glossário</b> .....	138
<b>Apêndice A – Aplicação do mapeamento cognitivo</b> .....	139
<b>Apêndice B - Elaboração dos PVFs</b> .....	140
<b>Apêndice C - Banco de dados da pesquisa</b> .....	143

## 1 Introdução

O aumento da competitividade entre as empresas assume importância crescente no atual cenário econômico, porque variáveis empresariais do contexto interno (como por exemplo custos de produção e demanda de clientes) e do ambiente externo provocam o aumento da competição entre as mesmas. O processo de globalização dos mercados e seu efeito sobre os padrões de conduta econômica, política, social e organizacional, vêm assumindo importância crescente, compondo um cenário no qual a competitividade emerge como uma questão imperativa. (SILVA e FONSECA, 2010).

A competitividade está relacionada à sustentação de capacidades internas por meio das competências essenciais de uma empresa e a sua capacidade de formular novas estratégias para manter seu posicionamento no mercado. (PEREIRA et al., 2013).

Atualmente há divergência entre pesquisadores e autores em relação à definição de competitividade. Não existe um consenso para se definir a competitividade entre as empresas, tanto no enfoque macroeconômico quanto no microeconômico (SILVA e FONSECA, 2010).

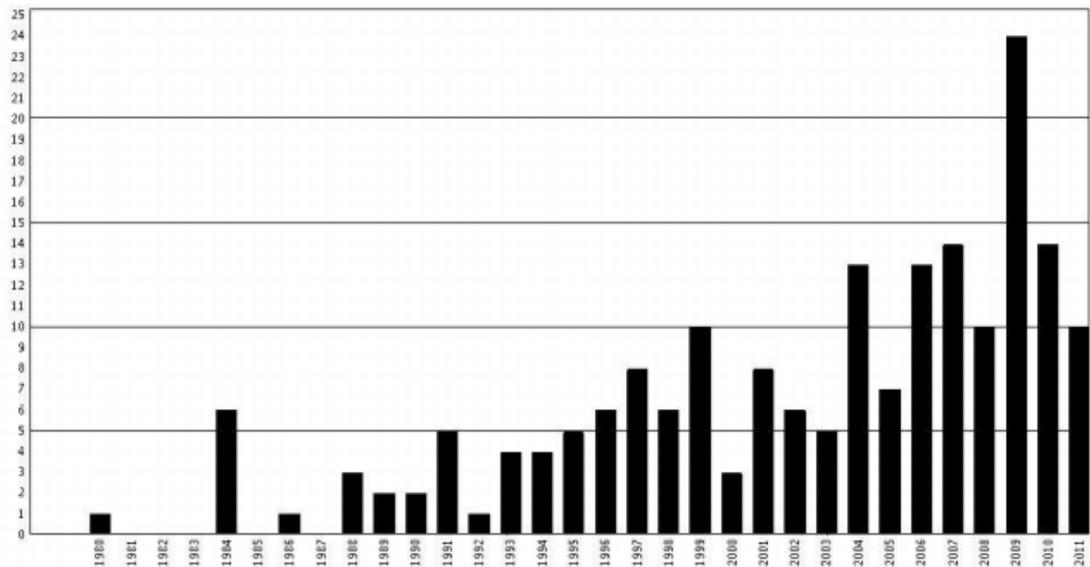
Discute-se também os parâmetros e influências da competitividade no mundo do trabalho, a reestruturação produtiva e a constituição de novas bases de competitividade no mercado mundial (SARAIVA et al. 2008).

O termo areia industrial geralmente é utilizado para designar areias silicosas empregadas, em estado natural ou beneficiadas, na fabricação de vidros e moldes para fundição, que constituem suas aplicações mais importantes, bem como em produtos cerâmicos e cimento, apresentando uma contextualização muito ampla referente ao seu uso. (RUIZ et. al., 2013).

De acordo com Bourotte (2011), a areia industrial é produzida por mineradoras que estão atualmente inseridas em um contexto competitivo, uma vez que existem inúmeras empresas que buscam clientes e mercados.

Atualmente existem diversas publicações em âmbito acadêmico sobre a mineração de areia industrial. A Figura 1 mostra a distribuição dos 191 trabalhos disponíveis na base Web of Science, levantados por Ruiz et al. (2013), e que abordam o tema *sand exploitation* ou *sand mining* no período de 1980 a 2011.

Figura 1: a distribuição dos 191 trabalhos disponíveis na base Web of Science e que abordam o tema sand exploitation ou sand mining no período de 1980 a 2011



Fonte: Ruiz et. al. (2013)

A Figura 1 mostra uma tendência crescente referente ao número de publicações científicas sobre este tema nos últimos anos. É possível observar que o período compreendido entre 1980 a 1987 apresenta poucas publicações registradas sobre este tema, sendo que em alguns anos (1981, 1982, 1983, 1985 e 1987) – considerando apenas a base de dados *Web of Science* - não houve registro de publicação sobre areia industrial.

A partir de 1988 observa-se um aumento do número de publicações sobre areia industrial, sendo que em 2009 houve o ápice de pesquisas acadêmicas sobre este tema.

De acordo com Arnaut et al.(2010), a areia industrial é um dos principais materiais utilizados na construção civil sendo que a competitividade entre as empresas é um tema relevante atualmente.

De acordo com Carvalho (2013) as mineradoras são alvo de ameaças provenientes de um cenário competitivo, uma vez que a concorrência é bastante acirrada no atual cenário de globalização. Identificar as variáveis empresariais que impactam no Resultado Operacional (RO) das mineradoras e mensurar seus respectivos impactos são fundamentais.

O RO faz parte do demonstrativo de resultado de uma empresa, e é determinado como sendo o lucro obtido pela empresa depois de se deduzir da receita líquida de vendas o custo de mercadoria vendida, os custos de produção, as despesas de pessoal, as despesas administrativas, as despesas financeiras e outras despesas operacionais (CUNHA, 2011).

Segundo Cabral Júnior et al. (2008) o desempenho das mineradoras atualmente está vinculado a fatores internos da companhia (variáveis empresariais internas) e também a fatores externos (variáveis empresariais externas).

Pesquisas que envolvam o estudo de variáveis empresariais e seus respectivos impactos no Resultado Operacional devem abordar técnicas que expliquem a relação entre o predito e os preditores – Sellito e Ribeiro (2004) - e com toda a situação problemática em si – Girondi (2013).

Segundo Girondi (2013) o Mapeamento Cognitivo (MC) é um método de estruturação de problemas de elevada complexidade que ajuda o decisor a identificar aspectos fundamentais e estratégicos de uma dada situação. Este método vem sendo bastante utilizado na Engenharia de Produção. O MC permite identificar as variáveis envolvidas em uma determinada situação problemática, além de explicar o porquê o fenômeno acontece. Porém esta técnica não permite a mensuração.

De acordo com Almeida e Morais (2013) o MC facilita a identificação do objetivo estratégico fundamental e dos objetivos meios propostos em uma situação problemática.

De acordo com Henriques (2011) a Regressão Linear Múltipla (RLM) é uma técnica estatística útil para mensurar a relação linear entre variáveis. Dada uma dependência linear, ela permite identificar pesos para as covariáveis que afetam uma dada variável resposta utilizando testes de hipóteses.

De acordo com Castro et al. (2010) as análises estatísticas de regressão permitem verificar o nível de ajuste dos dados na equação da reta através do modelo estatístico linear.

Segundo Ribeiro e Freitas (2013) a RLM é uma técnica estatística eficaz capaz de analisar simultaneamente múltiplas medidas, e vem sendo muito utilizada na Engenharia de Produção.

## **1.1 Problema e Questões da Pesquisa**

O problema da pesquisa é analisar se a técnica do MC é eficaz para identificar as variáveis empresariais que impactam no RO da mineradora e se a técnica de RLM é útil para mensurar o impacto destas na variável resposta, uma vez que as mineradoras estão inseridas em um ambiente competitivo.

Diante do problema as questões da pesquisa são:

- O mapeamento cognitivo é um método eficaz para identificar como o gestor de uma mineradora pensa estrategicamente acerca da influencia das variáveis empresariais sobre o Resultado Operacional?
- A Regressão Linear Múltipla é uma técnica estatística adequada para se mensurar a influencia destas variáveis empresariais sobre o resultado operacional da mineradora?
- Quais são as variáveis empresariais que afetaram o Resultado Operacional da mineradora e quais são seus impactos?

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral da dissertação é identificar e mensurar o impacto que as variáveis empresariais provocam no RO de uma mineradora. Desta forma os objetivos específicos são:

- a) Identificar as variáveis empresariais que provocam impacto no Resultado Operacional, através da aplicação da técnica do Mapeamento Cognitivo junto ao diretor financeiro da mineradora.
- b) Descrever os níveis de correlação das variáveis empresariais para com o Resultado Operacional da companhia utilizando a Correlação de Pearson.
- c) Avaliar o impacto das variáveis empresariais no Resultado Operacional através da técnica de Regressão Linear Múltipla

## 1.3 Justificativa

Nesta dissertação a areia industrial representa o foco do trabalho, porque esta pesquisa baseia-se no estudo de uma mineradora que extrai e beneficia areia industrial cujo destino principal é a utilização na fundição de motores de veículos e para o setor de construção civil.

A areia industrial está caracterizada neste trabalho como demanda de areia, e esta variável empresarial está relacionada ao Resultado Operacional da empresa.

A areia industrial é consumida em grande volume e em diversidade na cerâmica tradicional e vem ganhando importância dentro do processo de aprimoramento da competitividade e da modernização tecnológica do setor, indicando a importância de pesquisas sobre este tema (MOTA et al., 2001).

De acordo com Luz et al. (2010) a mineração apresenta grande relevância para o ser humano atualmente, uma vez que muitos produtos deste setor são utilizados pelo homem no seu cotidiano.

A atividade mineral paulista é responsável pela lavra de 24 substâncias minerais (como por exemplo, areia sílica, areia quartzosa, areia coberta para processo *shell molding* entre outros) participando do suprimento da indústria de transformação, de insumos para a agricultura e, de forma mais vigorosa para a construção civil. Estes exemplos justificam as pesquisas neste setor (CABRAL JUNIOR et al. 2008).

A mineração é atividade destacada na economia brasileira desde o século XVIII, respondendo, em boa medida, pelo processo de expansão territorial e pela fixação de contingentes populacionais no interior, sendo objeto de estudo em diversas áreas do conhecimento (MARTINS, 2013).

Vários são os trabalhos sobre a utilização do mapeamento cognitivo na Engenharia de Produção, que estão inseridos na seção 3 referente a Mapeamento Cognitivo, como por exemplo: Piratelli e Belderrain (2010), Ensslin et al. (1997), Ensslin e Montibeller Neto (1998), Araújo et al. (1998), Araújo, Yamashita e Yamamoto (1998), Lima (2012), Pacheto (2005), Ensslin et al. (2013), Silva (2012), Dolci et al. (2013), Tezza et al. (2012), Girondi (2013)

No entanto são poucos trabalhos encontrados no ambiente empresarial que buscam demonstrar como o gestor pensa acerca de variáveis que impactam na situação problemática, como por exemplo, Ensslin et al. (2013), Silva (2012), Santos et al. (2011).

Os mapas cognitivos podem ser utilizados como eficazes ferramentas de pesquisa porque têm como características a flexibilidade, a aprendizagem através de recursos e, enfim, o construtivismo (JARDIM, 2010). A importância da utilização do mapa cognitivo para este trabalho é identificar, na visão do gestor (diretor financeiro), as variáveis empresariais que impactam no Resultado Operacional da mineradora estudada.

Almeida e Morais (2013) explicam que o mapeamento cognitivo é uma técnica capaz de visualizar aspectos envolvidos em uma situação problemática de forma ampla, mostrando eficácia nos resultados científicos.

Existem muitos autores que utilizam a regressão linear múltipla na Engenharia de Produção (ver autores e tipos de obra na seção 4 – Estatística Multivariada) como, por exemplo, Moreira (2005), Osborne e Waters (2002), Pedrini et al. (2009), Petrocelli (2003), Sellito e Ribeiro (2004) Baptistella et al. (2000), Oliveira (2012), Dalchiavon et al. (2013), Coelho e Zancan (2012), Gomes (2013), Guarnieri (2006).

Porém são poucos trabalhos científicos em que o pesquisador utiliza a regressão linear múltipla para mensurar o impacto de variáveis no ambiente empresarial, como por exemplo, Coelho e Zancan (2012) e Sellito e Ribeiro (2004).

Spinelli e Krafka (2013) afirmam que a regressão linear múltipla torna-se uma técnica eficaz quando o pesquisador deseja mensurar o impacto de variáveis regressoras em uma determinada variável dependente.

Steinmetz e Deibler (2013) ressaltam que a técnica de regressão linear múltipla é eficaz para estabelecer valores de impacto, uma vez que os parâmetros da equação da reta mostram a relação entre a variável resposta e as variáveis regressoras.

Considerando a importância da competitividade no setor de mineração, e que este setor possui importância na economia, este trabalho se justifica, em termos de objetivo, devido ao fato de abordar a questão de variáveis empresariais que impactam o Resultado Operacional na mineração. Identificar e mensurar estas variáveis empresariais pode gerar uma vantagem competitiva para a empresa, porque muitos concorrentes no setor de mineração de areia industrial não conhecem as variáveis empresariais que impactam o RO.

#### 1.4 Estrutura Metodológica

Embasado na literatura sobre metodologia apontada na seção 5 pode-se classificar esta pesquisa conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação da pesquisa segundo referencial metodológico

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>	<b>Autores</b>
Do ponto de vista de sua finalidade	- Aplicada	Prodanov e Freitas (2009); Da Silva e Menezes (2001); Macke (1999)
Do ponto de vista dos objetivos	- Descritiva - Exploratória	Berto, Nakano (1999); Miguel (2007)
Do ponto de vista da forma de Abordagem	- Qualitativa - Quantitativa	Miguel (2007); Fontanella et al. (2011); Bertrand e Fransoo (2002); Neuenfeldt et al. (2011); Zangiski, Lima e Costa (2009)
Do ponto de vista dos Procedimentos	- Modelagem	Miguel (2007)
Do ponto de vista do local de Realização	- Estudo de Campo	Miguel (2007); Prodanov e Freitas (2009)
Do ponto de vista da passagem do tempo	- Longitudinal - Transversal	Waltrick e Duarte (2000)

Fonte: elaborado pelo autor

A explicação do Quadro 1 está na seção referente à Metodologia, sendo que os critérios referentes à finalidade, aos objetivos, à forma de abordagem, ao ponto de vista dos procedimentos, ao local de realização e da passagem do tempo serão detalhados.

## **1.5 Estrutura da Dissertação**

A estrutura desta dissertação é formada basicamente por 7 seções. Optou-se por descrever, detalhadamente, cada uma das seções.

### **Seção 1: Introdução**

Nesta seção procurou-se contextualizar as mineradoras que exploram areia industrial, mostrando o cenário competitivo que se enquadram. Esta seção apresenta também as questões da pesquisa, os objetivos, a justificativa, a estrutura metodológica e a estrutura da pesquisa.

### **Seção 2: Mineração**

A seção 2 aborda a mineração de areia industrial, explorando a tipologia da areia e os setores da economia em que ela é empregada atualmente. Serão demonstrados também os processos de obtenção da areia industrial.

### **Seção 3: Mapeamento Cognitivo**

A seção 3 aborda os mapas cognitivos de forma geral, além de mostrar publicações científicas sobre o Mapeamento Cognitivo na Engenharia de Produção. Esta seção mostra também as etapas de construção do mapa cognitivo.

### **Seção 4: Estatística Multivariada**

Na seção 4 serão apresentados os conceitos de Correlação de *Pearson* e definição da regressão linear múltipla. Serão mostrados autores e tipos de obras científicas que utilizam a técnica da regressão linear múltipla na Engenharia de Produção.

### **Seção 5: Metodologia**

A seção 5 mostrará a definição do instrumento de coleta de dados, o instrumento de análise de dados e amostragem da pesquisa, bem como os softwares utilizados para a construção deste trabalho.

**Seção 6: Descrição da Empresa e Apresentação de Resultados**

Na seção 6 serão apresentados a descrição da empresa (mostrando sua história e projetos sociais) e os resultados da pesquisa (contendo análise qualitativa e quantitativa).

**Seção 7: Considerações Finais**

Esta seção apresenta a conclusão, as limitações da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

## 2 Mineração

Esta seção aborda a mineração de areia industrial no Brasil, que é bastante utilizada em diversos setores da economia. Esta seção também mostra indicadores econômicos referentes a consumo e produção de areia industrial, além de mostrar os principais Estados produtores.

### 2.1 Areia industrial

De acordo com Ruiz et al. (2013) a areia industrial é utilizada como matéria-prima nas indústrias de vidro, fundição, química, cerâmica, tintas, plásticos, entre outras.

A areia é um material com granulometria típica entre 0,5 e 0,1 mm resultante da degradação natural ou cominuição de rochas, mais ou menos cimentadas. Os termos areia industrial, areia quartzo, areia quartzosa ou mesmo areia sílica são atribuídos geralmente a areias que apresentam um alto teor de sílica na forma de quartzo. (LUZ e LINS, 2005)

A areia industrial agregada é composta por areia e rocha britada. Segundo Ruiz et al. (2013) “ o termo ‘agregados para a construção civil’ é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. São basicamente a areia e a rocha britada.”

De acordo com Arnaut et al. (2010) a areia industrial é retirada principalmente em várzea e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos.

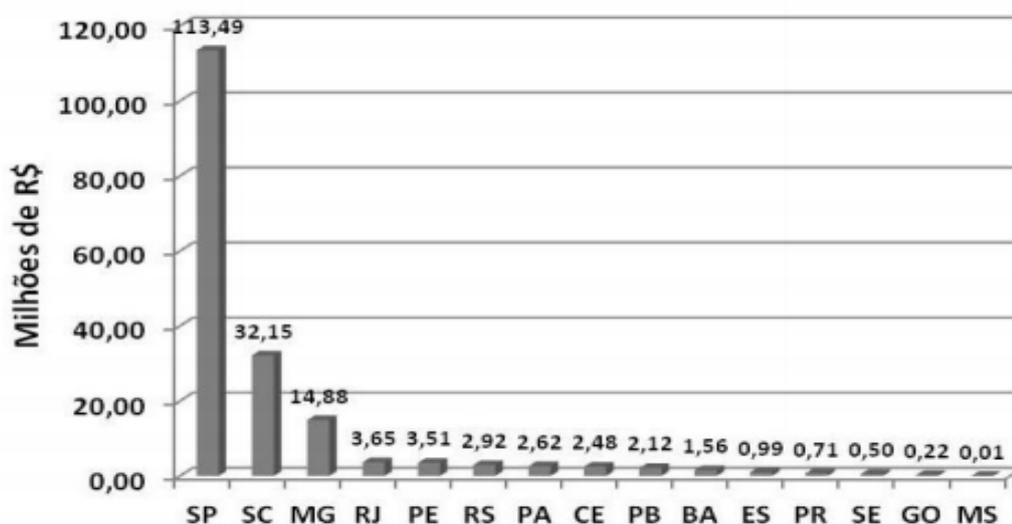
A areia industrial é extremamente importante em vários segmentos industriais: na fabricação de vidros e indústrias de fundição, bem como na indústria de cerâmica, na fabricação de refratários e cimento, na indústria química (fabricação de ácidos e fertilizantes) e no fraturamento hidráulico para recuperação secundária de petróleo e gás. (LUZ e LINS, 2005).

A produção mundial de areia industrial situa-se ao redor de 120 Mt. A título de comparação com o Brasil, o consumo de areia industrial é cerca de quatro vezes maior nos Estados Unidos. O consumo mundial situa-se em torno de 18 kg/hab. (LUZ e LINS, 2005).

Os investimentos na mineração de areia industrial no Brasil são promissores, com investimentos em infraestrutura realizados de cerca de R\$ 32,1 bilhões no período de 2008 a 2011, sendo que o setor rodoviário receberá R\$ 19 bilhões, o saneamento R\$ 8,7 bilhões e as ferrovias R\$ 4,4 bilhões. (ARNAUT et al., 2010).

De acordo com Arnaut et al. (2010) o Estado de São Paulo é responsável pela maior produção de areia industrial no Brasil, sendo que o Estado de Santa Catarina encontra-se em segundo lugar, e em terceiro, o Estado de Minas Gerais. A Figura 2 mostra os principais Estados produtores de areia industrial no Brasil.

Figura 2 – Principais Estados produtores de areia industrial no Brasil



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2010)

A Figura 2 mostra que o Estado de São Paulo é o principal produtor de areia industrial no país. A produção paulista é cerca de 4 vezes maior do que a produção catarinense (que é a segunda colocada) e quase 10 vezes maior do que a produção mineira (terceira colocada)..

A Tabela 1 mostra os municípios do Estado de São Paulo que apresentam as maiores reservas de areia industrial.

Tabela 1 – Reservas de areia industrial dos municípios do Estado de São Paulo

<b>Municípios</b>	<b>Reservas Medidas (t)</b>
Itirapina	275.408.913
Descalvado	179.115.290
Bofete	160.951.831
Analândia	150.980.725
Outros	233.168.480

Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (2011)

De acordo com Luz e Lins (2005) os municípios de Analândia, Descalvado, Bofete, Itipirana, todos localizados no Estado de São Paulo, apresentam as maiores reservas de areia industrial em toneladas em relação aos demais municípios deste mesmo Estado.

A mineração no Estado de São Paulo, que se distingue por ter sua produção voltada predominantemente para o consumo interno, contribui no abastecimento de insumos para diversos setores da indústria de transformação e de forma vigorosa para o complexo industrial da construção civil. (CABRAL JÚNIOR et al., 2008).

As reservas minerais de areia e brita, em geral, são abundantes no Brasil. Existem regiões, no entanto, onde as reservas estão distantes do centro consumidor tendo-se que transportar o material por distâncias superiores a 100 km. (FERREIRA e PEREIRA, 2009)

Atualmente o segmento de areia industrial apresenta um índice de crescimento constante e acima da média.

A Tabela 2 mostra a taxa de crescimento em valores percentuais do setor de areia industrial entre 1990 a 2008.

Tabela 2: Taxa de crescimento percentual do setor de areia industrial entre 1990 a 2008

<b>Ano</b>	<b>Taxa de Crescimento (%)</b>
1990	10,9
1991	11,2
1992	10,1
1993	10,2
1994	11,4
1995	10,4
1996	9,1
1997	10,2
1998	10,0
1999	8,8
2000	8,2
2001	8,3
2002	8,6
2003	9,8
2004	10,0
2005	8,8
2006	10,2
2007	10,8
2008	41,1

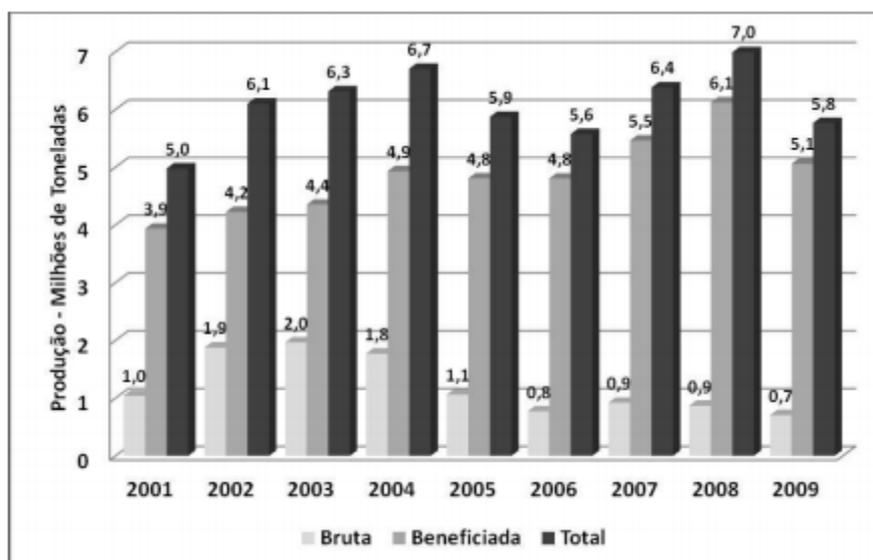
Fonte: adaptado de Ruiz et al. (2013)

Segundo Ruiz et al. (2013) em 2007 a taxa de crescimento percentual foi de 10,8%. A partir de 2008 foi observada uma taxa de crescimento percentual igual a 41,1%. Este valor de 2008 é claramente superior em relação a todos os períodos anteriores.

De acordo com Ruiz et al (2013) a produção brasileira de areia industrial apresentou um importante crescimento nos anos 2000. Partindo-se de uma produção anual de cerca de 5,0 milhões de toneladas no início da década, alcançou o seu auge em 2008, totalizando 7,0 milhões, o que correspondeu a um faturamento na ordem de R\$ 233 milhões.

O gráfico da Figura 3 mostra a produção (em milhões de toneladas) de areia bruta, beneficiada nos períodos entre 2001 a 2009.

Figura 3 - Produção da areia bruta, beneficiada e total nos períodos entre 2001 a 2009



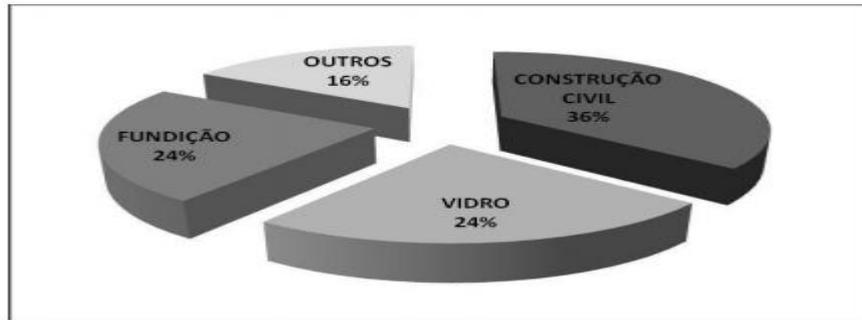
Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2010)

De acordo com a Figura 3, nota-se que a produção (em milhões de toneladas) de areia beneficiada foi superior em relação à areia bruta. A diferença entre estes dois tipos de areia é que a areia beneficiada passa pelos processos de beneficiamento (responsável por deixar a areia especificiente) e a areia bruta não é beneficiada. (LUZ e LINS, 2005)

Posteriormente não foram encontradas informações em relação à produção de areia bruta e beneficiada de 2010 a 2011 conforme a Figura 3.

A Figura 4 mostra o percentual de demanda de areia industrial de cada setor.

Figura 4 - Percentual de demanda de areia industrial dos setores de construção civil, vidros, fundição e outros

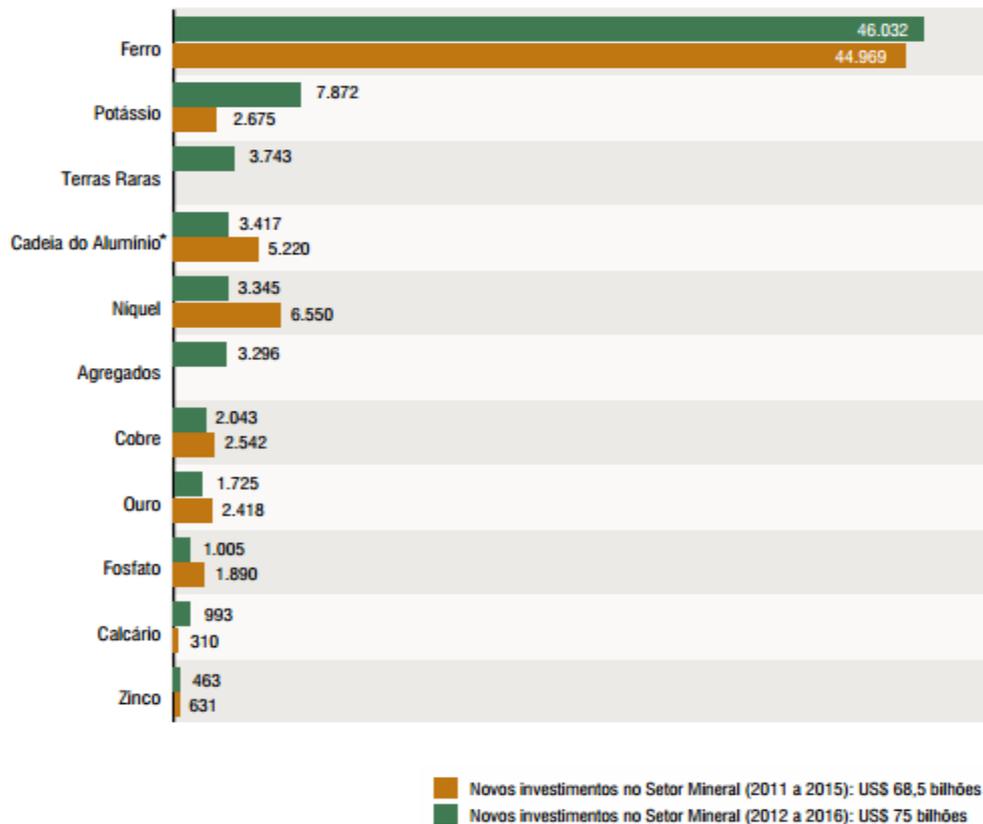


Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (2010)

Segundo Ruiz et al. (2013) o setor de construção civil apresenta a maior demanda de areia industrial (36%), em seguida vem o setor de vidros planos (24%), logo após o setor de fundição (24%) e os demais setores representam 16%. Os setores de construção civil, vidros planos e fundição demandam a areia industrial.

A Figura 5 mostra a estimativa de investimentos no setor mineral para os anos de 2012 até 2016 (em bilhões de dólares).

Figura 5: Investimentos no setor mineral para os anos 2012 até 2016 – em bilhões de dólares

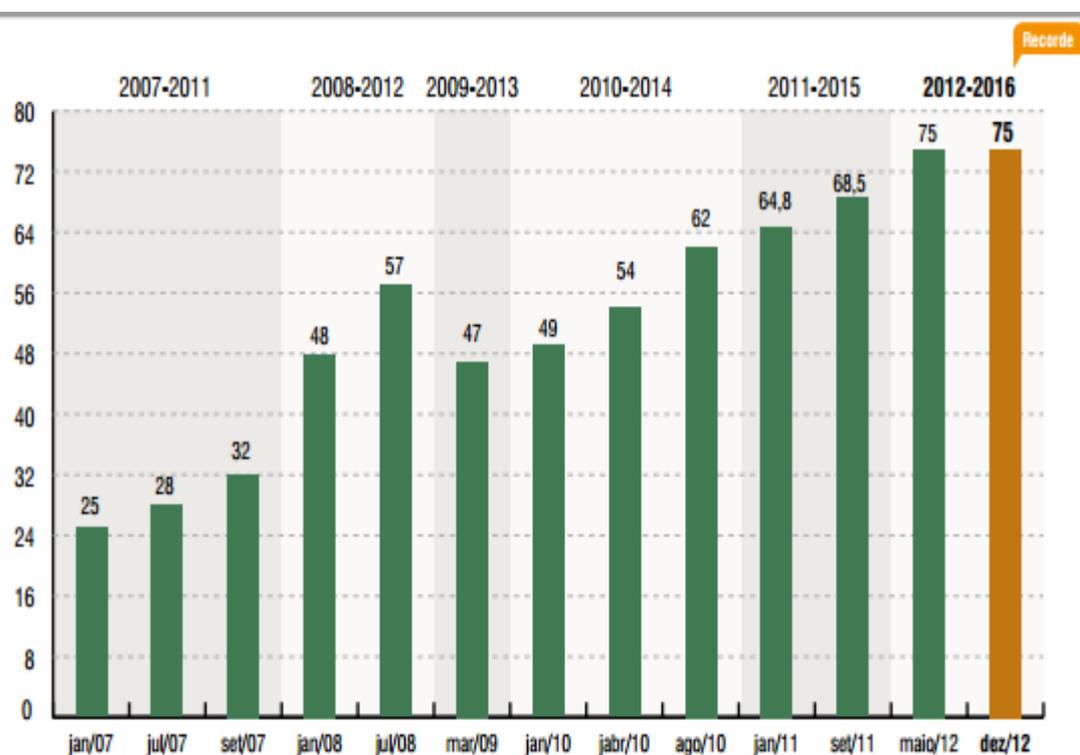


Fonte: IBRAM (2013)

Nota-se que as terras raras (propriedades onde existem areia com granulometria adequada para os setores de fundição de motores e construção civil) e os agregados apresentam significância para os novos investimentos no setor mineral previstos para 2012 a 2016 com aporte de US\$ 75 bilhões. As terras raras compreendem o terceiro maior investimento no setor mineral com orçamento previsto para US\$ 75 bilhões, sendo que o ferro e o potássio representam os maiores investimentos analisados.

A Figura 6 mostra os investimentos no setor mineral por período em bilhões de dólares.

Figura 6: Investimento no setor mineral por período (em bilhões de dólares)

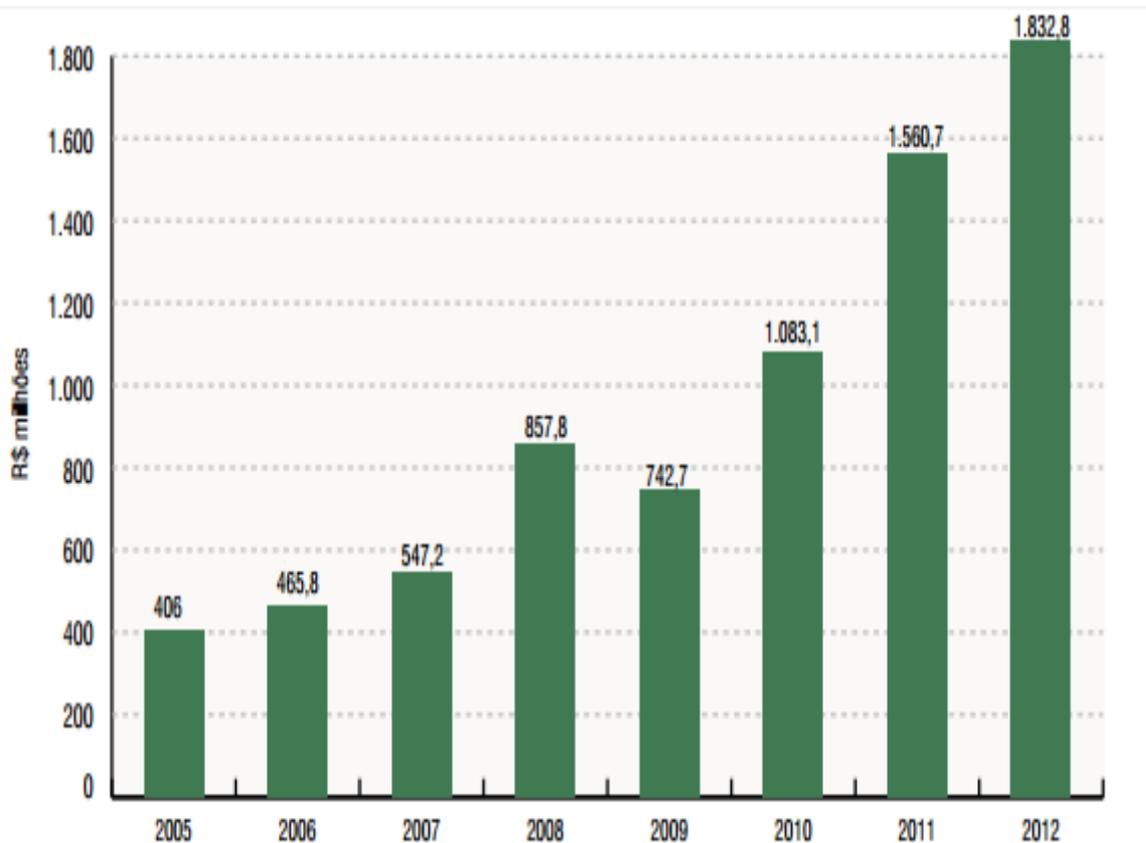


Fonte: IBRAM (2012)

A Figura 6 mostra que em dezembro de 2012 registrou-se um investimento recorde de 75 bilhões de dólares no setor de mineração. Nota-se que em maio de 2012 e dezembro de 2012, os investimentos no setor mineral foram três vezes maiores do que em relação a janeiro de 2007.

A Figura 7 mostra a receita obtida pela exploração de recursos minerais.

Figura 7 – Receita obtida pela exploração de recursos minerais



Fonte: IBRAM (2012)

Analisando os períodos de 2009 a 2012, esta receita é crescente, sendo que a partir de 2010 até 2012 os valores registrados começam a alcançar um recorde.

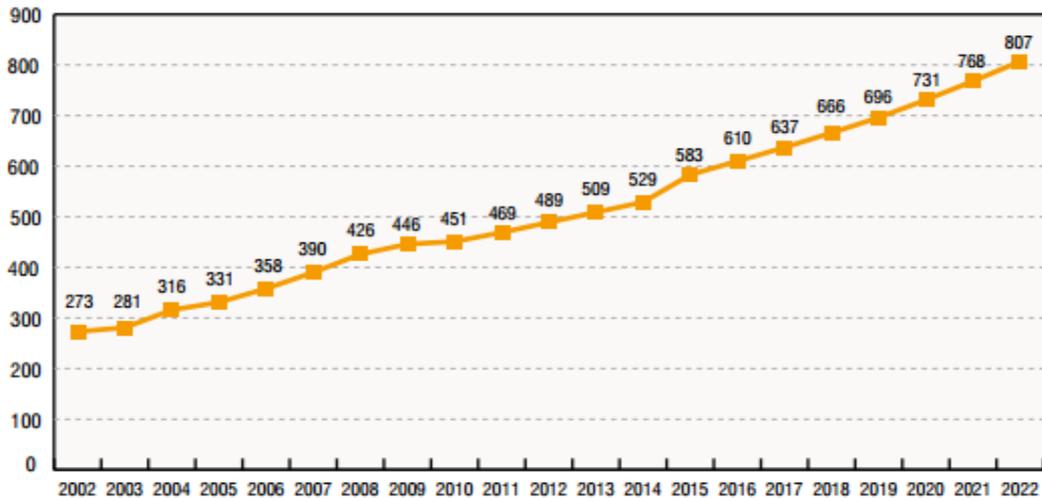
Em 2005 a receita registrada pela exploração de recursos minerais foi de 406 milhões de reais, em 2006 o valor foi de 465,8 milhões de reais. No ano de 2007 foi registrada uma receita de 547,2 milhões de reais.

Em 2008, o valor chegou a 857,8 milhões de reais. O ano de 2009 foi o único período registrado onde a receita foi inferior ao ano anterior (2008), registrando um valor de 742,7 milhões de reais. Este fato foi ocasionado pela crise dos Estados Unidos.

A partir de 2010, os valores começam a alcançar cifras bilionárias, sendo que este ano (2010) registrou um volume de R\$ 1.083.100.000,00. Em 2011 o valor foi de R\$ 1.560.700.000,00 e 2012 a receita alcançada foi de R\$ 1.832.800.000,00.

A Figura 8 mostra a produção de agregados no Brasil (em milhões de toneladas).

Figura 8 - Produção de Agregados – em milhões de toneladas



Fonte: Anepac (2012)

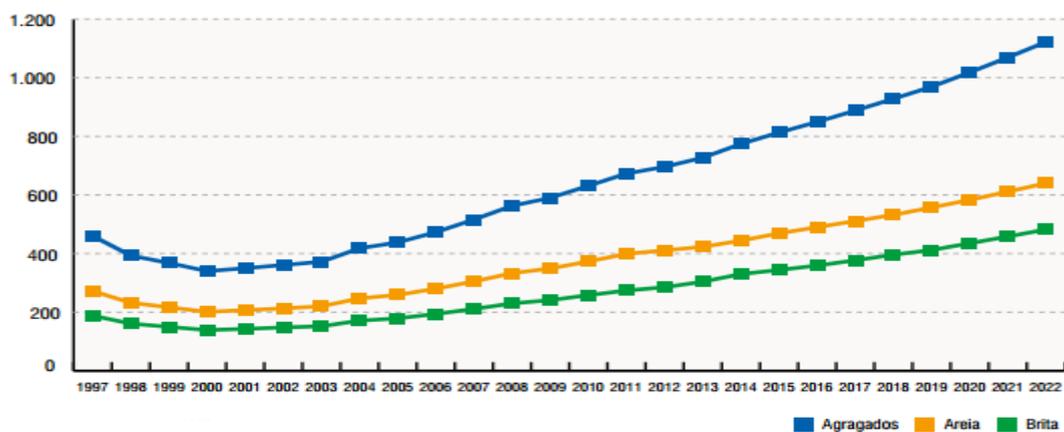
O termo agregados se refere aos materiais granulares, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades estabelecidas para uso em obras de engenharia civil, como por exemplo, pedra britada e argila. (LUZ e LINS, 2005)

A Figura 8 mostra uma tendência linear, de crescimento da produção de agregados, considerando os anos 2002 até 2022. Este fato pode ser observado pela elevada demanda do setor de construção civil.

Observa-se que a projeção de produção de agregados para o ano de 2022 (807 milhões de toneladas) é mais do que o dobro em relação ao ano de 2007 (390 milhões de toneladas).

A Figura 9 mostra o consumo de agregados, areia e brita no Brasil.

Figura 9 - Consumo de agregados, areia e brita no Brasil



Fonte: Anepac (2012)

Segundo Luz e Lins (2005) o termo brita significa a rocha quebrada em fragmentos de diversos diâmetros, sendo muito utilizada na fabricação de concretos. A Figura 9 mostra que o consumo de agregados é superior ao da areia e da brita, em todos os períodos analisados. Nota-se também uma estimativa para o consumo de areia, agregados e brita até 2022.

O consumo de areia apresenta uma tendência crescente a partir de 2002, e esta tendência continua até o ano de 2022.

Existem basicamente dois tipos de depósitos no processo de extração de areia industrial: os consolidados e não consolidados. Os depósitos consolidados são aqueles que apresentam areia consolidada na forma de arenitos ou quartzitos. No caso dos depósitos consolidados, a lavra é realizada em céu aberto em cava submersa (LUZ e LINS, 2005).

Segundo Luz e Lins (2005) no caso dos depósitos não consolidados, a lavra é conduzida com o auxílio de dragas flutuantes. A draga utiliza uma tubulação de sucção para escavar a areia que é bombeada através de uma tubulação para uma pilha. No caso dos depósitos consolidados, a areia é retirada por retroescavadeira a céu aberto.

Em algumas mineradoras no Sul do Brasil, a lavra é feita em bancadas, com a extração da areia por retroescavadeiras, seguido do transporte, por caminhões basculantes, para a usina de beneficiamento. (FERREIRA e DAITX, 2003).

De acordo com Ferreira e Daitx (2003, p.2), “entre as diversas etapas de produção de areias industriais, a do beneficiamento é, provavelmente, a mais importante. Numa visão geral, qualquer fragmento pode ser transformado em areia industrial, cujas características estarão implicitamente ligadas às do próprio depósito original, mas o que determinará seu aproveitamento será, fundamentalmente, a economicidade dos produtos a serem obtidos após o seu beneficiamento.”.

No caso da areia ser resultante do processamento de um quartzito, a lavra é feita a céu aberto com o auxílio de trator de esteira ou explosivos para aquelas lentes mais compactas. (LUZ e LINS, 2005). A Figura 10 mostra o processo de extração de areia de uma mineradora localizada no Estado de São Paulo.

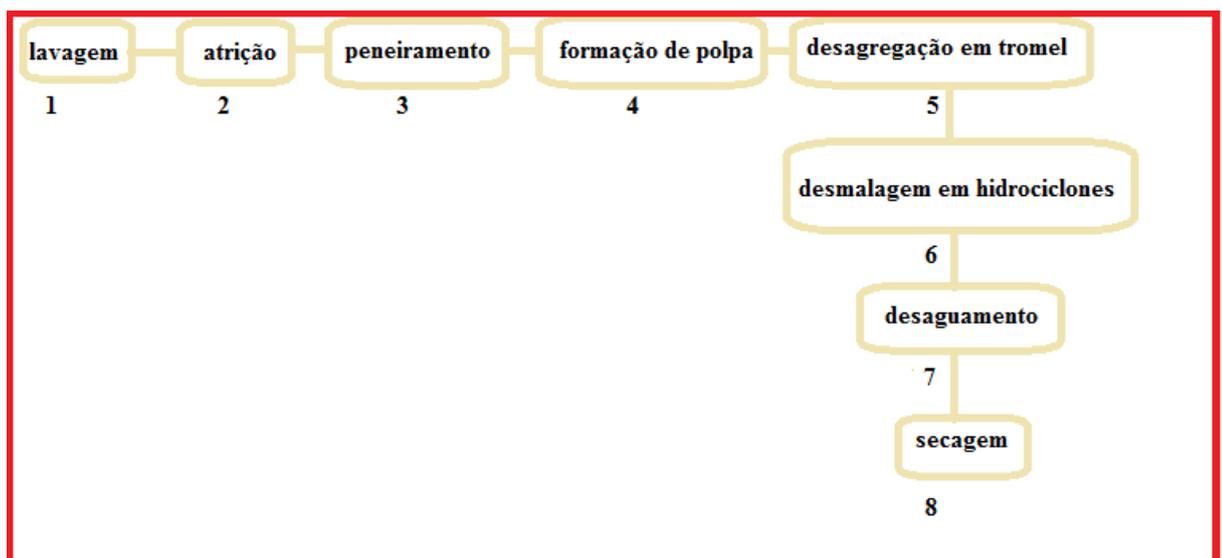
Figura 10 - Extração de areia industrial de uma mineradora paulista



Fonte: [www.terrafortegrupo.com.br](http://www.terrafortegrupo.com.br)

Luz e Lins (2005) ressaltam que a areia industrial das regiões produtoras do Estado de São Paulo são lavradas de diferentes formas. Antes de iniciar a lavra, a vegetação é retirada com uma pequena camada de solo (0,2 a 1 m), usando pá carregadeira e a seguir esse material é disposto em local adequado, para futura utilização. A Figura 11 mostra as etapas do processo para a produção de areia industrial.

Figura 11 – Etapas do processo para a produção de areia industrial



Fonte: adaptado de Ferreira e Daitx (2003)

O processamento típico consiste de: (i) lavagem e classificação (primeiro processo da Figura 11); (ii) atrição (segundo processo da Figura 11) e (iii) peneiramento (terceiro processo da Figura 11) (FERREIRA e DAITX, 2003).

A lavagem visa remoção da fração siltico-argilosa, prejudicial ao processo de produção de vidros especiais ou moldes de fundição por conter alumínio, ferro e álcalis (FERREIRA e DAITX, 2003).

A atrição é feita para limpar a superfície das partículas. A separação por tamanho em peneiras remove as frações grosseiras e finas, para a obtenção de um material com a distribuição granulométrica desejada (BGS, 2004).

Em alguns casos para a produção de areias especiais, a purificação por flotação pode ser empregada para este fim (LUZ et al, 2010).

Atualmente as mineradoras que exploram areia industrial utilizam o beneficiamento da areia na seguinte maneira: formação de polpa (quarto processo da Figura 11), desagregação em tromel (quinto processo da Figura 11), desmalagem em hidrociclones (sexto processo da Figura 11), desaguamento do produto em hidrociclones (sétimo processo da Figura 11) e secagem do produto final em leito fluidizado (oitavo processo da Figura 11) (LUZ e LINS, 2005).

Esta seção mostrou os indicadores econômicos do setor de mineração de areia industrial. A análise destes indicadores mostra que existem diversos aspectos econômicos e empresariais (como por exemplo, consumo e expectativas de demanda de areia industrial para os próximos anos).

A importância de se saber quais são as variáveis empresariais que afetam o RO destas mineradoras pode ser revelado através da técnica do Mapeamento Cognitivo, que é uma ferramenta que identifica estas variáveis e mostra como o gestor pensa acerca da relação entre estas variáveis e o RO da empresa.

### **3 Mapeamento Cognitivo**

Esta seção mostra a definição do Mapeamento Cognitivo segundo diversos autores como, por exemplo Santos et al. (2011), Piratelli e Belderrain (2013), Ensslin et al. (2013). A subseção 3.1 mostrará as etapas necessárias para a construção do mapa cognitivo. A subseção 3.2 mostrará sobre algumas pesquisas sobre mapeamento cognitivo e sua aplicabilidade em âmbito acadêmico e empresarial.

De acordo com Piratelli e Belderrain (2010) o Mapeamento Cognitivo pode ser definido como sendo a tarefa de representar graficamente a cognição de um indivíduo. Segundo Santos et al. (2011) o Mapeamento Cognitivo é uma técnica que mostra como a pessoa pensa sobre um problema através de suas próprias percepções sobre o mesmo. Os autores Ensslin et al. (2013) definem o Mapeamento Cognitivo como uma técnica que apresenta como característica fundamental a flexibilidade e a possibilidade de visualizar o problema de forma macroscópica através de representações mentais e gráficas.

O mapeamento cognitivo é uma técnica utilizada desde 1970 por pesquisadores em diversas áreas do conhecimento para verificar com uma pessoa pensa acerca de um problema. Um problema caracteriza-se como uma situação onde o decisor deseja que alguma coisa seja diferente de como ela é e não está muito seguro de como obtê-la. Esta técnica centra-se na percepção de indivíduos sobre a identificação, estruturação e análise da situação. (RIEG e ARAÚJO, 2003).

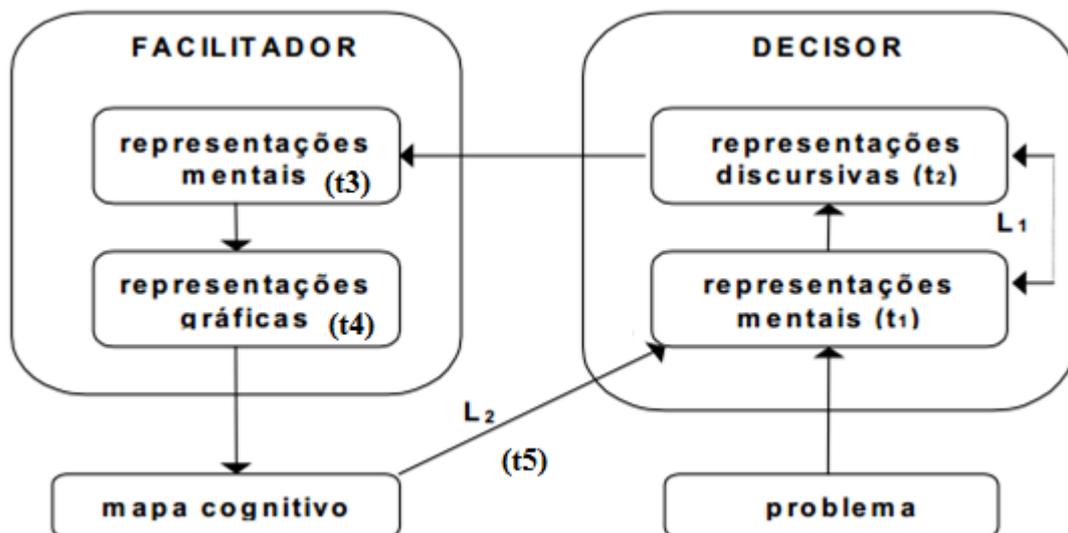
De acordo com Santos et al. (2011) os mapas cognitivos são representações gráficas, resultados da interpretação mental sobre um problema, baseados na teoria de como os seres humanos pensam e raciocinam a respeito de sua experiência. Busarello et al. (2013) afirmam que um mapa cognitivo é uma representação mental gráfica que permite que pesquisadores, com vistas de um discurso de determinada situação, elaborem um conjunto de representações discursivas.

Piratelli e Belderrain (2010) ressaltam que cada decisor constrói seu problema a partir das experiências do contexto decisório percebido e interpretado por ele mesmo. De acordo com essa perspectiva, os indivíduos estão continuamente se esforçando para dar sentido às situações por ele enfrentadas, e dessa forma, atribuindo significados a eventos e experiências (RIEG e ARAÚJO, 2003).

Os mapas cognitivos não devem ser confundidos com mapas mentais, sendo que os mapas mentais não se ocupam de relações entre conceitos, ou entre palavras que são usadas para representar conceitos. (GIRONDI, 2013)

O processo de construção do mapa pode ser visualizado através da Figura 12. Este processo se repetirá até a conclusão da construção do mapa. A construção do mapa cognitivo depende necessariamente do facilitador (pesquisador ou a pessoa que realizará a entrevista) e o decisor (o dono do problema). O papel do facilitador é encorajar a criatividade do decisor e elaborar representações mentais e gráficas no mapa cognitivo, e este último têm o papel de realizar representações mentais e discursivas – ver Figura 12

Figura 12 – O processo de construção do mapa cognitivo



Fonte: adaptado de Silva (2012)

A Figura 12 mostra que as representações mentais do decisor sobre o problema no momento t1 irão gerar representações discursivas no momento t2 (os quais irão influenciar seu pensamento conforme representado pela linha L1 da figura 12). Tais representações discursivas, através do discurso do decisor, propiciam ao facilitador a construção do mapa cognitivo no momento t3 proporcionando a construção de representações gráficas no momento t4 possibilitando a construção do mapa. Tal construção por sua vez, irá influenciar o pensamento do decisor e, portanto, suas representações mentais sobre o problema (representado pela L2 da figura 12) no momento t5. (SILVA, 2012)

De acordo com Ensslin et al. (2001), observam-se três conclusões relevantes a respeito do mapa cognitivo: a característica reflexiva, ferramenta negociativa, o mapa não é considerado como um modelo de cognição que permite a predição do pensamento do decisor.

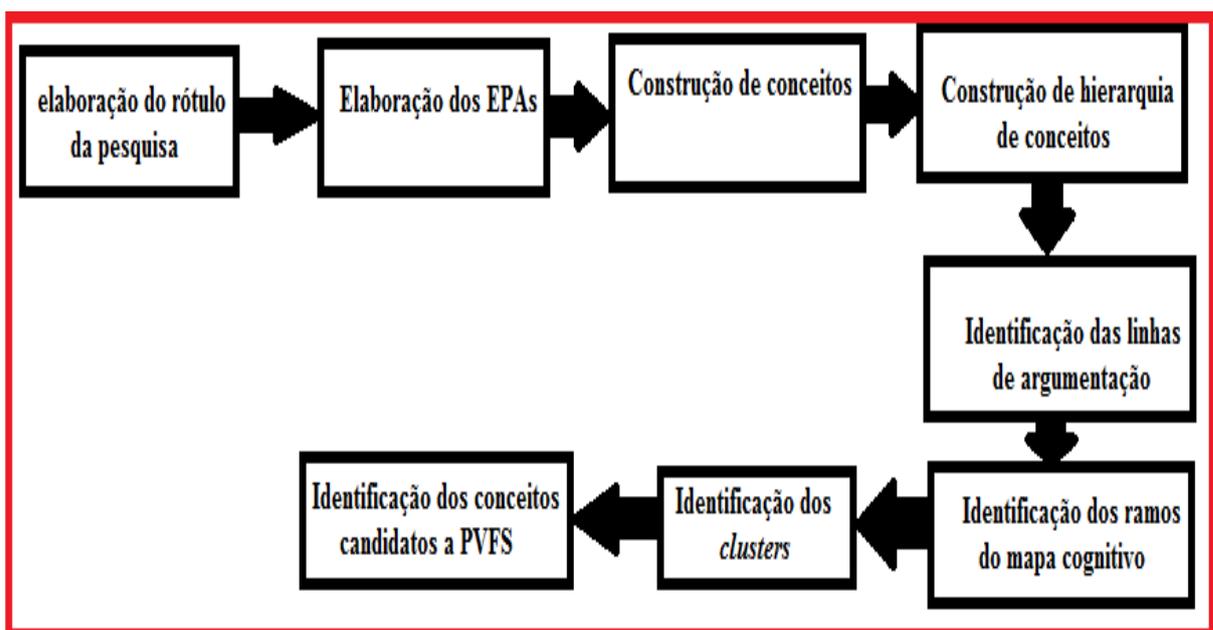
A seguir serão explicadas as etapas necessárias para a construção do mapa cognitivo entre o facilitador e o decisor. Estas etapas são: definição de um rótulo para o problema, definição dos elementos primários de avaliação (EPAs), construção de conceitos a partir de EPAs, construção de hierarquia de conceitos, estabelecimento de ligações de influência, linhas de argumentação, ramos do mapa, identificação de *clusters*, identificação dos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs).

### 3.1 Etapas para a construção do mapa cognitivo

Um mapa cognitivo causal é uma hierarquia de conceitos, e é relacionado por ligações meios e fins. Sendo assim, a construção de um mapa cognitivo fará o decisor explicitar seu sistema de valores (através de conceitos superiores na hierarquia), bem como poderá fornecer um conjunto de ações potenciais (ENSSLIN e MONTIBELLER, 1998).

A Figura 13 mostra as etapas necessárias para a construção do mapa cognitivo. As etapas envolvendo a construção do mapa cognitivo ocorrem entre o facilitador e o decisor, não sendo necessário o estabelecimento de uma equipe ou grupo funcional.

Figura 13 – Etapas para a construção do mapa cognitivo



Fonte: elaborado pelo autor

A primeira etapa para a construção de um mapa cognitivo é definir junto aos decisores um rótulo (nome) que descreva o problema que o facilitador irá apoiar a resolução. Para tanto, o facilitador deve inicialmente buscar escutar um relato dos decisores sobre seu problema. (ENSSLIN et al., 2001).

É importante ressaltar que a função do rótulo é delimitar o contexto decisório, de tal forma a manter o foco nos aspectos mais relevantes envolvidos com a resolução do problema do decisor. Logo, tal rótulo, definido nesta etapa, não é definitivo, pode (e geralmente vai) se modificar ao longo do processo de Apoio à Decisão. (ENSSLIN et al., 2001).

A elaboração dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs) é a segunda etapa para a construção do mapa cognitivo (ver Figura 13), sendo que o facilitador deve realizar um *brainstorming* junto ao decisor com a finalidade de identificar os conceitos, aspectos ou estratégias iniciais que permitirão a construção do mapa. Ensslin et al. (2013) ressaltam que é papel do facilitador encorajar a criatividade do decisor e estimular a capacidade do mesmo, de sorte que:

- todos os EPAs que vêm à mente devem ser expressos;
- deseja-se quantidade, portanto quanto mais EPAs aparecerem, melhor;
- evitam-se críticas às ideias pronunciadas;
- pode-se melhorar e combinar ideias já apresentadas.

No exemplo acima, o esforço que o decisor promove em relatar os EPAs que vêm à mente e que são incorporados no mapa cognitivo representa o *brainstorming* promovido pelo facilitador. Deseja-se um elevado número de EPAs.

O Quadro 2 mostra como estimular a criatividade do decisor com o objetivo de se identificar os EPAs, conforme classificação de Ensslin e Montibeller (1997).

Quadro 2 – Estratégias de estímulo à criatividade com o objetivo de identificar EPAs.

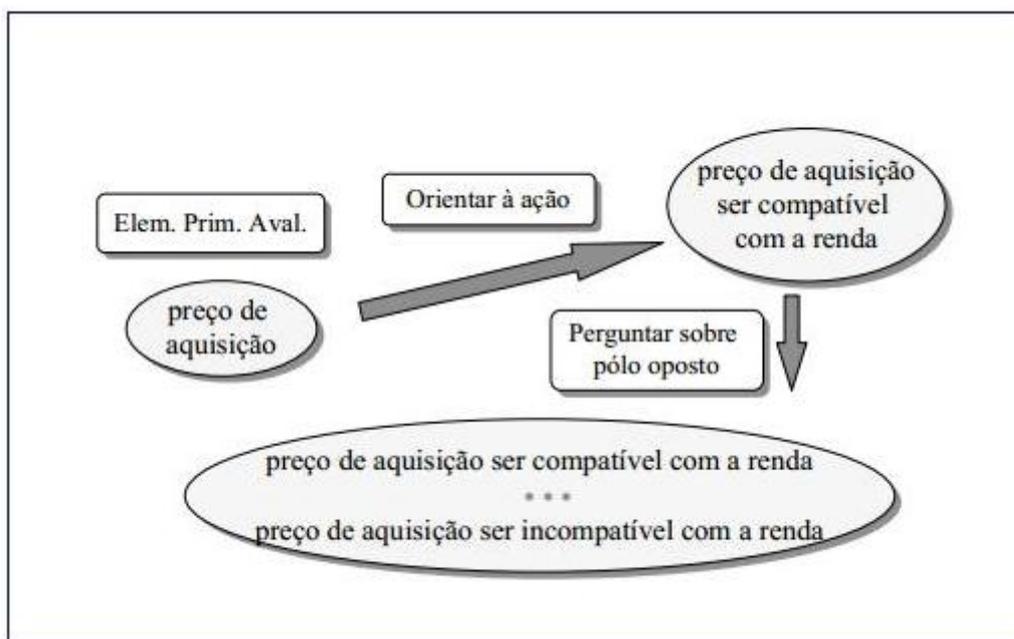
<b>Aspectos Desejáveis</b>	Quais são os aspectos que o Sr. Gostaria de levar em conta em seu problema?
<b>Ações</b>	Quais características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim?
<b>Dificuldades</b>	Quais são as maiores dificuldades com relação ao estado atual?
<b>Consequências</b>	Quais conseqüências das ações são boas / ruins / inaceitáveis
<b>Metas / Restrições / Linhas Gerais</b>	Quais são as metas / restrições / e linhas gerais adotadas pelo Sr.?
<b>Objetivos estratégicos</b>	Quais são os objetivos estratégicos neste

	contexto?
<b>Perspectivas diferentes</b>	Quais são, para o Sr., segundo a perspectiva de um outro decisor, os aspectos desejáveis/ ações/ dificuldades/ etc.?

Fonte: Ensslin e Montibeller (1997)

A terceira etapa para a elaboração do mapa cognitivo é a construção de conceitos no mapa cognitivo (ver Figura 13). Silva (2012) afirma que a partir de cada elemento primário de avaliação são formados os conceitos que constituirão o mapa. O primeiro pólo do conceito é formado e o sentido do conceito baseia-se na ação formada, sendo o pólo positivo. O facilitador não pode deduzir o pólo negativo de cada conceito (sendo este representado por "..."), uma vez que esta dedução deve ser feita pelo decisor. A Figura 14 mostra a construção de um conceito a partir de um EPA.

Figura 14 – Construção de conceito a partir de um EPA



Fonte: Ensslin e Montibeller (1997)

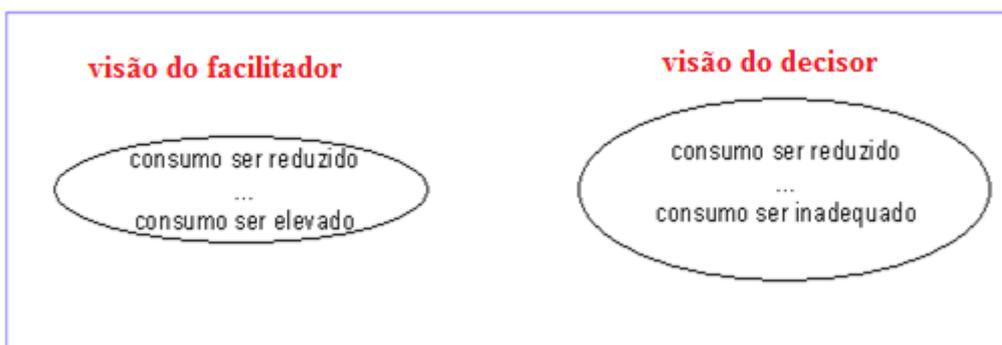
A construção de conceitos está ligada aos eventos e experiências do decisor. De acordo com Rieg e Araújo (2003, p.8) “para atribuir significados a eventos e experiências os decisores fazem uso de seus sistemas de constructos (conceitos), os quais são ideias ou informações verbalizadas pelos indivíduos, que no mapa tomam a forma de frases (de até no máximo dez, doze palavras).

Segundo Santos et al. (2011, p.217) “cada conceito que é construído a partir do EPA está baseado nas ações que o contexto sugere, explicitando-o em verbo infinitivo. Cada

conceito deve ser o mais abreviado possível, buscando sempre manter as palavras e frases utilizadas pelo decisor.”.

A Figura 15 exemplifica a construção de conceitos do mapa cognitivo a partir de um EPA, segundo a classificação de Ensslin e Montibeller (1997).

Figura 15 – Primeiro pólo idêntico e conceitos diferentes

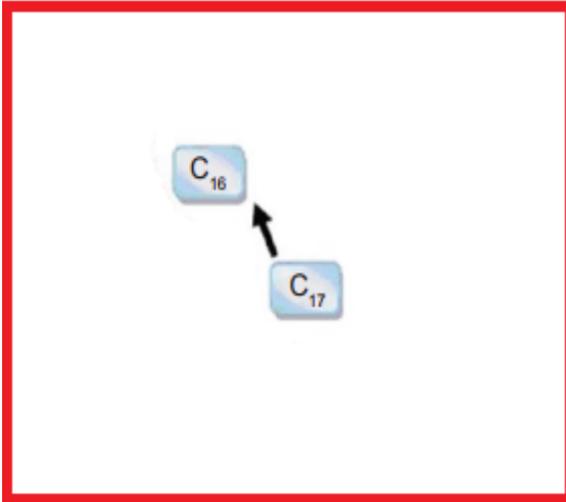


Fonte: adaptado de Ensslin e Montibeller (1997)

Deve-se ressaltar que o facilitador não pode deduzir os pólos negativos do mapa. A Figura 15 mostra que podem existir divergências de pensamentos entre o facilitador e o decisor. A partir do pólo positivo descrito como “consumo ser reduzido” o facilitador pode pensar que o pólo oposto a este conceito seria “consumo ser elevado”, e na verdade a resposta do decisor seria “consumo ser inadequado”.

A quarta etapa para a formação do mapa é a construção de hierarquia de conceitos (ver Figura 13). A hierarquia de conceitos baseia-se sobre os fins ou o destino a partir de um conceito. Geralmente o estabelecimento desta ocorre através de ligações de influência composto por setas. A estrutura do mapa é formada por conceitos meios e fins (PIRATELLI e BELDERRAIN, 2010). A Figura 16 mostra um exemplo de hierarquia de conceitos.

Figura 16 – Hierarquia de conceitos do mapa cognitivo

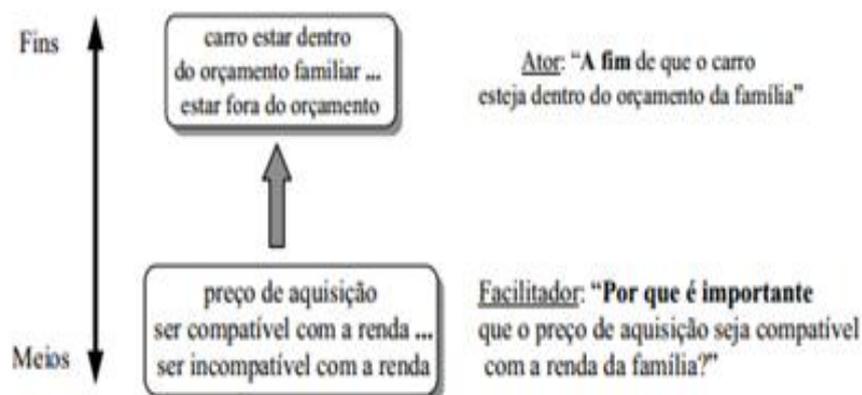


Fonte: adaptado de Santos et al. (2011)

Quando dois conceitos se relacionam através de uma flecha, o conceito que recebe uma flecha é um conceito fim, e o conceito que origina a flecha é um conceito meio. (SANTOS et al., 2011).

Para se obter um conceito em direção aos fins, o facilitador geralmente pergunta: “por quê este conceito é importante?”. O decisor irá responder que aquele conceito é importante para atingir determinado fim. A Figura 17 mostra a construção de hierarquia de conceitos em direção aos fins.

Figura 17 – Construção de hierarquia em direção aos fins

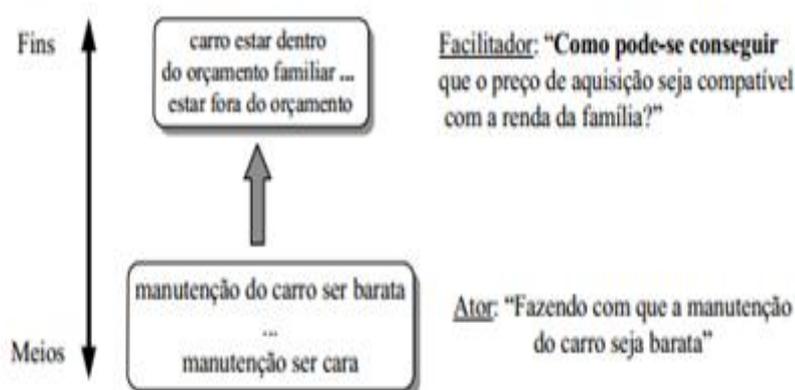


Fonte: Ensslin e Montibeller (1998)

Para se obter um conceito em direção aos meios, o facilitador geralmente pergunta: “como este conceito pode ser obtido?”. O decisor irá responder que aquele conceito poderá

ser obtido através de um determinado meio. A Figura 18 mostra a construção de hierarquia de conceitos em direção aos meios.

Figura 18 – Construção de hierarquia de conceitos em direção aos meios



Fonte: Ensslin e Montibeller (1998)

O estabelecimento de ligações de influência ocorre quando um conceito é condição necessária para assegurar a existência de outro conceito, caracterizando uma relação de influência positiva (seta unidirecional com o símbolo “+”) ou influência negativa “-” quando houver condição necessária para o pólo oposto de outro conceito (PIRATELLI e BELDERRAIN, 2010).

A estrutura de um mapa cognitivo é constituída por conceitos cauda, conceitos meios e conceitos fins, todos ligados por setas que indicam as relações de influência. Um conceito cauda expressa o início de uma linha de argumentação que convergirá para um conceito fim (ou seja, o conceito cauda não recebe ligações de influência). Conceitos meios são conceitos pertencentes a uma linha de argumentação, para onde chegam e partem ligações de influência. Um conceito fim, em geral, representa um objetivo estratégico (ou um valor do(s) decisor(e)s) – ele somente recebe ligações de influência (PIRATELLI e BELDERRAIN, 2010).

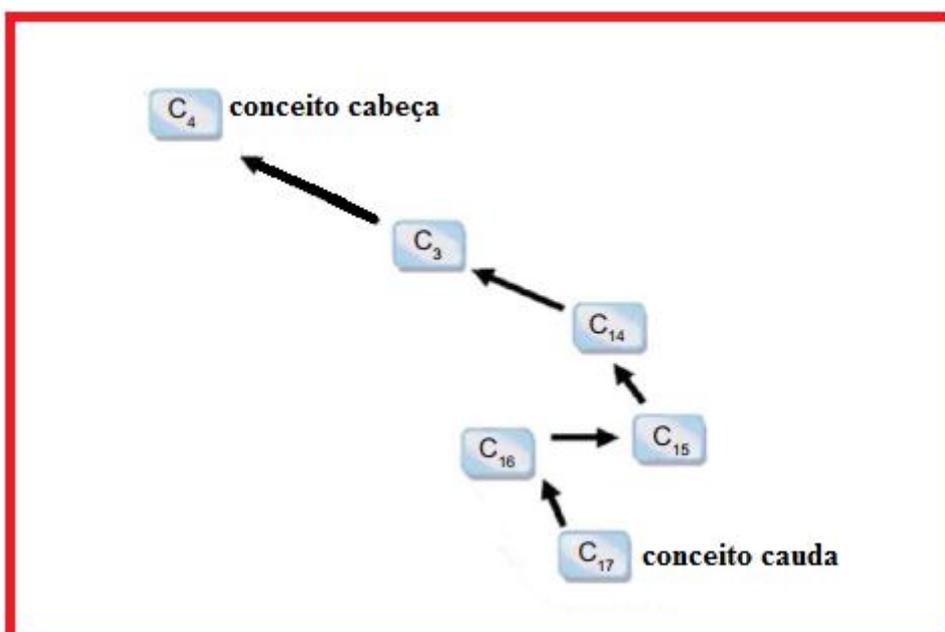
Piratelli e Belderrain (2010) afirmam que a partir de um conceito, pode-se questionar ao decisor sobre quais são os meios necessários para atingi-los. Para isto a técnica *witi* (*why is this important?*) é eficaz para a construção da hierarquia de conceitos, uma vez que o facilitador pergunta ao decisor a razão da importância de determinado conceito com perguntas diretas como: “por que este conceito é importante?”.

Um número elevado de conceitos cabeças indica que existe uma série de objetivos/valores a serem levados em conta. Um número elevado de conceitos caudas indica a

existência de múltiplas formas de atender aos objetivos/valores dos decisores. (SANTOS et al. 2011).

A quinta etapa da construção do mapa corresponde à identificação das linhas de argumentação (ver Figura 13). Uma vez definidos os conceitos, inicia-se a construção das linhas de argumentação. Uma linha de argumentação é constituída por um conjunto de conceitos que são influenciados e hierarquicamente superiores a um conceito cauda. Uma linha de argumentação começa com um conceito cauda e termina em um conceito cabeça que é um fim para aquele conceito meio (ENSSLIN e MONTIBELLER, 1998). A Figura 19 mostra um exemplo de linha de argumentação.

Figura 19 – Linha de argumentação do mapa cognitivo



Fonte: adaptado de Santos et al. (2011)

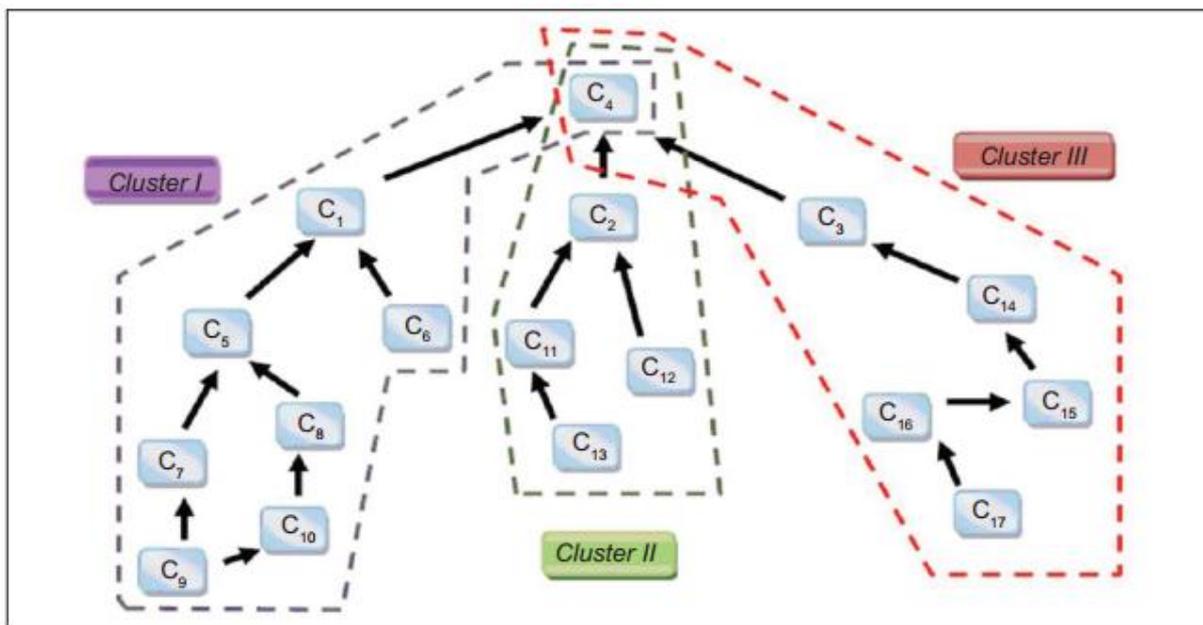
Observa-se na Figura 19 que a linha de argumentação começa com um conceito cauda (C17) e termina com um conceito cabeça (C4). Logo após a elaboração das linhas de argumentação, inicia-se a identificação dos ramos do mapa - sexta etapa (ver Figura 13). Os ramos do mapa cognitivo são formados por uma ou várias linhas de argumentação que apresentam ligações similares com o problema (ENSLINN e MONTIBELLER, 1998).

A sétima etapa para a construção do mapa cognitivo refere-se à identificação de *clusters* (ver Figura 13). Um mapa cognitivo pode ser visto como um conjunto de *clusters*. Um *cluster* é um conjunto de nós que são relacionados por ligações intracomponentes (mais

fortes). Logo as ligações entre os *clusters* são intercomponentes (mais fracas). (ENSSLIN e MONTIBELLER NETO, 1998)

Os *clusters* podem ser identificados de duas maneiras: em função de uma grande densidade de ligações entre conceitos e a partir de conceitos semelhantes para obtenção dos objetivos finais (PIRATELLI e BELDERRAIN, 2010). A Figura 20 mostra os *clusters* já identificados no mapa cognitivo.

Figura 20 – Representação dos *clusters*



Fonte: Santos et al. (2011)

Uma vez definidos os *clusters* do mapa, devem-se identificar os Pontos de Vista Fundamentais (PVFs), que está representado pela oitava etapa da construção do mapa cognitivo (ver Figura 13). Os Pontos de Vista Fundamentais são atributos considerados pelo decisor como essenciais para avaliar ações potenciais. Desta forma devem possuir como características a essencialidade – ser essencial para obtenção dos objetivos estratégicos – e a controlabilidade – ser controlável, num contexto decisório, significa ser influenciado apenas por ações potenciais. Quando um Ponto de Vista Fundamental necessita ser decomposto para ser avaliado, faz necessária a identificação de seus Pontos de Vista Elementares. (PIRATELLI e BELDERRAIN, 2010).

Os Pontos de Vista Fundamentais são meios para obter os objetivos estratégicos dos decisores. Portanto, os objetivos estratégicos se “projetam” nos Pontos de Vista considerados

em uma determinada situação. Estes PVFs, por sua vez, delimitam o conjunto de ações potenciais, internamente ao conjunto de todas as ações disponíveis (ENSSLIN et al., 2001).

As vantagens de se definir um conjunto de Pontos de Vista Fundamentais são: os objetivos estratégicos são usualmente estabelecidos de uma forma bastante vaga, e a partir disto, um número muito grande de ações serviria como meio para se atingir tais objetivos. (ENSSLIN et al. (2001).

De acordo com Ensslin et al. (2001) para se determinar os candidatos a Pontos de Vista Fundamentais deve-se realizar o enquadramento do mapa cognitivo. Este consiste em: localizar ideias relacionadas aos objetivos estratégicos dos decisores, localizar conceitos que expressam ideias relacionadas às ações potenciais, e em uma busca nos sentidos fins-meios e meios-fins do ramo, localizar aqueles conceitos que expressam um ponto de vista ao mesmo tempo essencial e controlável. Ensslin et al. (2001) dizem que a partir da construção da estrutura arborescente dos pontos de vista, faz-se necessário testar os candidatos a PVFs segundo as propriedades. O Quadro 3 mostra as propriedades dos PVFs segundo Ensslin et al. (2001).

Quadro 3 – Propriedades dos Pontos de Vista Fundamentais

<b>Propriedade</b>	<b>Descrição</b>
Essencial	O PVF deve levar em conta os aspectos que sejam de fundamental importância aos decisores, segundo seu sistema de valores.
Controlável	O PVF deve representar um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão.
Completo	O conjunto de PVFs deve incluir todos os aspectos considerados como fundamentais pelos decisores.
Mensurável	O PVF permite especificar, com a menor ambiguidade possível, a performance das ações potenciais, segundo os aspectos considerados fundamentais pelos decisores.
Operacional	O PVF possibilita coletar as informações requeridas sobre a performance das ações potenciais, dentro do tempo disponível e com um esforço viável
Isolável	O PVF permite a análise de um aspecto fundamental de forma independente com relação aos demais aspectos do conjunto.
Não redundante	O conjunto de PVFs não deve levar em conta o mesmo aspecto mais de uma vez
Conciso	O número de aspectos considerados pelo conjunto de PVFs deve ser o mínimo

	necessário para modelar de forma adequada, segundo a visão dos decisores, o problema.
Compreensível	O PVF deve ter seu significado claro para os decisores, permitindo a geração e comunicação de ideias.

Fonte: adaptado de Ensslin et al. (2001)

Caso todas estas propriedades sejam atendidas, o conjunto de PVFs pode ser considerado uma família de Pontos de Vista Fundamentais. Nesta pesquisa os PVFs são fundamentais para a análise quantitativa, porque eles apresentam como uma de suas propriedades a capacidade de serem mensuráveis (possibilitando a realização da análise quantitativa), além de serem controláveis e essenciais.

### 3.2 Pesquisas sobre mapeamento cognitivo e sua aplicabilidade

O Mapeamento Cognitivo pode ser aplicado em diversas áreas. O Quadro 4 apresenta algumas destas aplicações. Em relação à coluna caracterizada como Descrição da Obra, será mostrado o que foi feito (1), como foi feito (2) e os resultados (3) das obras de alguns autores que utilizaram a técnica do Mapeamento Cognitivo.

Quadro 4 – Contexto e aplicabilidade do mapeamento cognitivo

Autor / Tipo de Obra	Descrição da Obra
Piratelli e Belderrain (2010) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Estruturação de um Sistema de Medição de Desempenho de um curso de graduação em Engenharia de Produção</li> <li>▪ (2) Utilização das metodologias <i>SODA (Strategic Option Development and Analysis)</i> e <i>ANP (Analytic Network Process)</i></li> <li>▪ (3) Os 163 conceitos gerados no MC os decisores julgaram 26 essenciais, 153 controláveis e 24 essenciais. Apenas 7 PVEs apresentaram a propriedade de serem mensuráveis, e os demais foram explodidos em PVEs gerando 51 subcritérios de avaliação. O SMD foi composto por 58 indicadores de desempenho.</li> </ul>
Ensslin et al (1997) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Avaliação de desempenho dos recursos humanos do Estado de Santa Catarina</li> <li>▪ (2) Aplicação da técnica do Mapeamento Cognitivo apenas como instrumento de fundamentação teórica.</li> <li>▪ (3) A representação resultante do processo permitiu uma explicitação de valores, metas e objetivos centrais dos decisores, como: salários compatíveis, descrição de cargos,</li> </ul>

	definição de metas, treinamento, ambiente de trabalho adequado, grau de instrução, motivação, bom relacionamento interpessoal, apresentar qualidades no trabalho, pontualidade e ter atitudes positivas
Ensslin e Montibeller Neto (1998) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Propor uma técnica de mapeamento cognitivo que seja ao mesmo tempo de fácil utilização para o Engenheiro de Produção</li> <li>▪ (2) Utilização do Mapeamento Cognitivo de forma teórica.</li> <li>▪ (3) Os mapas cognitivos servem para auxiliar na definição do problema dos decisores. A técnica proposta é exaustivamente utilizada pela equipe e alunos do LabMCDA com sucesso quanto aos objetivos que se propõem.</li> </ul>
Araújo e Rieg. (1998) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Relatar os trabalhos realizados na Administração de uma Pró – Reitoria de Extensão</li> <li>▪ (2) Aplicação do mapeamento cognitivo juntamente com a metodologia do Planejamento Estratégico Situacional – PES</li> <li>▪ (3) O Mapeamento Cognitivo e a metodologia do Planejamento Estratégico Situacional foram eficazes para descrever os principais objetivos e metas na Administração de uma Pró-Reitoria de Extensão.</li> </ul>
Araújo, Yamashita e Yamamoto (1998) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Discutir e apresentar algumas reflexões quanto ao uso e ao grau de detalhe e riqueza de representação de detalhes que um mapa pode proporcionar e as dificuldades encontradas ao se começar a trabalhar com este tipo de abordagem.</li> <li>▪ (2) Aplicação do mapeamento cognitivo nos moldes da abordagem convencional da Pesquisa Operacional (PO)</li> <li>▪ (3) O facilitador precisa ter conhecimento e habilidade, exigindo prática e conhecimento e uma vivência com a tomada de decisão organizacional. Um risco grande observado nos mapas iniciais é de que eles tomem um formato de uma ampulheta, ou seja, onde se tem um conceito central, muito provavelmente uma direção estratégica, na qual todas as opções chegam e da qual todas as metas se derivam.</li> </ul>
Lima (2012) / Tese	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Propor a agregação de técnica originária das representações sociais a um método de construção de mapas cognitivos. A verificação da viabilidade de aplicação de tal proposta realiza-se pela estruturação de um planejamento estratégico de um hotel através da possibilidade de participação de todos os seus funcionários.</li> <li>▪ (2) Utilização das metodologias multicritério de apoio à decisão pela corrente construtivista, privilegiando a estruturação inicial do problema através do contexto decisório pela elaboração de mapas cognitivos.</li> <li>▪ (3) O mapa cognitivo permitiu a construção do futuro da empresa elaborado coletivamente pelos funcionários do hotel, onde estão expressos os seus sentimentos sobre as</li> </ul>

	ações que devem ser realizadas para o progresso do hotel.
Pacheto (2005) / Tese	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Fazer uma reflexão sobre a atuação do professor e o ensino de engenharia atualmente trabalhado nas escolas, suas limitações, seus problemas e ações propostas para melhorar o processo de aprendizagem nestes cursos. Fazer uma revisão bibliográfica levantando-se os principais pontos de discussão a respeito do ensino de engenharia no Brasil e no mundo. Mostrar os principais problemas encontrados pelos vários pesquisadores que atuam na área e as soluções propostas.</li> <li>▪ (2) Combinar o ciclo de Deming com mapas cognitivos difusos.</li> <li>▪ (3) O mapa cognitivo difuso permitiu, entre outras coisas, a criação de um modelo no ensino de engenharia. A validade de um mapa cognitivo difuso está em sua representatividade do processo. A técnica do Mapeamento Cognitivo foi útil para identificar as limitações e problemas e ações propostas de melhoria nos cursos de engenharia.</li> </ul>
Ensslin et al. (2013) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Avaliar os fornecedores de equipamentos mecânicos de uma empresa de engenharia</li> <li>▪ (2) Utilização da metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C) e mapas cognitivos</li> <li>▪ (3) O Mapeamento Cognitivo permitiu avaliar o desempenho dos fornecedores de equipamentos mecânicos através das linhas de argumentação e dos PVFs e PVEs.</li> </ul>
Silva (2012) / Dissertação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Elaboração de um modelo que auxilie o gerente de banco a avaliar o desempenho dos clientes tomadores de crédito.</li> <li>▪ (2) Inicialmente o Mapeamento Cognitivo foi aplicado e os PVFs foram organizados em uma estrutura arborescente com seus respectivos critérios de avaliação e posteriormente a metodologia MCDA-Construtivista auxiliou no desenvolvimento dos trabalhos de avaliação do modelo com a aplicação e enquadramento de ações reais dos clientes.</li> <li>▪ (3) A metodologia MCDA – Construtivista permitiu a construção do modelo de análise de crédito deste estudo e o mapa cognitivo contribui para a obra, uma vez que os PVFs identificados como pontualidade e capacidade de pagamento identificados pelo gerente foram importantes para avaliar o desempenho de clientes que demandam créditos</li> </ul>
Dolci et al. (2013) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Evidenciar as principais teorias e metodologias ligadas à estruturação do Pensamento Sistêmico.</li> <li>▪ (2) Organização e estruturação de conceitos sobre Pensamento Sistêmico através de mapas conceituais</li> <li>▪ (3) Os mapas conceituais foram eficazes foi possível compreender a relação dos diferentes conceitos relacionados ao Pensamento sistêmico de forma clara e objetiva, ressaltando a grande eficácia desta técnica na</li> </ul>

	teoria e na prática.
Tezza et al. (2012) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Elaboração de uma sistemática construtivista para identificar, avaliar e desenvolver habilidades e competências dos colaboradores em uma estamparia têxtil.</li> <li>▪ (2) Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão e utilização do mapeamento cognitivo sobre as habilidades e competências dos funcionários.</li> <li>▪ (3) A Sistemática Multicritério construída permitiu identificar e avaliar as habilidades requeridas no setor de estamparia têxtil, visando conhecer as oportunidades de aperfeiçoamento das pessoas que trabalham no setor. O mapa cognitivo foi uma técnica eficaz para identificar e avaliar as competências dos funcionários na empresa.</li> </ul>
Girondi (2013) / Dissertação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Desenvolver uma concepção de roteiros para artefatos audiovisuais digitais interativos na forma de Mapa Conceitual.</li> <li>▪ (2) Combinar mapas cognitivos com a ferramenta <i>Cmaps</i>, desenvolvida por <i>Joseph Novak</i></li> <li>▪ (3) O mapa conceitual permitiu o desenvolvimento de roteiros para artefatos audiovisuais digitais interativos, visando aprimorar a disseminação do conhecimento.</li> </ul>
Santos et al. (2011) / Artigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1) Analisar a viabilidade de compra ou desenvolvimento de tecnologia aeroespacial em uma empresa do setor aeronáutico.</li> <li>▪ (2) Utilização da técnica do Mapeamento Cognitivo como ferramenta de apoio à decisão.</li> <li>▪ (3) A aplicação do mapa cognitivo para estruturar um problema complexo através da extração de conceitos através da extração de conceitos contidos em documentos escritos mostrou-se uma prática possível neste trabalho. O mapa cognitivo permitiu analisar e descrever de forma conjunta os pontos de vista obtidos por meio dos depoimentos considerados. Os PVFs levantados podem ser usados como critérios de avaliação de desempenho de ações potenciais para o problema utilizando metodologia multicritério.</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 4 mostra que, no Brasil, o Mapeamento Cognitivo vem sendo utilizado em pesquisas de âmbito empresarial. Santos et al. (2011) utilizaram os mapas cognitivos como

ferramenta de apoio à decisão referente à opção de comprar ou desenvolver tecnologia aeroespacial.

O Quadro 4 mostra também que os mapas cognitivos são bastante utilizados na Engenharia de Produção. O mapa cognitivo permite identificar como a pessoa pensa acerca de um problema, porém não permite a mensuração de variáveis independentes na variável resposta. Para isto pode-se utilizar a regressão linear múltipla (RLM) para mensurar o impacto de variáveis explicativas na variável resposta.

## 4 Estatística Multivariada

De acordo com Montgomery (1991), a análise multivariada torna-se útil quando existem múltiplos parâmetros e seus efeitos não são independentes, ou quando alguns parâmetros são parciais ou medidas de outros parâmetros, o que configuraria uma correlação.

Os métodos de análise de dados multivariados têm comprovado amplamente sua eficácia no estudo de grandes massas de informação complexas. Tratam-se de métodos chamados de multidimensionais que permitem a confrontação entre duas ou mais variáveis. Pode-se, então, extrair as tendências mais sobressalentes e hierarquiza-las, eliminando os efeitos que perturbam a percepção global. (CORRAR et al., 2007)

A estatística multivariada pode ser aplicada com diversas finalidades, mesmo nos casos que não se dispõe de antemão de um modelo teórico rigorosamente estruturado a respeito das relações entre as variáveis. A finalidade de sua aplicação pode ser de reduzir dados ou de simplificação estrutural, de classificar e agrupar, de investigar a dependência entre variáveis, de predição e de elaborar hipóteses e testá-las (JOHNSON; WICHERN, 1992).

### 4.1 Correlação de Pearson

Segundo Triola (2008, p.411) “existe uma correlação linear entre duas variáveis quando uma delas está relacionada com a outra de alguma maneira. O coeficiente de Correlação Linear de Pearson ( $r$ ) é uma medida numérica de força da relação entre duas variáveis que representam dados quantitativos. Usando dados amostrais emparelhados (algumas vezes chamados de dados bivariados, encontra-se o valor de  $r$  e a seguir ele é usado para concluir se há ou não uma relação linear entre duas variáveis.

A Fórmula (4.1) traduz esta relação:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{sx} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{sy} \right) \quad (4.1)$$

Em que  $r$  representa a correlação,  $n$  é o número da amostra,  $sx$  = a covariância do preditor,  $sy$  = a covariância do predito (variável resposta),  $x_i$  é um elemento da amostra da variável independente,  $y_i$  é um elemento da amostra da variável dependente,  $\bar{X}$  é a média da variável independente e  $\bar{Y}$  representa a média da variável (TRIOLA, 2008).

De acordo com Corrar et al. (2007, p.140) “o coeficiente de correlação varia de -1 a +1. Quanto mais próximo de -1 ou de +1, maior é o grau de associação; e quanto mais próximo de zero, menor será a correlação”.

Segundo Triola (2008) valores de  $r$  entre 0,10 e 0,29 podem ser classificados como de pequeno impacto; escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como médios; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes.

Dancey e Reidy (2006) apontam para uma classificação ligeiramente diferente:  $r = 0,01$  até 0,30 (fraco);  $r = 0,31$  até 0,6 (moderado);  $r = 0,61$  até 1 (forte). Este trabalho seguirá de acordo classificação de Dancey e Reidy (2006) que pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação da intensidade do coeficiente de correlação de *Pearson*

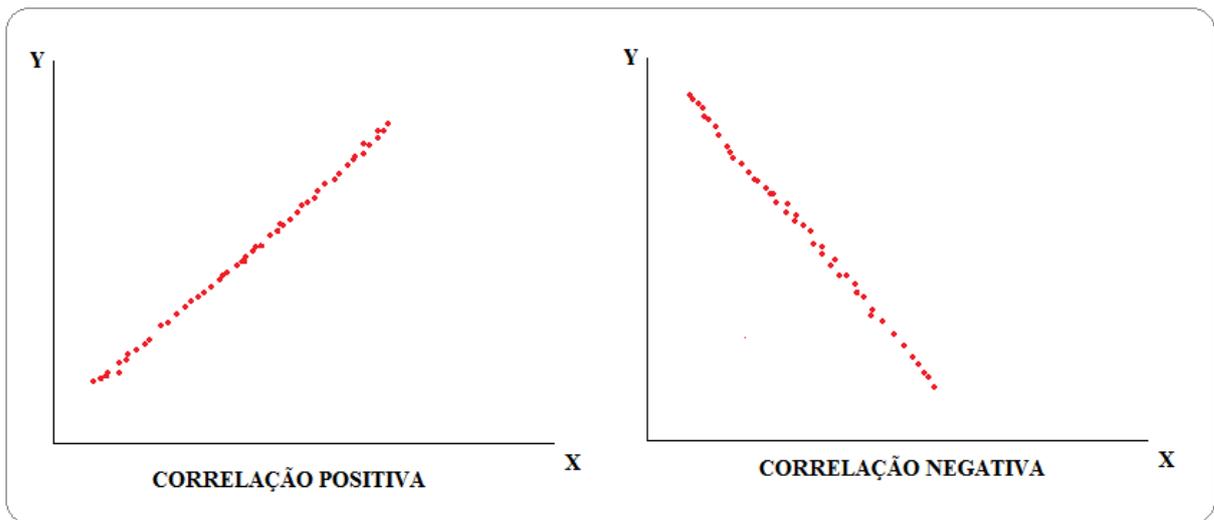
Valores do coeficiente de Correlação de Pearson (r)	Classificação
0,00 até 0,30	Intensidade fraca
0,31 até 0,60	Intensidade moderada
0,61 até 1	Intensidade forte

Fonte: adaptado de Dancey e Reidy (2006)

Se houver uma correlação positiva entre X e Y, implica que quando um escore está acima da média de X espera-se que ele também esteja acima da média de Y. Se houver uma correlação negativa entre X e Y, indica que um escore está abaixo da média de X e espera-se que este também esteja abaixo da média de Y. O coeficiente de correlação de Pearson não diferencia entre variáveis independentes e variáveis dependentes. A correlação não se aplica a distinção de causalidades simples ou recursiva. Assim dificilmente pode-se afirmar quem varia em função de quem. Simplesmente pode-se dizer que há semelhanças entre a distribuição dos escores das variáveis. Além deste fato, não existem alterações no valor da correlação ao se alterar a unidade de mensuração das variáveis. (FIGUEIREDO e SILVA, 2009).

A Figura 21 mostra um exemplo de correlação linear positiva e negativa entre uma variável explicativa (X) e uma variável resposta (Y) de acordo com Levine et al. (2000).

Figura 21 – Correlação positiva e negativa entre duas variáveis (X e Y).



Fonte: adaptado de Levine et al. (2000)

Em modelos de correlação linear, é necessário realizar testes de hipóteses para verificar se a associação linear entre duas variáveis existe ou não. O teste de hipótese ocorre através de:

$H_0: p = 0$  (Não há associação linear significativa)

$H_1: p \neq 0$  (Há correlação linear significativa)

Geralmente os valores de teste adotados para  $p$  são de 5%. Para valores inferiores ou iguais a 5%, rejeita-se a hipótese nula de que não há associação linear significativa entre as variáveis – Corrar et al. (2007). Para valores de  $p$  superiores a 5%, não se rejeita a hipótese nula de que não há associação linear significativa entre as variáveis – Triola (2008).

## 4.2 Regressão Linear Múltipla

Diversos são os autores que atualmente utilizam a técnica da regressão linear múltipla (RLM) em pesquisas científicas. Dentre eles alguns autores como Sellito e Ribeiro (2004), Abbad e Torres (2002), Freckleton (2002), Petrocelli (2003) apresentam estudos sobre a regressão linear múltipla.

A origem do termo “Regressão” deu-se por Francis Galton, quando em um ensaio com pais e filhos ele estudou o relacionamento das alturas dos mesmos. A lei de regressão universal de Galton foi confirmada mais tarde por Karl Pearson, que através de um grande ensaio constatou que a altura média dos filhos de pais altos era inferior a altura de seus pais e

que a altura média de filhos de pais baixos era superior a altura de seus pais, ou seja, ele concluiu que a altura tanto dos filhos altos como baixos tendem para a média de todos os homens. (GAZOLA, 2012)

A RLM é o método de análise adequado quando há uma única variável dependente métrica relacionada a duas ou mais variáveis independentes – ver Corrar et al. (2007). O principal objetivo de sua aplicação é prever as mudanças na variável dependente de acordo com as variações nas variáveis independentes (HAIR et al., 2005).

De acordo com Batistella e Corrar (2004), a RLM é uma técnica estatística bastante eficaz para mensurar o impacto de variáveis regressoras em uma determinada variável resposta.

A fórmula (4.2) mostra a equação da reta de regressão linear múltipla.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (4.2)$$

Em que  $Y$  é a variável dependente,  $X_n$  representa variáveis independentes,  $\beta_0$  é o coeficiente angular da reta de regressão,  $\beta_n$  = coeficiente linear de “ $X_n$ ” ( $n$ -ésima variável independente),  $\varepsilon$  = erro ou resíduo, que se refere à diferença entre os valores observados e preditos.

Segundo Triola (2008) a reta dada pela equação de regressão linear múltipla mostra uma relação entre os parâmetros  $\beta_1, \beta_2, \beta_n$  e as variáveis explicativas  $X_1, X_2, X_n$ . O coeficiente linear mostra o impacto de cada variável preditora na variável resposta. Essa relação também pode ser verificada entre o coeficiente angular da reta de regressão ( $\beta_0$ ) e a variável resposta ( $Y$ ).

Segundo Montgomery et al. (2004, p.183) “o método dos mínimos quadrados pode ser usado para estimar os coeficientes de regressão no modelo de regressão linear múltipla”. A Figura 22 mostra a notação matricial:

Figura 22 – Notação matricial da regressão dos mínimos quadrados

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \dots \\ \beta_k \end{pmatrix} \quad \boldsymbol{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \dots \\ \epsilon_n \end{pmatrix}$$

Fonte: Montgomery et al. (2004)

A fórmula (4.3) para a estimativa de mínimos quadrados de  $\beta$  é dada através de Fórmula segundo Montgomery et al. (2004):

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y \quad (4.3)$$

A matriz  $X'X$  é frequentemente não singular, de modo que os métodos descritos sobre determinantes e métodos para inverter estas matrizes podem ser usados para encontrar o inverso da multiplicação da matriz transposta de  $X$  pela própria matriz  $X$  (MONTGOMERY et al., 2004).

Segundo Abbad e Torres (2002) para que o uso da equação de RLM seja eficaz na predição da variável dependente em estudo, o pesquisador deve examinar previamente os pressupostos da RLM, bem como identificar as consequências de sua violação. Os pressupostos são: a multicolinearidade, a singularidade, a homogeneidade nas variâncias, a normalidade e a linearidade.

Além disso, deve-se identificar as consequências da violação dos respectivos pressupostos (multicolinearidade, singularidade, homogeneidade nas variâncias, normalidade e a linearidade). (MOREIRA, 2005)

O coeficiente de determinação indica o poder explicativo da regressão. A unidade de medida é a percentagem, uma vez que para os modelos de regressão linear múltipla o coeficiente de determinação ajustado é mais apropriado do que o coeficiente de determinação - utilizado em modelos de regressão linear simples. (BRITO et al., 2007).

O coeficiente de determinação nos dá uma medida da eficiência das equações para aproximar os dados. Para a  $i$ -ésima observação, a diferença entre o valor observado da variável dependente  $Y_i$  e o valor estimado da variável dependente  $Y$  é chamada de  $i$ -ésimo resíduo. (COLOSSI, 2012).

De acordo com Corrar et al. (2007), o coeficiente de determinação indica quanto da variação na variável dependente  $Y$  é explicado pelas variações na variável independente  $X$ . quando o coeficiente de determinação do modelo for igual a zero, o modelo não se ajusta aos dados, e quando o coeficiente de determinação for igual a 1, o ajustamento é perfeito.

O coeficiente de determinação é o mais indicado para modelos de regressão linear simples (RLS) e a sua fórmula (4.4) é dada da seguinte maneira:

$$R_{\alpha}^2 = \left( \frac{SQReg}{SQT} \right) \quad (4.4)$$

O coeficiente de determinação  $R_{\alpha}^2$  é calculado pela relação entre a Soma dos Quadrados devida à Regressão (SQReg) e pela Soma dos Quadrados Totais (SQT). O valor de SQT é obtido através da soma entre a Soma dos Quadrados devida à Regressão (SQReg) e a Soma dos Quadrados Totais (SQT) - (SUBRAMANIAN et al., 2007)

O coeficiente de determinação ajustado é utilizado em modelos de regressão linear múltipla, e pode ser interpretado como a porção da variabilidade na variável dependente que pode ser explicada pela equação de regressão múltipla estimada. Dessa forma, quando ele é multiplicado por 100, pode ser interpretado como a percentagem de variação em  $Y$  que pode ser explicada pela equação de regressão estimada. (COLOSSI, 2012).

O coeficiente de determinação ajustado da regressão linear múltipla é dado pela fórmula (4.5):

$$R_{\alpha}^2 = 1 - \left( \frac{SQReg}{SQT} \right) \cdot \left( \frac{n-1}{n-k-1} \right) \quad (4.5)$$

Sendo que  $n$  representa o número de observações da amostra,  $k$  representa o número de variáveis independentes do modelo e  $R_{\alpha}^2$ , o coeficiente de determinação múltipla ajustado,  $SQT$  é a Soma Total dos Quadrados e  $SQReg$  é a Soma dos Quadrados devida à Regressão. (SUBRAMANIAN et al., 2007).

Segundo Corrar et al. (2007), quando a pretensão é a comparação entre várias equações de regressão, envolvendo número de variáveis independentes diferentes, o valor do coeficiente de determinação ajustado é mais indicado que o do coeficiente de determinação

De acordo com Colossi (2012) é importante testar o modelo, visando realizar previsões para  $Y$  com certa segurança, através de um roteiro para o teste de um modelo com variáveis independentes.

Segundo Montgomery et al. (2004, p.193) “o teste para a significância da regressão determina se existe uma relação linear entre a variável resposta e um subconjunto de variáveis regressoras. As hipóteses apropriadas são:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_n = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

A rejeição de  $H_0$  implica que no mínimo uma variável regressora contribui significativamente para o modelo (MONTGOMERY et al, 2004).

Segundo Colossi (2012) a hipótese nula do modelo pode ser verificada através do Teste F. A regra de decisão de rejeitar  $H_0$  no nível de significância  $\alpha$ , se  $F > F_{s(P,n-P-1)}$ , sendo  $P$  o número de variáveis explicativas de regressão e  $F$  é a estatística teste. Subramanian et al. (2007) explicam que a relação pode ser escrita através da Fórmula 4.6:

$$F = \frac{QMReg}{QMRes} \quad (4.6)$$

A variável  $QMReg$  é igual ao Quadrado Médio devido à Regressão, e  $QMRes$  o Quadrado Médio devido à variação Residual (SUBRAMANIAN et al., 2007).

O teste F consiste em se verificar a probabilidade de que os parâmetros da regressão em conjunto sejam iguais a zero, caso em que não existiria uma relação estatística significativa. Significa verificar se a combinação linear das variáveis independentes exerce

influência significativa ou não sobre a variável dependente. A maneira mais simples de se verificar a significância do modelo geral é testando a hipótese nula de que a quantia de variação explicada pelo modelo de regressão seja maior que a variação explicada pela média (CORRAR et al., 2007).

Para testar a hipótese de que a inclinação da população  $\beta_j = 0$ , a expressão pode ser escrita de uma forma genérica para a regressão linear múltipla (ABBAD & TORRES, 2002), de acordo com a fórmula (4.7):

$$t = \frac{b_k}{S_{b_k}} \quad (4.7)$$

Segundo Corrar et al. (2007) a variável  $t$  representa a estatística  $t$  para uma distribuição com  $n - P - 1$  graus de liberdade, sendo  $P$  o número de variáveis dependentes da equação na regressão linear múltipla,  $S_{b_k}$  é o erro padrão do coeficiente de regressão  $b_k$ .

Em modelos de regressão linear múltipla que apresentem diversas variáveis explicativas, é comum que tais variáveis apresentem interdependência. Esta relação de interdependência entre as variáveis é denominada multicolinearidade. (ABBAD e TORRES, 2002).

A multicolinearidade refere-se à forte relação existente entre as variáveis independentes, que, como consequência, diminui o poder preditivo de uma ou mais variáveis selecionadas em função de outra. Duas ou mais variáveis altamente correlacionadas levam a dificuldades na separação dos efeitos de cada uma delas isoladamente sobre a variável dependente, fornecendo informações similares para explicá-la e prevê-la, fazendo com que uma delas perca significância na explanação do comportamento do fenômeno (CORRAR et al., 2007).

A relação de interdependência quase sempre presente pode ser facilmente identificada; medi-la, entretanto, não é tarefa simples. De modo bastante pragmático, identificar a presença de multicolinearidade em pouco contribui no sentido de saber se isso representa um problema ou não para o modelo. É preciso aquilatar a magnitude da multicolinearidade para saber se ela é severa – caso em que exige tratamento – ou não; surge então o problema de saber qual a medida adequada a ser utilizada. Nestas situações, variáveis colineares não fornecem novas informações para o modelo, tornando-se difícil separar o efeito dessas variáveis na variável resposta. Nesses casos os valores dos coeficientes de regressão para as variáveis

correlacionadas podem flutuar drasticamente, dependendo se as variáveis estão ou não incluídas no modelo. (MOREIRA, 2005).

Se o conjunto de variáveis independentes for totalmente interdependente os coeficientes de regressão não poderão ser estimados uma vez que a matriz resultante da multiplicação da matriz transposta das variáveis independentes será singular e não será possível a inversão dessa matriz necessária para cálculo dos coeficientes de regressão (MOREIRA, 2005).

Moreira (2005) ressalta que a presença da multicolinearidade severa faz com que os coeficientes não reflitam nenhum efeito particular da variável explicativa na regressora, pois o coeficiente estará contaminado pelo efeito de outras variáveis e apenas um efeito parcial lhe poderá ser atribuído.

Em relação à soma dos quadrados da regressão (SSR), a redução por conta da adição da variável explicativa será modesto e seu valor vai depender de quais outras variáveis estão no modelo não podendo ser atribuído a nenhuma delas em particular. (MOREIRA, 2005).

Por outro lado se o objetivo for somente a previsão da variável dependente, o problema da multicolinearidade é menos relevante devido ao não impedimento da possibilidade de um ajuste afetar as inferências sobre novas observações ou sobre a resposta média da variável dependente. (MOREIRA, 2005). O Quadro 5 mostra a soma dos quadrados e quadrado da média aritmética de regressão e dos resíduos.

Quadro 5 – Soma dos quadrados e quadrado da média aritmética de regressão e dos resíduos

<b>FONTE</b>	<b>GL</b>	<b>SOMA DOS QUADRADOS</b>	<b>QUADRADO DA MÉDIA ARITMÉTICA (VARIÂNCIA)</b>	<b>F</b>
Regressão	P	SQReg	$QMReg = SQReg/P$	$F = QMReg/QMRes$
Erro	$n - p - 1$	SQR	$QMRes = SQR / (n - p - 1)$	
<b>Total</b>	$n - 1$	STQ		

Fonte: Subramanian et al. (2007)

De acordo com Moreira (2005) existem indicadores capazes de identificar a multicolinearidade. Um deles é a matriz de correlação de ordem zero das variáveis explicativas. Outra maneira de identificar a multicolinearidade é verificar quando um

conjunto de variáveis preditoras são significantes, ao passo que individualmente não apresentam significância.

Isso reflete o caso em que a estatística  $F$  da regressão é altamente significativa, mas o valor da estatística  $t^*$  não aponta algum  $\hat{\beta}_j$  significativo. Isso ocorre porque  $F$  mede a relação de regressão do conjunto de preditores com a variável dependente, ao passo que  $t^*$  mede a contribuição de uma única variável explicativa. (MOREIRA, 2005).

A Fórmula (4.8) pode ser deduzida como:

$$FIV = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (4.8)$$

$FIV$  representa o Fator Inflacionário de Variância, sendo que  $R_j^2$  é o coeficiente de determinação múltipla da variável explicativa  $X_j$  com todas as outras variáveis  $X$ , para  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ . (SUBRAMANIAN et al., 2007).

Segundo Corrar (2007) a análise multivariada requer testes de suposições para as variáveis separadas e em conjunto. Os principais pressupostos para a regressão são: normalidade de resíduos, homocedasticidade e multicolinearidade entre as variáveis independentes.

De acordo com Subramanian et al. (2007) a normalidade dos resíduos é uma suposição para que os resultados do ajuste do modelo sejam confiáveis. Na estatística o teste de normalidade é utilizado para verificar se um conjunto de dados de uma variável aleatória está corretamente bem modelada por uma distribuição normal.

Subramanian et al. (2007) explicam que o modelo de regressão linear só pode ser validado se os erros forem normais. Portanto, caso o teste aponte que esta premissa não foi atendida, os resultados da regressão não podem ser usados.

Abbad e Torres (2002) afirmam que a singularidade ocorre quando as variáveis são perfeitamente correlacionadas. Tanto a multicolinearidade quanto a singularidade são temas derivados de uma matriz de correlação com elevado grau de correlação entre as variáveis.

De acordo com Abbad e Torres (2002) a singularidade pode causar problemas lógicos estatísticos, uma vez que as variáveis redundantes dificultam a análise através da redução dos graus das margens de erros.

A suposição de homogeneidade das variâncias de populações normais univariadas, dentre vários motivos, é extremamente importante para se testar a hipótese de igualdade das médias. (ABBAD e TORRES, 2002).

Alternativamente, em situações de populações normais multivariadas, tem-se como suposição básica a igualdade de matrizes de variâncias covariâncias para se testar a igualdade de vetores de médias. BORGES e MAZUCHELI, 2010).

Borges e Mazucheli (2010) afirmam que antes da aplicação dos testes de variância (ANOVA), é importante verificar se a homocedasticidade é válida, pelo menos aproximadamente.

A linearidade significa que a relação entre as variáveis independentes e dependentes é linear. (ABBAD e TORRES, 2002).

De acordo com Subramanian et al. (2007) a linearidade mede a variação de tendência para diversos valores de referência. A avaliação se dá através da inclinação da reta formada pelos diferentes valores de referência à respectiva tendência.

### 4.3 Pesquisas sobre regressão linear múltipla e sua aplicabilidade

O Quadro 6 mostra o contexto e a aplicabilidade da técnica de regressão linear múltipla, mostrando as obras científicas e os principais objetivos de seus respectivos autores. Em relação à coluna caracterizada como Descrição da Obra, será mostrado o que foi feito **(1)**, como foi feito **(2)** e os resultados **(3)** das obras de alguns autores que utilizaram a técnica da RLM..

Quadro 6 – Contexto e aplicabilidade da técnica de regressão linear múltipla

Autor / Tipo de Obra	Descrição da obra
Moreira (2005) / Artigo	<p><b>(1)</b> Mostrar como identificar e tratar a multicolinearidade em modelos de RLM através de um exemplo prático.</p> <p><b>(2)</b> Utilização do teste F – se apresentar significância há multicolinearidade, do Índice de Condição (IC) – onde valores acima de 30 implica em multicolinearidade severa; utilização da fórmula do Fator Inflacionário de Variância e utilização do modelo de Ferrar e Glauber.</p> <p><b>(3)</b> A estatística de Ferrar e Glauber inicialmente foi útil para identificar a multicolinearidade em análise de RLM, porém um indicador FG igual a 172,12 versus um valor crítico de 9,49 mostrou que ainda existia multicolinearidade. A estatística de Ferrar e Glauber não é conclusiva para tratar a multicolinearidade.</p>

Osborne e Waters (2002) / Artigo	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Testar se os resíduos apresentam distribuição normal, média igual a zero, variância desconhecida e os erros não estão correlacionados em modelos de regressão linear múltipla</li> <li>(2) Utilização de softwares estatísticos que permitiram identificar a presença ou ausência de <i>outliers</i> dos erros</li> <li>(3) Os autores concluíram que checar os pressupostos da análise residual permitem que pesquisadores não cometam erros no momento de escolha de um modelo de RLM.</li> </ol>
Pedrini, Sant'anna e Caten (2009) / Artigo	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Apresentar uma sistemática que oriente a aplicação de gráficos de controle de regressão múltipla em um sistema produtivo.</li> <li>(2) Aplicação combinada dos gráficos de controle estatísticos e regressão linear múltipla</li> <li>(3) O método proposto foi aplicado e validado em um processo de extrusão de bandas de rodagem de uma indústria de borrachas. Conclui-se a facilidade que esta sistematização entre CEP e RLM podem gerar. Durante a aplicação do gráfico de controle de RLM foram identificadas duas amostras fora dos limites de controle.</li> </ol>
Petrocelli (2003) / Artigo	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Identificar problemas comuns em modelos de regressão hierárquica e revelar possíveis soluções.</li> <li>(2) Utilizar modelos de RLM como uma possível solução e analisar seus pressupostos.</li> <li>(3) A regressão hierárquica pode produzir resultados eficazes semelhantes à regressão <i>stepwise</i>. Um dos erros mais comuns no uso da regressão hierárquica é a violação de pressupostos.</li> </ol>
Sellito e Ribeiro (2004) / Artigo	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Desenvolver e aplicar um método para a construção de indicadores com a finalidade de avaliar aspectos intangíveis de um sistema produtivo</li> <li>(2) Utilização do mapeamento teórico das variáveis não-manifestas utilizando a regressão linear múltipla através do software SPSS.</li> <li>(3) Conclui-se que as estruturas dos modelos pode ser deduzido pelo uso do modelo proposto para a medição de conceitos intangíveis, desde que haja</li> </ol>

	procedimentos que previnam a perda da mútua exclusividade
Baptistella et al. (2000) / Artigo	<p>(1) Realizar uma estimativa dos valores venais de imóveis</p> <p>(2) Utilizar a técnica de Redes Neurais Artificiais e aplicar a Regressão Linear Múltipla através do software <i>Matlab 6.5</i></p> <p>(3) A análise multivariada aplicada reduziu o número de variáveis necessárias ao cálculo da determinação do valor venal de imóveis na cidade de Guarapuava, não prejudicando a compreensibilidade do modelo obtendo variáveis não correlacionadas.</p>
Oliveira (2012) / Dissertação	<p>(1) Utilização da regressão linear múltipla, correlacionando visibilidade e outros parâmetros meteorológicos e o Índice de Estabilidade do Nevoeiro</p> <p>(2) Utilização da Regressão dos Mínimos Quadrados utilizando Microsoft Excel.</p> <p>(3) A técnica de RLM foi eficaz no que se refere à previsão de nevoeiro de radiação para o Aeródromo de Guarulhos.</p>
Dalchiavon et al. (2013) / Artigo	<p>(1) Selecionar os melhores componentes da produção para explicar a variabilidade da produtividade do arroz.</p> <p>(2) Utilização da técnica de RLM através do software SAS.</p> <p>(3) A técnica de RLM foi eficaz no que se refere à seleção dos melhores componentes para explicar a produtividade do arroz, uma vez que o modelo escolhido apresentou um coeficiente de determinação ajustado de 63,6%, estimando-se uma produtividade média de grãos de soja de 4642,4 kg.</p>
Coelho e Zancan (2012) / Artigo	<p>(1) Utilização do modelo de regressão linear múltipla para avaliação de aluguéis de salas comerciais.</p> <p>(2) Utilização de 47 dados referentes a 4 variáveis independentes: idade aparente, área total, frente e distância.</p>

	<p>(3) O modelo de RLM mostrou que através do banco de dados com 51 pesquisas de salas, 4 variáveis explicaram o valor dos aluguéis de salas comerciais, como: idade aparente, área total, frente e distância à Igreja Matriz.</p>
<p>Guarnieri (2006) / Dissertação</p>	<p>(1) Produzir informações que atendam principalmente as atividades ligadas à geração e distribuição de energia</p> <p>(2) Utilização do modelo Eta/CPTEC juntamente com modelos de Redes Neurais e Regressões Lineares Múltiplas.</p> <p>(3) A RLM forneceu um modelo de previsão, uma vez que o valor de R-sq foi superior a 60% e as análises de pressupostos foram atendidas.</p>

Fonte: elaborado pelo autor

O Mapeamento Cognitivo (apresentado na seção 3) permite identificar as variáveis da situação problemática e analisar através de uma forma macroscópica como o gestor pensa acerca do problema, porém esta técnica não permite a mensuração destas variáveis para com o Resultado Operacional.

A Regressão Linear Múltipla permite identificar o impacto das respectivas variáveis regressoras ( $X_t$ ) na variável resposta ( $Y$ ). Os coeficientes lineares de cada variável regressora ( $\beta_t$ ) são os parâmetros das variáveis, permitindo assim a mensuração em relação à variável resposta.

Então a técnica qualitativa (Mapeamento Cognitivo) e a RLM e RLS serão usadas simultaneamente nesta pesquisa com o intuito de analisar como o diretor financeiro pensa acerca do impacto das variáveis empresariais no RO da empresa, e quais variáveis apresentaram impactos significativos.

## 5 Metodologia

A seção 5.1 apresenta os critérios metodológicos utilizados na pesquisa, segundo o ponto de vista de sua finalidade, dos objetivos, da forma de abordagem, do ponto de vista dos procedimentos, do local de realização e do ponto de vista da passagem do tempo.

A seção 5.2 apresenta as etapas metodológicas para a realização da pesquisa, como a aplicação do Mapeamento Cognitivo junto ao decisor (diretor financeiro), aplicação da técnica de Correlação de Pearson, análise descritiva do Resultado Operacional da empresa e utilização da técnica de regressão linear simples (RLS) e regressão linear múltipla (RLM).

A seção 5.3 mostra o instrumento de coleta de dados da pesquisa. A seção 5.4 mostrará o instrumento de análise dos dados e finalmente a seção 5.5 será responsável pela caracterização da amostra.

### 5.1 Caracterização da dissertação

Na estruturação dos objetivos da dissertação, esta possui caráter descritivo-exploratório, uma vez que os fatos serão observados, analisados e registrados na pesquisa. A pesquisa aborda o impacto de variáveis organizacionais no Resultado Operacional de uma mineradora de médio porte, sendo que a análise descritiva fundamenta este tipo de pesquisa.

Miguel (2007) afirma que as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Em relação ao procedimento técnico, será realizada uma modelagem sobre as variáveis empresariais que influenciam o processo de tomada de decisão de uma mineradora de médio porte localizada no Estado de São Paulo – ver Miguel (2007), Nakano e Berto (1999).

A modelagem baseia-se no uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de uma situação problemática e a estatística utiliza técnicas para simular o funcionamento de modelos. (NAKANO e BERTO, 1999)

Turato (2005, p.510) explica que “as metodologias qualitativas são aquelas capazes de incorporar a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações, e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas tanto no seu advento quanto na sua transformação, como construções humanas significativas.”.

Em relação à metodologia quantitativa Miguel (2007) explica que a pesquisa quantitativa aborda as análises que podem ser quantificadas, o que significa a tradução em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. A pesquisa requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

Do ponto de vista de sua finalidade a pesquisa é aplicada porque os conhecimentos adquiridos serão utilizados para a aplicação prática com o objetivo de solucionar problemas da empresa (RODRIGUES, 2006). Nesta pesquisa a solução de problemas para a empresa constitui na identificação de variáveis empresariais internas e externas que impactam o RO da mineradora (como por exemplos os custos de produção) e a identificação de seus respectivos impactos (parâmetros da RLM).

Uma vez identificadas as variáveis empresariais da situação problema, será possível que o diretor financeiro elabore um plano estratégico para minimizar o impacto de custos de produção (variáveis empresariais internas) no RO da empresa, contribuindo assim para uma finalidade prática.

Em relação ao ponto de vista da passagem do tempo, trata-se de uma pesquisa longitudinal e transversal.

Em estudos transversais coletam-se simultaneamente informações sobre uma variedade de características que são posteriormente cruzadas em tabelas de contingência. O estudo longitudinal é um método de pesquisa que visa analisar as variações nas características dos mesmos elementos amostrais ao longo de um período de tempo. (WALTRICK; DUARTE, 2000)

O Mapeamento Cognitivo (MC) tem como objetivo coletar informações sobre as variáveis empresariais que impactam o RO da mineradora (pesquisa transversal) e posteriormente o banco de dados referente a cada PVF e PVE identificados no mapa será analisado ao longo de um período de tempo – fevereiro de 2009 até setembro de 2012 – (pesquisa longitudinal).

Do ponto de vista do local de realização trata-se de um estudo de campo. A pesquisa de campo procede à observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e à análise e interpretação dos dados (MIGUEL, 2007).

## **5.2 Etapas metodológicas para a elaboração da dissertação**

Para a elaboração das etapas metodológicas da pesquisa, optou-se pela construção do Quadro 8.

Quadro 8 – Etapas metodológicas para a elaboração da pesquisa

Etapa / Tipo de Abordagem da Pesquisa	Procedimento
Aplicação do Mapeamento Cognitivo / Abordagem Qualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar decisores / <i>stakeholders</i></li> <li>• Construir um rótulo para o problema</li> <li>• Identificação dos EPAs</li> <li>• Construção de conceitos</li> <li>• Construção de hierarquia de conceitos</li> <li>• Identificação das linhas de argumentação</li> <li>• Identificação dos ramos do mapa</li> <li>• Identificação de clusters</li> <li>• Identificação dos PVFs</li> </ul>
Aplicação da Correlação de Pearson e análise descritiva do Resultado Operacional / Abordagem Quantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar o banco de dados fornecido pelo diretor financeiro referente a cada PVF e PVE identificados no mapa e aplicar o modelo de correlação de Pearson</li> <li>• Elaboração de histograma, gráfico de pontos e gráfico de evolução do Resultado Operacional Financeiro</li> <li>• Identificar o P correlação de cada variável empresarial</li> <li>• Identificar o P valor de cada variável empresarial (teste de hipótese)</li> </ul>
Aplicação do modelo de regressão linear simples (RLS) e regressão linear múltipla (RLS) / Abordagem Quantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar o banco de dados fornecido pelo diretor financeiro referente a cada PVF identificado no mapa e aplicar as técnicas de regressão linear simples e múltipla</li> <li>• Testar a significância das variáveis</li> <li>• Testar o coeficiente angular da reta de regressão</li> <li>• Testar os resíduos</li> <li>• Testar a normalidade de resíduos</li> <li>• Identificar o modelo adequado através da análise dos pressupostos da regressão linear múltipla</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

A primeira etapa do procedimento metodológico corresponde à aplicação do mapeamento cognitivo junto ao diretor financeiro da mineradora. As etapas do mapeamento cognitivo são fundamentais para a elaboração da pesquisa qualitativa. Uma vez identificados os conceitos, a hierarquia de conceitos, as linhas de argumentação, os ramos do mapa e os *clusters* no mapa cognitivo, serão coletados os dados referentes a cada Ponto de Vista

Fundamental (PVF) e cada Ponto de Vista Elementar (PVE) juntamente com o diretor financeiro da empresa.

A segunda etapa do procedimento metodológico baseia-se na aplicação do modelo de Correlação de Pearson entre as variáveis empresariais e o Resultado Operacional da empresa. Nesta etapa haverá também uma análise descritiva e quantitativa dos dados referentes ao Resultado Operacional da mineradora.

A terceira etapa mostrará a aplicação das técnicas de regressão linear. A regressão linear múltipla será utilizada para mostrar o impacto conjunto que as variáveis empresariais (identificadas como PVFs e PVEs no mapa cognitivo) representam no Resultado Operacional (RO).

Nesta terceira etapa, a ferramenta *Best Subsets* será utilizada para identificar o melhor modelo de regressão linear múltipla nesta pesquisa. A regressão linear simples será usada para mostrar o impacto individual de cada PVF e PVE no Resultado Operacional da mineradora.

### **5.3 Instrumento de Coleta de Dados**

De acordo com Silva (2012) o instrumento de coleta de dados da pesquisa foi a entrevista semiestruturada. O Mapeamento Cognitivo será usado para detectar as variáveis empresariais que provocam impacto no Resultado Operacional da companhia.

De acordo com Piratelli e Belderrain (2010) o Mapeamento Cognitivo é uma ferramenta bastante utilizada na Pesquisa Operacional. Contribui como uma ferramenta útil para a resolução e estruturação de situações problemáticas e auxilia na interpretação de estratégias.

De acordo com Girondi (2013) atualmente o mapeamento cognitivo vem sendo utilizado como um instrumento metodológico em pesquisas da Engenharia Produção. A eficácia desta técnica é comprovada atualmente.

O software utilizado para a aplicação do mapeamento cognitivo será o Decision Explorer 3.0, *Banxia*.

### **5.4 Instrumento de Análise de Dados**

As principais técnicas utilizadas para analisar os dados desta dissertação foram o teste de Correlação de Pearson, a regressão linear simples (RLS) e a regressão linear múltipla (RLM). O teste de Correlação de Pearson mostrará a associação linear entre as variáveis empresariais e o RO da empresa.

De acordo com Henriques (2011) a análise de regressão estuda o relacionamento entre uma variável chamada dependente e outras variáveis chamadas independentes.

Henriques (2011) ressalta que o método da regressão linear múltipla permite desvendar os reais impactos que as variáveis a serem analisadas provocam na variável dependente. Na verdade este método expõe uma relação de dependência equivalente a uma função matemática.

O método de RLS permite mensurar o impacto de uma variável regressora na variável resposta, através da utilização de testes de hipóteses (coeficiente angular e coeficiente linear) e análise do coeficiente de determinação (R-Sq) do modelo.

O software utilizado para a aplicação da técnica de regressão linear múltipla será o Minitab versão 16.1.

### **5.5 Caracterização da Amostra**

A técnica de amostragem desta pesquisa é caracterizada como não probabilística e intencional - Miguel (2007). A técnica do MC foi aplicada apenas ao diretor financeiro da empresa porque ele possui a tarefa de comparar o impacto de variáveis empresarias no RO da companhia, sendo que os demais diretores não possuem esta mesma tarefa dentro da empresa.

O diretor financeiro da mineradora estudada forneceu o banco de dados de cada variável empresarial no período de fevereiro de 2009 até setembro de 2012 (início desta pesquisa). Os dados referentes ao PIB da Indústria e PIB da Construção Civil (descritos pelo diretor no momento da aplicação do mapeamento cognitivo) foram coletados pelo pesquisador junto ao IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas.

Miguel (2007) afirma que a amostragem não probabilística e intencional refere-se aos elementos que são selecionados e julgados como adequados baseado em escolhas de casos específicos.

O banco de dados utilizado nesta pesquisa refere-se a 44 períodos. É recomendado, em modelos de regressão linear múltipla, que o banco de dados possua valores suficientes para não comprometer a pesquisa, com a finalidade de não comprometer a análise de pressupostos como, por exemplo, o teste de significância das variáveis e a análise residual. (ABBAD e TORRES, 2002).

Os valores dos dados reais fornecidos pelo gestor (diretor financeiro) foram transformados nesta pesquisa, tratando-se de uma exigência do gestor em manter o sigilo de dados confidenciais da empresa – ver Apêndice C

## **6 Descrição da Empresa e Apresentação de Resultados**

### **6.1 Considerações iniciais**

Esta seção contém a descrição da empresa estudada, mostrando os projetos que a empresa desenvolve. Em seguida, é mostrada a aplicação do mapeamento cognitivo junto ao diretor financeiro, com a finalidade de identificar as variáveis empresariais que impactam o RO da mesma.

Logo após é demonstrada a análise estatística descritiva do banco de dados referente ao RO da empresa no período compreendido entre fevereiro de 2009 até setembro de 2012.

Em seguida é realizado o teste de Correlação de Pearson, demonstrando a associação linear de cada variável empresarial no Resultado Operacional. Posteriormente a técnica de regressão linear múltipla mostrará o impacto das variáveis empresariais no RO, sendo que a ferramenta *Best Subsets* fornecerá o melhor modelo.

Finalmente a análise de regressão linear simples (RLS) mostra o impacto individual de cada variável empresarial no RO da empresa.

### **6.2 Descrição da Empresa Estudada**

A mineradora estudada nesta dissertação foi fundada em 1959, atuando primeiramente na extração de areias quartzosas no litoral sul do Estado de São Paulo. É uma empresa de capital privado e de sociedade limitada (LTDA) que atualmente pratica a exploração de minerais não metálicos, como areia industrial, calcário calcítico e dolomita.

Esta empresa extrai, beneficia e comercializa minerais não metálicos no mercado nacional e presta serviços associados ao seu fornecimento.

Atualmente esta companhia desenvolve práticas que minimizam os impactos da exploração de areia industrial no meio ambiente. Os impactos que as mineradoras causam ao meio ambiente representam desafios que os gestores buscam solucionar e manter o equilíbrio da natureza.

Atualmente a companhia adotou um Sistema de Gestão Ambiental, conforme a Norma da ISO 14001, propiciando as diretrizes adequadas para a gestão dos aspectos ambientais relacionados à mineração de areia industrial.

Alguns dados mostram o compromisso da empresa com as normas corretas de exploração de areia industrial, como: execução da lavra das minas de acordo com o

planejamento de lavra e atendimento ao estabelecido no plano de recuperação de áreas degradadas.

Esta empresa atua no *Projeto Plante essa Ideia*, onde as crianças são educadas a participar de ações de sustentabilidade ambiental. De acordo com dados do site da empresa, esta mineradora já plantou mais de 50 mil mudas nos últimos anos.

A mineradora também realiza o monitoramento das águas de suas propriedades e da qualidade do ar. Ela destina corretamente os resíduos da extração da areia industrial e patrocina eventos de educação ambiental. A empresa possui ainda reservas florestais que totalizam 31% de sua propriedade.

Os programas de responsabilidade social são práticas que demonstram o comprometimento, a solidez e a seriedade da empresa perante as instituições, à sociedade e demais empresas.

O comprometimento para com o próximo é um respaldo que a mineradora conquistou em uma cidade do interior do Estado de São Paulo, sendo reconhecida pela maioria da população, que enxerga sua importância econômica e social para o município.

A empresa presta apoio à sociedade, através de contribuições a entidades assistenciais (creches), integração Empresa Escola (UNESP – Geologia e Engenharia Ambiental e diversas escolas) e Projeto Páscoa na Empresa.

### **6.3 Análise qualitativa da pesquisa - Aplicação do Mapeamento Cognitivo**

As etapas da análise qualitativa da pesquisa (aplicação do Mapeamento Cognitivo) são: identificar decisores / *stakeholders*, construir um rótulo para o problema, identificação dos EPAs, construção de conceitos, construção de hierarquia de conceitos, estabelecimento de ligações de influência, identificação das linhas de argumentação, identificação dos ramos do mapa, identificação de *clusters*, identificação dos PVFs – ver Quadro 8.

Juntamente com o diretor financeiro (procedimento da etapa de identificação de *stakeholders* de aplicação do MC – ver Quadro 8) da mineradora em questão foi elaborado um título para o problema. O rótulo foi o seguinte: “Quais variáveis empresariais impactam o Resultado Operacional Financeiro da Mineradora avaliada?” (procedimento da etapa de aplicação do MC – ver Quadro 8).

Durante a reunião com o diretor financeiro, o facilitador (pesquisador) promoveu o *brainstorming* na aplicação da técnica do Mapeamento Cognitivo e o gestor começou a

elencar as variáveis empresariais que impactam o Resultado Operacional da mineradora, ou seja, os EPAs (procedimento referente à aplicação do MC – ver Quadro 8).

Na reunião, o facilitador questionou o diretor: “Quais são as variáveis que impactam o Resultado Operacional Financeiro da mineradora?”. As respostas a esta questão foram:

- PIB da indústria
- PIB da construção civil
- custos com combustíveis
- custos com energia elétrica
- custos com mão de obra
- custos com produtos químicos
- demanda de areia

O facilitador observou que os elementos haviam se esgotado, pois o decisor começou a repeti-los com algum grau de modificação entre as palavras. Portanto foi possível identificar sete EPAs que permitiram o início da construção do mapa.

Posteriormente houve a interconexão entre os elementos primários de avaliação com as representações mentais que começaram a ser elaboradas, iniciando a construção de conceitos (procedimento referente à etapa de aplicação do MC – ver Quadro 8). Em relação ao EPA denominado “custos com produtos químicos”, o facilitador pediu ao decisor como ele pensaria sobre este EPA de tal forma que ele fosse orientado à ação. O diretor então respondeu: “a empresa faz uso de elementos químicos”

Em seguida, o facilitador perguntou ao decisor: “Qual seria, para o Sr., o oposto da empresa fazer uso de elementos químicos?”. E o decisor respondeu: “deixar o material in natura.”.

Em relação ao EPA denominado PIB da indústria, foi perguntado ao diretor financeiro o motivo deste conceito ser importante. E o mesmo respondeu: “setor demandante de areia para fundição”. Em seguida o facilitador perguntou sobre o pólo oposto a este conceito, e o decisor respondeu: “não vender para este setor”.

Quanto ao EPA caracterizado como PIB da construção civil foi perguntado ao diretor financeiro a importância deste conceito, e o decisor respondeu: “setor que apresenta forte demanda para vidros planos”. Logo após o facilitador indagou sobre qual seria o pólo oposto a este conceito, e o diretor afirmou: “em alguns momentos há baixa demanda de areia no setor de vidros planos”.

Em relação ao EPA descrito como custos com combustíveis, o facilitador perguntou o por quê este conceito era importante, e o decisor respondeu: “muitos equipamentos móveis

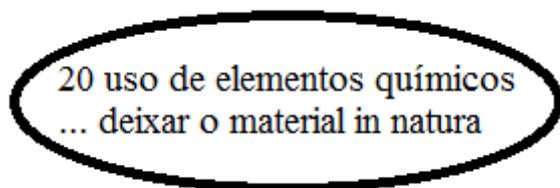
utilizam combustíveis” e o pólo negativo deste mesmo conceito, de acordo com o diretor financeiro, foi: “não há outra forma de carregar o material”.

Quanto ao EPA relatado como custos com energia elétrica, o diretor financeiro afirmou que este conceito é relevante porque é um item importante do custo, sendo que o pólo oposto a este conceito foi: “pouca significância”.

Em relação ao EPA elencado como custos com mão de obra, o facilitador perguntou ao decisor o motivo deste conceito ser importante, e este último respondeu: “a produtividade é um item importante do custo”. O pólo oposto a este conceito foi: “baixa produtividade”.

Sobre o EPA elencado como demanda de areia, o facilitador (pesquisador) perguntou ao decisor o motivo deste conceito ser importante, e o mesmo respondeu: “item relacionado às vendas” e o pólo oposto deste conceito foi descrito como: “poucas vendas”. A Figura 23 mostra o processo de construção do conceito 20 do mapa cognitivo.

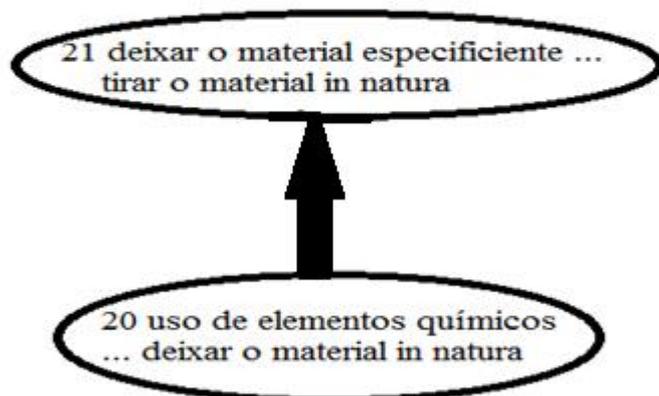
Figura 23 – Construção do conceito 20 pelo mapa cognitivo



Fonte: elaborado pelo autor

Em seguida iniciou-se a construção de hierarquia de conceitos (procedimento referente à etapa de aplicação do MC – ver Quadro 8). Em relação ao conceito 20, o facilitador perguntou ao decisor: “Por que usar elementos químicos era importante?”. E o decisor respondeu: “ a fim de deixar o material especificiente.” O facilitador perguntou qual era o pólo oposto a este conceito, e o decisor respondeu: “tirar o material in natura.” A Figura 24 mostra a construção da hierarquia do conceito 21 a partir do conceito 20 em direção ao fim (finalidade).

Figura 24 – Construção do conceito 21 a partir do conceito 20



Fonte: o autor

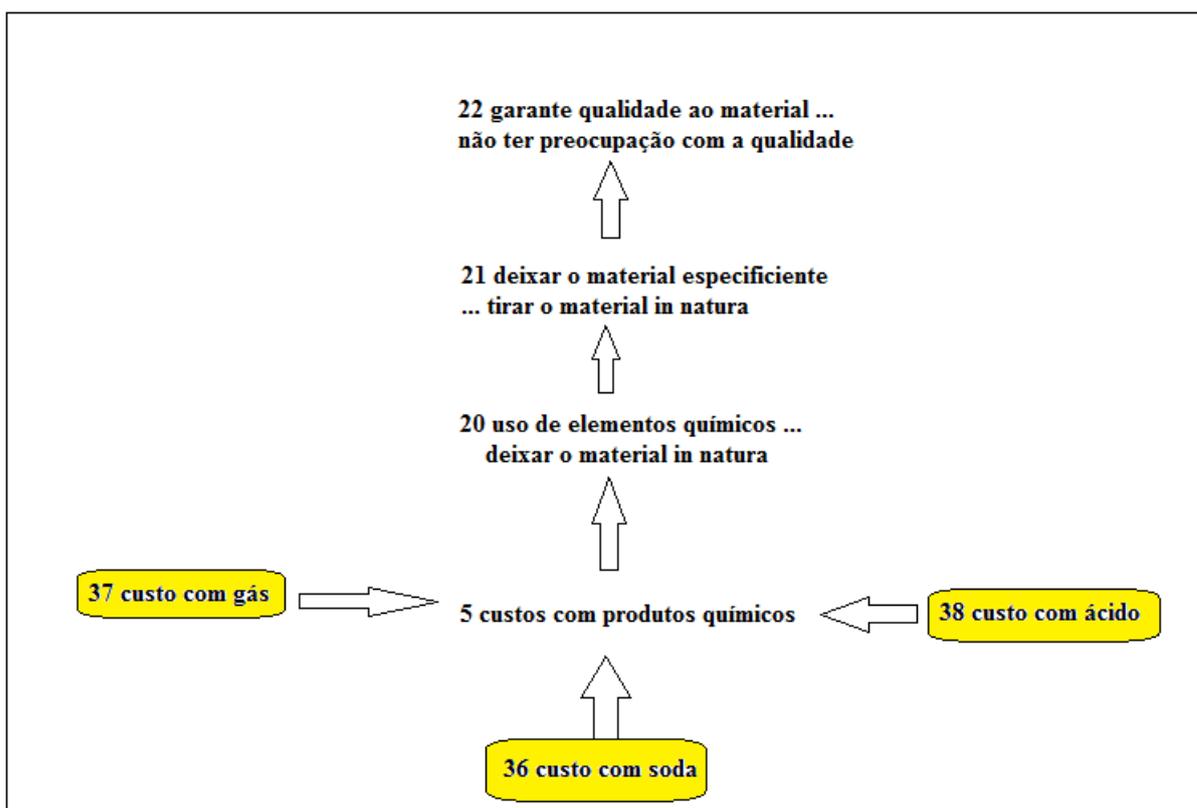
Na elaboração do mapeamento cognitivo, os conceitos apresentam relações de influência em relação a outros a partir do momento em que o decisor começa a elaborar o mapa. Estes conceitos podem ser sinalizados pelo sinal “+” ou por setas de direção.

No exemplo seguido, o facilitador perguntou sobre a importância de deixar o material especificiente, e a resposta do decisor foi: “garante qualidade ao material ... não ter preocupação com a qualidade”.

Nota-se neste exemplo, que a partir da elaboração do conceito 5, foram gerados os conceitos 20, 21 e 22, estabelecendo-se assim as ligações de influência conforme pode ser visto na Figura 20 .

A Figura 25 mostra que o conceito descrito pelo diretor financeiro como custos com produtos químicos é importante porque a empresa faz uso de elementos químicos com o objetivo de deixar o material especificiente, garantindo assim qualidade ao material.

Figura 25 – Estabelecimento de ligações de influência a partir dos conceitos 5, 20, 21 e 22



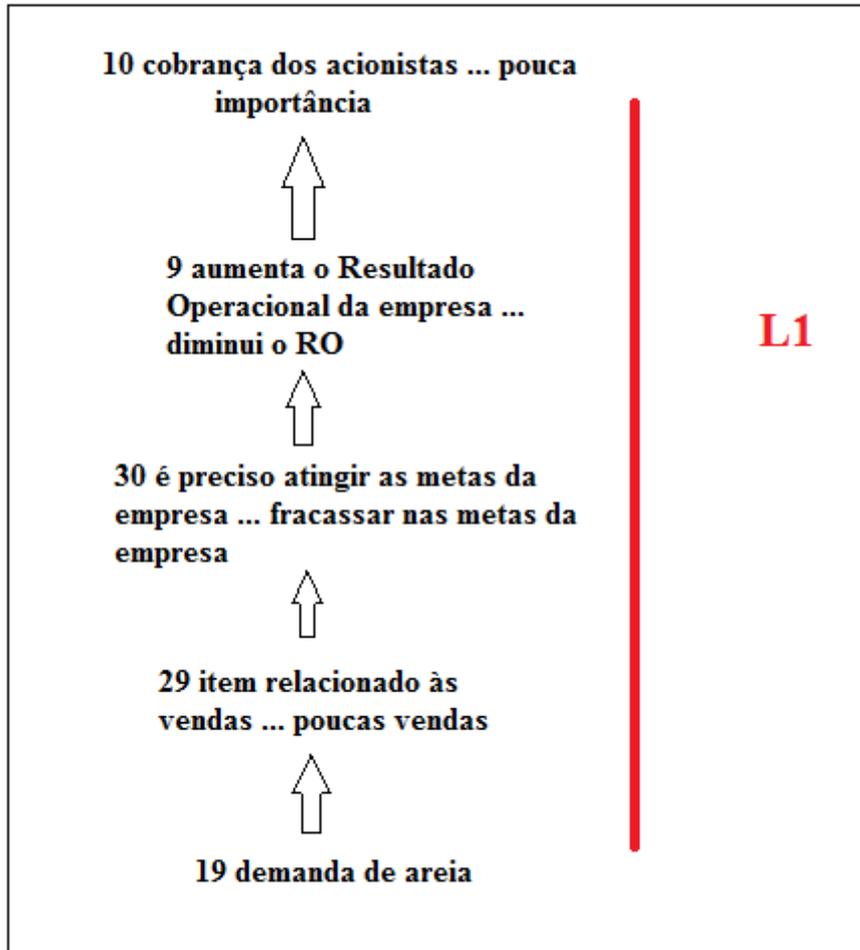
Fonte: elaborado pelo autor

Em seguida iniciou-se a identificação das linhas de argumentação (procedimento referente à etapa de aplicação do MC – ver Quadro 8).

Foram identificadas dezessete linhas de argumentação: L1 (formada pelos conceitos 19,29,30,9,10), L2 (formada pelos conceitos 2,11,12,9,10), L3 (formada pelos conceitos 1, 7, 8, 9 e 10), L4 (formada pelos conceitos 34,4,18,23,9 e 10), L5 (formada pelos conceitos 35,4,18,23,9 e 10), L6 (formada pelos conceitos 34,4,18,15,16,17,9,10), L7 (formada pelos conceitos 35,4,18,15,16,17,9 e 10), L8 (formada pelos conceitos 31,3,13,14,15,16,17,9 e 10), L9 (formada pelos conceitos 32,3,13,14,15,16,17,9 e 10) e L10 (formada pelos conceitos 33,3,13,14,15,16,17,9 e 10), L11 (engloba os conceitos 6,26,27,28,25,16,17, 9 e 10), L12 (formada pelos conceitos 36,5,20,21,22,24,17,9 e 10), L13 (constituída pelos conceitos 37,5,20,21,22,24,17,9 e 10), L14 (formada pelos conceitos 38,5,20,21,22,24,17,9 e 10), L15 (formada pelos conceitos 36,5,20,21,22,25,17,9 e 10), L16 (37,5,20,21,22,25,17,9 e 10) e L17 (constituída pelos conceitos 38,5,20,21,22,25,17,9 e 10).

As linhas de argumentação foram formadas a partir da entrevista com o diretor financeiro. A Figura 26 mostra a primeira linha de argumentação do mapa.

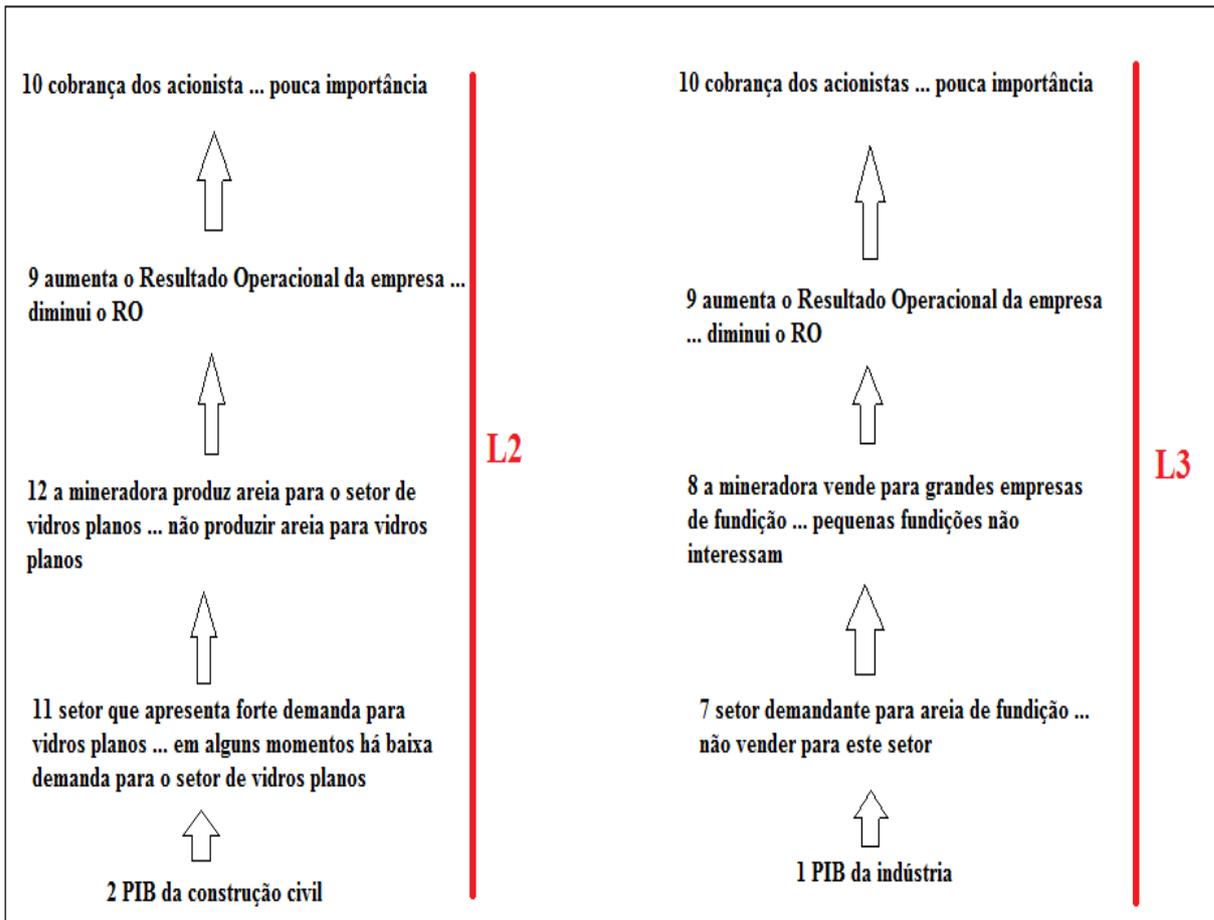
Figura 26 – Demonstração de L1 do mapa cognitivo



Fonte: o autor

A primeira linha de argumentação mostra que a demanda de areia é um item importante do problema, porque ela está relacionada às vendas e é preciso atingir as metas da empresa. Com isto, o RO da empresa aumenta (sendo uma cobrança dos acionistas). A Figura 27 mostra a segunda e a terceira linhas de argumentação do mapa.

Figura 27 – Demonstração de L2 e L3 do mapa cognitivo



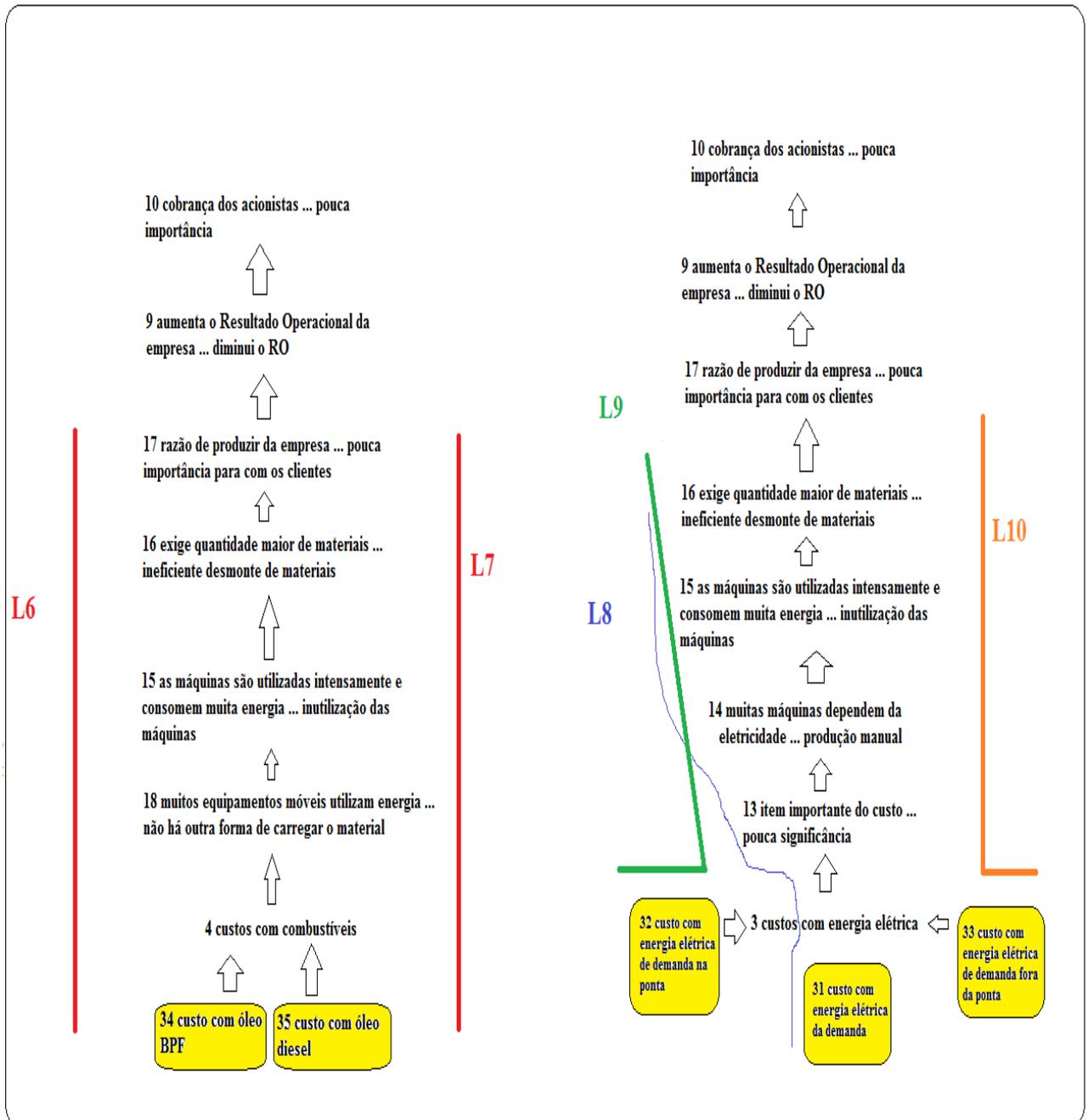
Fonte: elaborado pelo autor

Os conceitos da terceira linha de argumentação (L3) mostram na visão do diretor financeiro que o PIB da indústria é uma variável impactante no Resultado Operacional da empresa porque este setor é demandante de areia para fundição. Desta forma, a mineradora vende para grandes empresas de fundição, aumentando o RO da empresa (que é exigência dos acionistas).

O PIB da construção civil (representado por L2) é um setor que apresenta forte demanda para vidros planos, sendo que a mineradora produz areia para o setor de vidros planos. Com isto, ocorre um aumento do RO (que é exigência dos acionistas).

A Figura 28 mostra a sexta, sétima, oitava, nona e décima linhas de argumentação. A oitava, nona e décima linhas de argumentação (que foram descritas pelo diretor financeiro) mostram que os custos com energia elétrica são importantes porque muitas máquinas dependem da eletricidade para o beneficiamento de areia industrial. Porém as máquinas são utilizadas de forma intensa e contínua e consomem muita energia.

Figura 28 – Demonstração de L6, L7, L8, L9 e L10 do mapa cognitivo

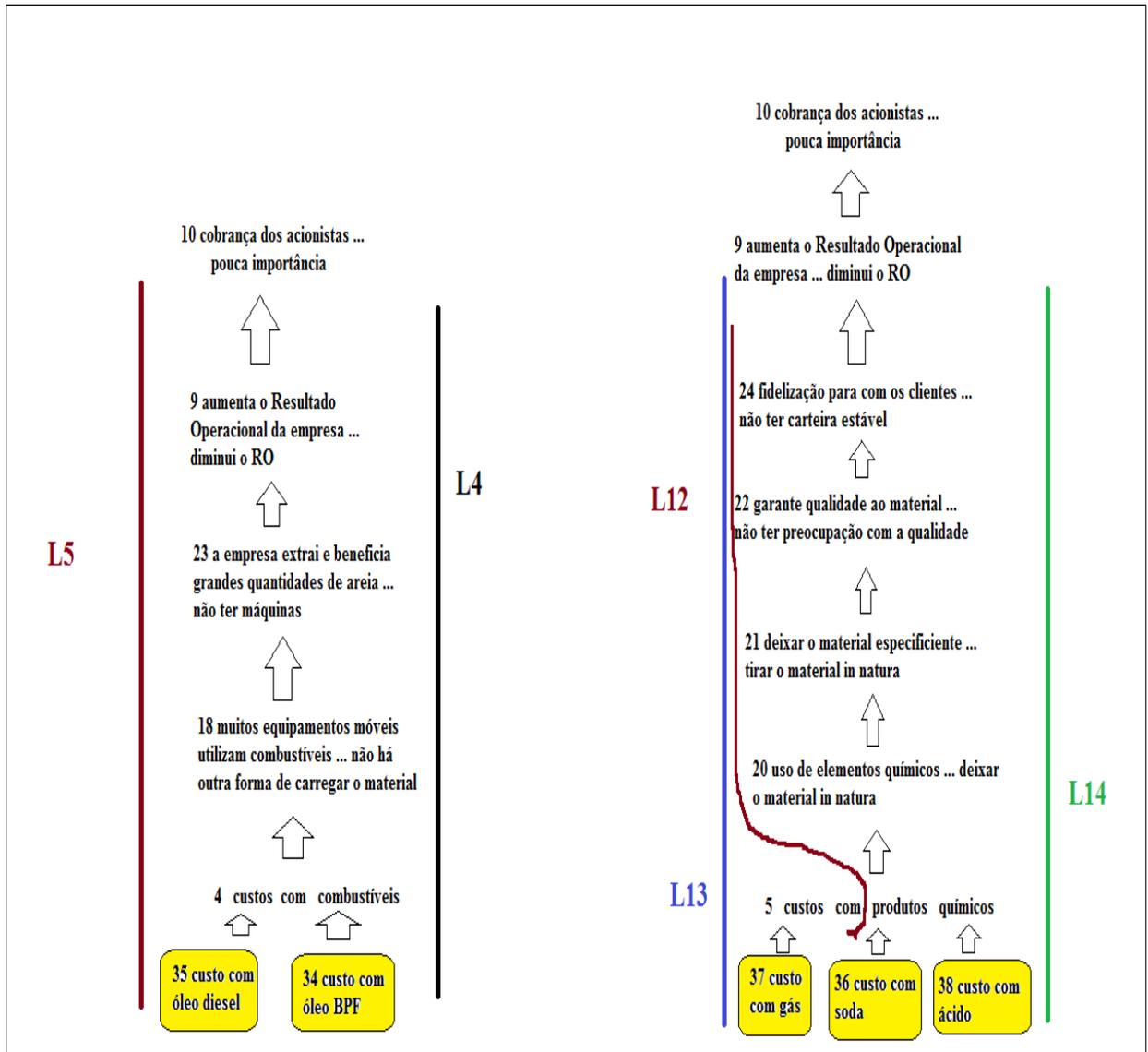


Fonte: elaborado pelo autor

Da mesma forma, a sexta e a sétima linhas de argumentação mostram que os custos com combustíveis são importantes porque muitos equipamentos móveis utilizam combustíveis, pois as máquinas são utilizadas intensamente e consomem muita energia.

A Figura 29 mostra a quarta, a quinta, a décima segunda, a décima terceira e a décima quarta linhas de argumentação. A quinta linha de argumentação é bastante parecida com a quarta linha de argumentação, pois ambas discorrem sobre os custos com combustíveis.

Figura 29– Demonstração de L4, L5, L12, L13 e L14



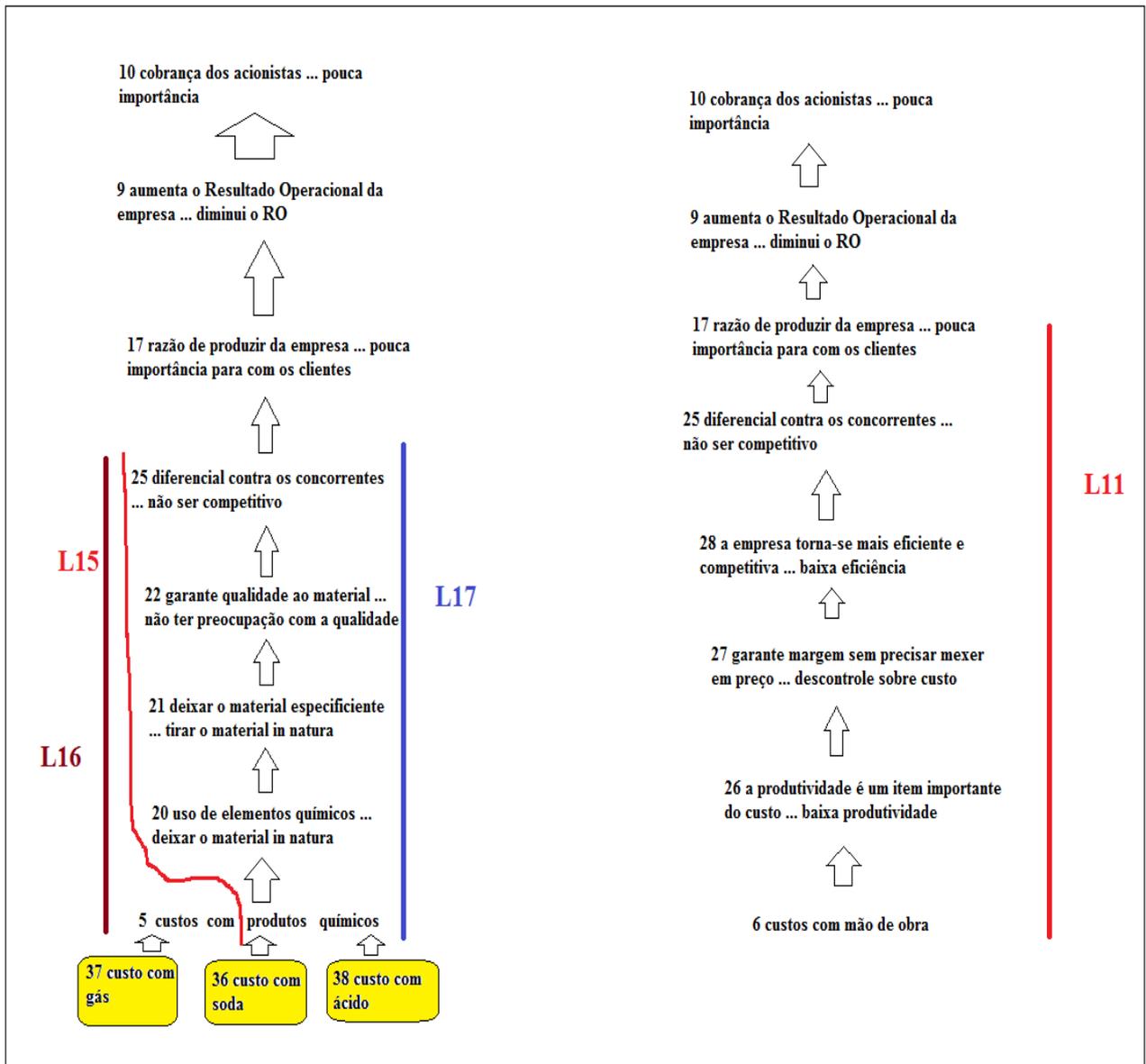
Fonte: o autor

A quinta linha de argumentação mostra que os custos com combustíveis são importantes porque muitos equipamentos móveis utilizam combustíveis, sendo que a empresa extrai e beneficia grandes quantidades de areia, aumentando o RO da empresa. O aumento do RO é uma cobrança dos acionistas.

A décima segunda, a décima terceira e a décima quarta linhas de argumentação revelam que os custos com produtos químicos são importantes para a empresa, porque esta faz uso de elementos químicos, com a finalidade de tornar a areia (material) especificante. Desta forma, o material adquire qualidade, sendo importante para fidelizar os clientes (o que na verdade é a razão de produzir da empresa e é uma exigência dos acionistas).

A Figura 30 mostra a décima primeira, a décima quinta, a décima sexta e a décima sétima linhas de argumentação do mapa cognitivo. Pode-se observar que L15, L16 e L17 se assemelham bastante – ambas discorrem sobre a importância do uso de produtos químicos na mineradora.

Figura 30 – Demonstração de L11, L15, L16, L17



Fonte: o autor

A décima primeira linha de argumentação mostra que o custo com a mão de obra é uma variável empresarial de grande relevância para a empresa, porque o controle de custos com mão de obra é importante para a empresa.

O baixo custo com mão de obra garante margem sem precisar mexer em preço, deixando a empresa mais eficiente e competitiva no mercado. Este fato garante que a mineradora tenha um diferencial contra os concorrentes.

A análise de L15, L16, L17 e L11 na Figura 25 mostra a visão estratégica que o diretor financeiro possui acerca das variáveis empresarias que impactam no resultado operacional financeiro da mineradora. A linha de argumentação identificada como L11 mostra a preocupação do diretor financeiro em relação aos custos com mão de obra e L15, L16 e L17 mostram a preocupação do diretor financeiro quanto aos custos com produtos químicos.

A análise de L15, L16 e L17 mostrou que o uso de produtos químicos permite que o material obtenha qualidade (permitindo que o material se torne especificante), sendo um diferencial contra os concorrentes. Tornar-se uma mineradora diferenciada perante os concorrentes é a razão de produzir da empresa, porque com isto ela conseguirá se destacar no mercado e conquistar novos clientes, aumenta assim o Resultado Operacional da companhia, que é uma exigência dos acionistas.

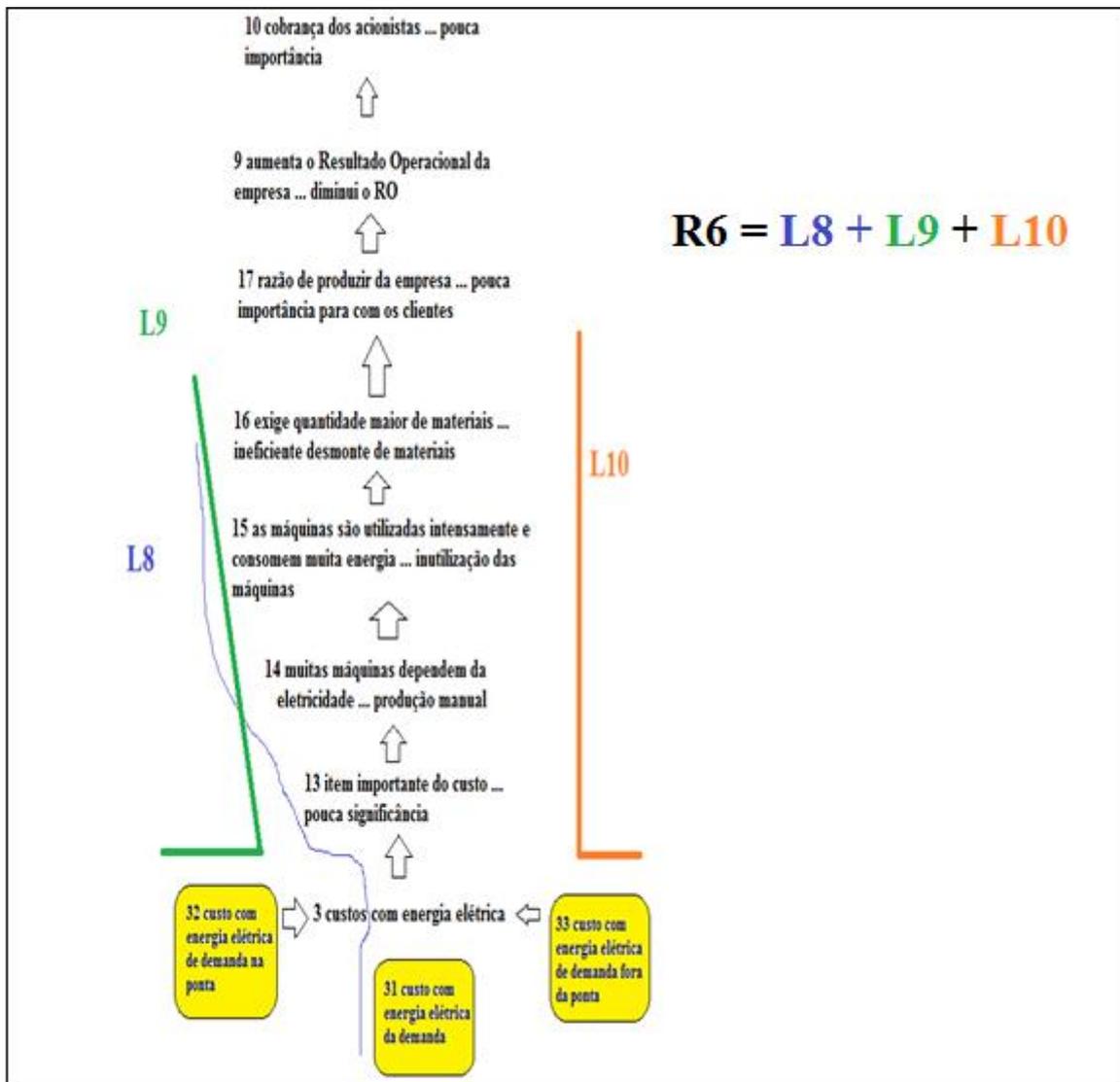
O custo baixo com mão de obra (L11) garante margem à empresa sem precisa mexer em preço (aumentando a eficiência produtiva e adquirindo um diferencial contra os concorrentes). Ver Apêndice A.

Foram identificados nove ramos no mapa cognitivo (procedimento referente à aplicação do MC – ver Quadro 8). O primeiro ramo do mapa é formado por L1, o segundo ramo é formado por L2, o terceiro ramo por L3.

O quarto ramo é constituído por L4 e L5, o quinto ramo é formado por L6 e L7 e o sexto ramo é formado por L8, L9 e L10. O sétimo ramo é formado por L11, o oitavo ramo por L12, L13 e L14 e o nono ramo é constituído por L15, L16 e L17. A Figura 31 mostra o sexto ramo do mapa.

Os ramos do mapa cognitivo são formados por uma ou várias linhas de argumentação que apresentam ligações similares com o problema, o que pode ser visto na Figura 31. A oitava, a nona e a décima linhas de argumentação se relacionam com os custos de energia elétrica.

Figura 31 – Demonstração do sexto ramo do mapa (R6)



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 31 mostra que a oitava linha de argumentação (L8), a nona linha de argumentação (L9) e a décima linha de argumentação (L10) apresentam um sentido convergente para o conceito 9 (“aumenta o Resultado Operacional da empresa ... diminui o RO”), constituindo assim o sexto ramo do mapa (R6)

A Figura 32 mostra os *clusters* do mapa cognitivo (procedimento referente à aplicação do MC – ver Quadro 8). Os *clusters* do mapa cognitivo são formados por conceitos cujas ligações intracomponentes são mais fortes do que as ligações intercomponentes.

Foram identificados três clusters no mapa cognitivo: demanda de areia, PIB e custos. O *cluster* caracterizado como demanda de areia é formado pelos conceitos 19, 29, 30, 9 e 10 (ver apêndice A).

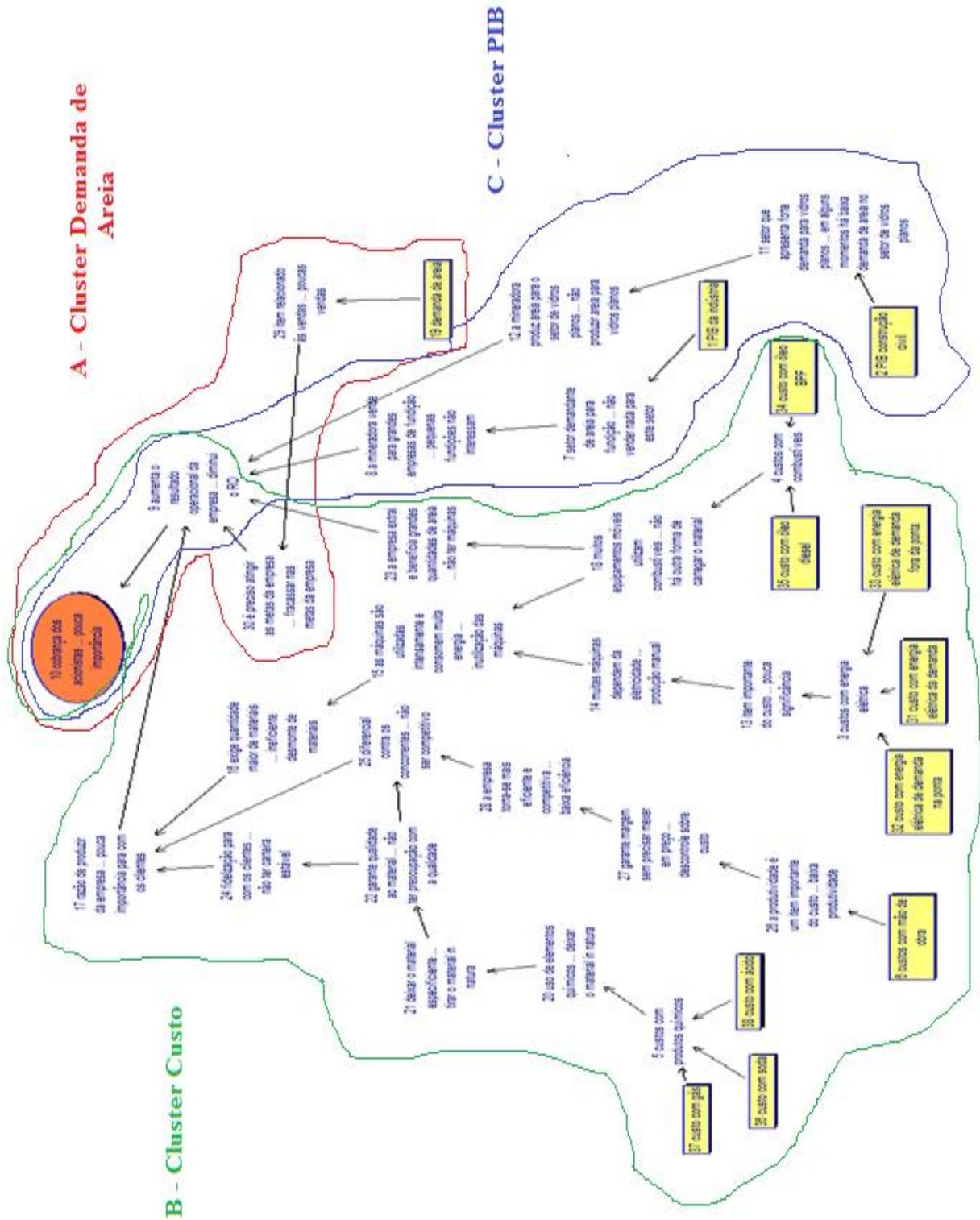
O *cluster* PIB é formado pelos conceitos 2, 11, 12, 9, 10, 1, 7, 8. O *cluster* custo apresenta a maior quantidade de ligações intracomponentes em relação aos demais *clusters*, sendo formado pelos conceitos 34, 35, 4, 18, 23, 9, 10, 31, 32, 33, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 9, 10, 6, 26, 27, 28, 25, 30, 36, 37, 38, 5, 20, 21, 22 e 24 (ver apêndice A).

O fato do *cluster* custo apresentar o maior número de ligações intracomponentes mostra a relação de importância e preocupação entre custos de produção e o RO da mineradora segundo o diretor financeiro (gestor). O mapa cognitivo mostra que existem diversas variáveis empresariais internas (como custos com produtos químicos, custos com mão de obra, custos com energia elétrica e custos com combustíveis) que impactam o RO da mineradora e que pertencem ao *cluster* custo – ver Figura 32.

Cada *cluster* do mapa pode ser analisado como um mapa independente, reduzindo a complexidade original do mapa cognitivo. Assim, o *cluster* B (custo) tem quatro ligações intercomponentes com o *cluster* A (demanda de areia) e três relações intercomponentes com o *cluster* C (PIB).

O *cluster* A (demanda de areia) tem 1 ligação intercomponente com o *cluster* B e duas ligação intercomponentes com o *cluster* C. O *cluster* C tem duas ligações intercomponentes com o *cluster* A e duas com o *cluster* B (ver Figura 32).

Figura 32 – Clusters do mapa cognitivo



Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 9 mostra os conceitos classificados como Pontos de Vista Fundamentais e Pontos de Vista Elementares (último procedimento referente à etapa de aplicação do MC – ver Quadro 8).

Quadro 9- Conceitos classificados como PVFs e PVEs

<b>Tipo de Ponto de Vista identificado no mapa cognitivo</b>	<b>Descrição</b>
PVFs	demanda de areia, custo com combustíveis, custo com produtos químicos, custo com mão de obra, PIB da indústria, PIB da Construção Civil, custo com energia elétrica.
PVEs	custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo energia elétrica de demanda fora da ponta, custo com energia elétrica da demanda, custo com gás, custo com ácido, custo com óleo BPF, custo com óleo diesel, custo com soda.

Fonte: o autor

Os candidatos a Pontos de Vistas Fundamentais no mapa cognitivo devem apresentar, ao mesmo tempo, características como mensurabilidade, controlabilidade e essencialidade. Se o conceito candidato apresentar todas estas características, ele é considerado um PVF. Um PVE se forma quando um Ponto de Vista Fundamental pode ser decomposto em um ou mais conceitos, sendo que para se obter os PVEs o facilitador pergunta para o decisor: “do que é formado este conceito?”.

Os custos com combustíveis podem ser decompostos em: custos com óleo diesel, custo com óleo BPF, custo com ácido e custo com soda, sendo que estes conceitos são considerados Pontos de Vista elementares.

Os conceitos que se enquadram como Pontos de Vista Fundamentais são: PIB da indústria, PIB da construção civil, custos com energia elétrica, custo com combustíveis, demanda de areia, custos com mão de obra, custos com produtos químicos e custos com combustíveis.

Os conceitos como: custo com óleo diesel, custo com óleo BPF, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com ácido, custo com soda e custo com gás são classificados como Pontos de Vista Elementares.

A variável empresarial demanda de areia (PVF) refere-se à quantidade de areia que é vendida para os clientes da mineradora. Os custos com combustíveis (PVF) são constituídos

pelos custos com óleo diesel (PVE) e óleo BPF (PVE) e estes são necessários porque muitos equipamentos móveis precisam transportar areia industrial em diversos processos na empresa.

O custo com energia elétrica (PVF) é constituído pelo custo com energia elétrica da demanda (PVE), custo com energia elétrica de demanda fora da ponta (PVE) e custo com energia elétrica de demanda na ponta (PVE).

O custo com energia elétrica de demanda (PVE) está relacionado com o consumo de energia elétrica necessário para beneficiar areia industrial, porque as máquinas dependem de eletricidade para a produção e processamento da mesma.

O custo com energia elétrica de demanda na ponta (PVE) corresponde ao período de maior consumo de energia elétrica, que ocorre entre 18 e 21 horas do dia. O custo com energia elétrica de demanda fora da ponta (PVE) compreende ao consumo de energia elétrica das demais horas dos dias úteis e as 24 horas dos sábados, domingos e feriados.

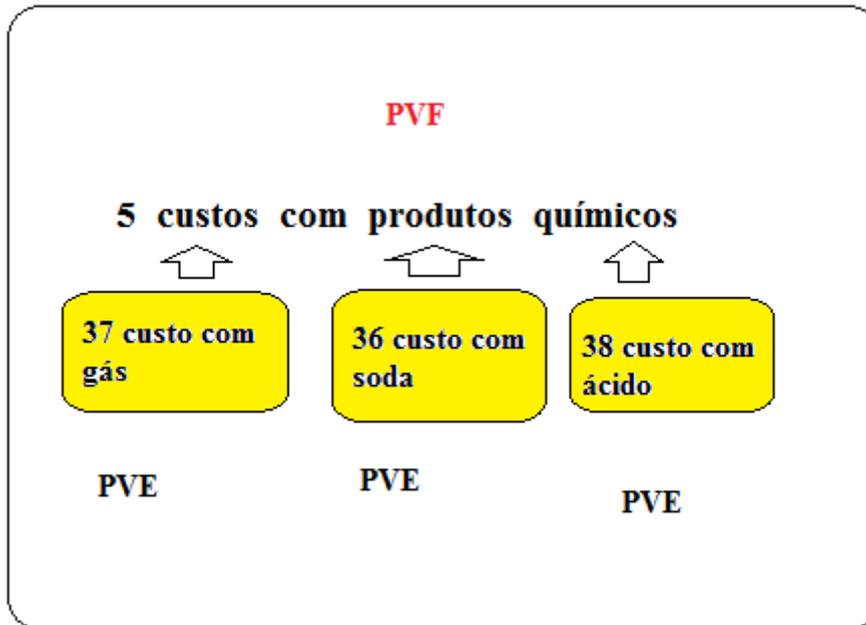
O custo com mão de obra (PVF) compreende o custo de funcionários do processo produtivo da cadeia produtiva. Os custos com produtos químicos (PVF) são necessários para deixar o material especificante e garantir qualidade ao mesmo. Os custos com produtos químicos são formados pelo custo com gás (PVE), custo com soda (PVE) e custo com ácido (PVE).

O custo com soda (PVE) é utilizado para garantir qualidade ao material deixando-o especificante, assim como o custo com ácido (PVE) e custo com gás.

O PIB da indústria (PVF) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens industriais produzidos em um país. O PIB da construção civil (PVF) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais relacionados à construção civil produzidos em um país.

A Figura 33 mostra o conceito 5 – considerado um PVF – e os conceitos 36, 37 e 38 (PVEs).

Figura 33 – Exemplo de PVF (conceito 5) e PVEs (conceitos 36,37 e 38)



Fonte: elaborado pelo autor

O conceito 5 (custos com produtos químicos) é um PVF porque ele controla, mensura e é essencial para o RO. O conceito 5 pode ser decomposto, uma vez que o custo com gás (conceito 37), o custo com soda (conceito 36) e custo com ácido (conceito 38) compõem os custos com produtos químicos.

#### 6.4 Análise Quantitativa da Pesquisa

As etapas da análise quantitativa dos dados fornecidos pelo diretor financeiro consistem na aplicação do modelo de regressão linear múltipla e regressão linear simples (ver Quadro 8).

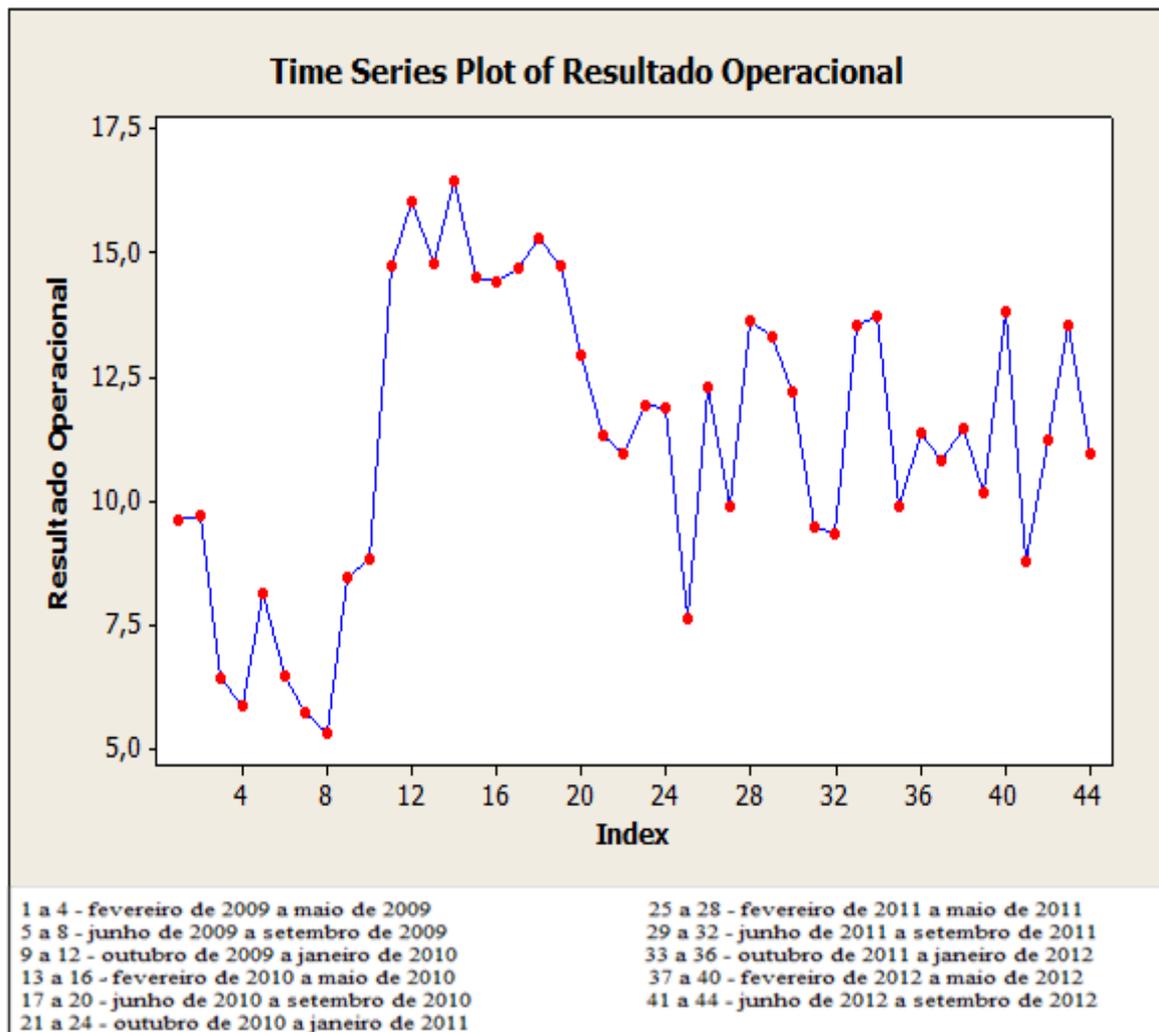
Estas etapas consistem em analisar o banco de dados fornecido pelo diretor financeiro referente a cada PVF e PVE identificados no mapa, testar a significância das variáveis, testar o coeficiente angular da reta de regressão, testar os resíduos, testar a normalidade dos resíduos e identificar o modelo adequado através da análise de pressupostos da RLM (ver Quadro 8).

Nesta etapa serão demonstradas as análises do Resultado Operacional da empresa utilizando-se o gráfico de evolução de períodos, o diagrama de caixa (*boxplot*), gráfico de pontos e diagrama de caixa (*boxplot*) comparando períodos.

A partir dos PVFs e PVEs elaborados no mapa cognitivo, realizou-se a coleta do banco de dados dos mesmos referentes a fevereiro de 2009 até setembro de 2012.

A seguir será mostrada a série histórica de dados referente ao Resultado Operacional da mineradora no período compreendido entre fevereiro de 2009 até setembro de 2012 (procedimento referente à etapa de aplicação do teste de Correlação de Pearson - ver Quadro 8). A Figura 34 mostra a evolução do Resultado Operacional.

Figura 34 - Gráfico de Evolução do Resultado Operacional



Fonte: o autor

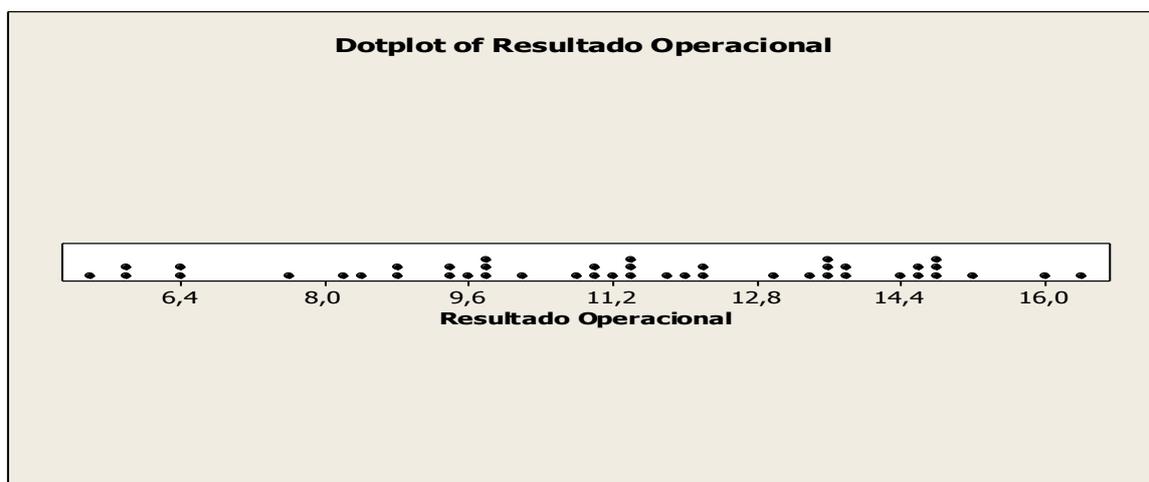
O período de tempo da Figura 34 representa 44 meses. Nos primeiros 12 meses (fevereiro de 2009 até janeiro de 2010) nota-se que os valores do RO oscilam entre 10 e 8. Entre fevereiro de 2011 até maio de 2011 verifica-se um aumento dos valores do RO, e nos meses seguintes estes valores seguem uma tendência aleatória entre 12,7 e 10,0.

O gráfico de evolução do Resultado Operacional mostra que os valores mínimos encontram-se no começo de 2009. A partir do final deste ano até meados de 2011 o desempenho desta variável foi a maior dentre todos os períodos analisados, uma vez que alguns valores ultrapassaram a faixa de 15,0 e estiveram próximos a 17,5.

A partir deste momento, o desempenho do Resultado Operacional da empresa apresentou intensa oscilação, com uma tendência decrescente. O maior valor alcançado pela mineradora foi 16,417 e o menor valor corresponde a 5,33 (somente no início). Depois os valores começam a oscilar de forma aleatória.

No gráfico de pontos do Resultado Operacional da empresa (ver Figura 35) é possível observar que as frequências estão distribuídas regularmente nos diversos valores. Porém deve-se ressaltar que a variabilidade de valores do Resultado Operacional que foi relatada é alta, pois existem frequências abaixo de 6,0 e outras acima de 16,0. O Resultado Operacional da mineradora está variando bastante nestes 44 meses.

Figura 35– Gráfico de Pontos do Resultado Operacional

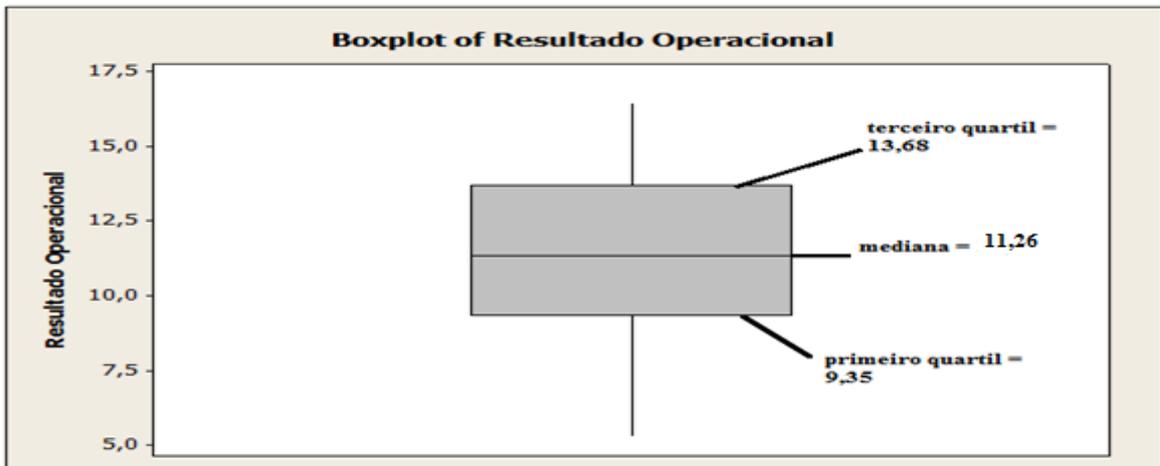


Fonte: o autor

O gráfico de pontos da Figura 35 mostra a elevada frequência de valores do RO compreendidos entre 8 e 15.

A Figura 36 mostra o Diagrama de Caixa do Resultado Operacional da empresa e revela que a mediana vale 11,26, o primeiro quartil é igual a 9,35348, o terceiro quartil corresponde a 13,68 e a média é igual a 11,33 nestes 44 meses estudados.

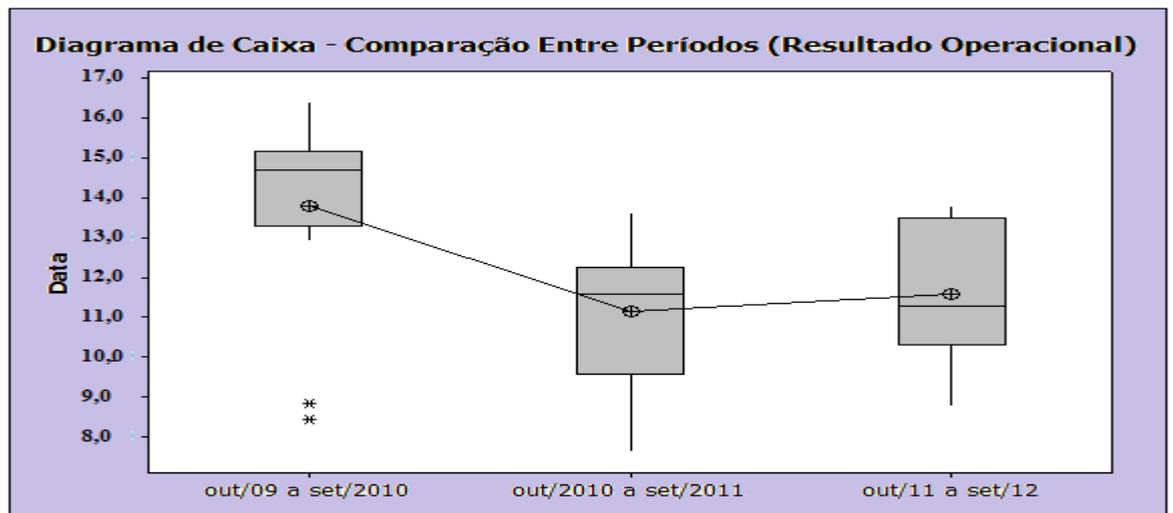
Figura 36 – Diagrama de Caixa do Resultado Operacional Financeiro



Fonte: o autor

A Figura 37 mostra o Diagrama de Caixa do Resultado Operacional. O Diagrama de caixa da comparação entre períodos – *boxplot* - (Figura 37) mostra de maneira bastante clara a evolução do Resultado Operacional desta mineradora, através da variabilidade observada nos diagramas de caixa referentes entre outubro de 2009 a setembro de 2010, outubro de 2010 a setembro de 2011, outubro de 2011 a setembro de 2012.

Figura 37 - Diagrama de Caixa: Comparação Entre Períodos (Resultado Operacional Financeiro)



Fonte: o autor

A Figura 37 mostra a elevada variabilidade dos valores entre os períodos referentes a outubro de 2009 até setembro de 2010, outubro de 2010 até setembro de 2011 e outubro de

2011 até setembro de 2012. A importância disto é justamente a queda do RO observada entre o primeiro e o segundo diagrama.

Verifica-se que o Resultado Operacional da empresa apresentou melhores desempenhos nos períodos compreendidos entre outubro de 2009 até setembro de 2010. Logo após houve uma queda no período compreendido entre outubro de 2010 até setembro de 2011.

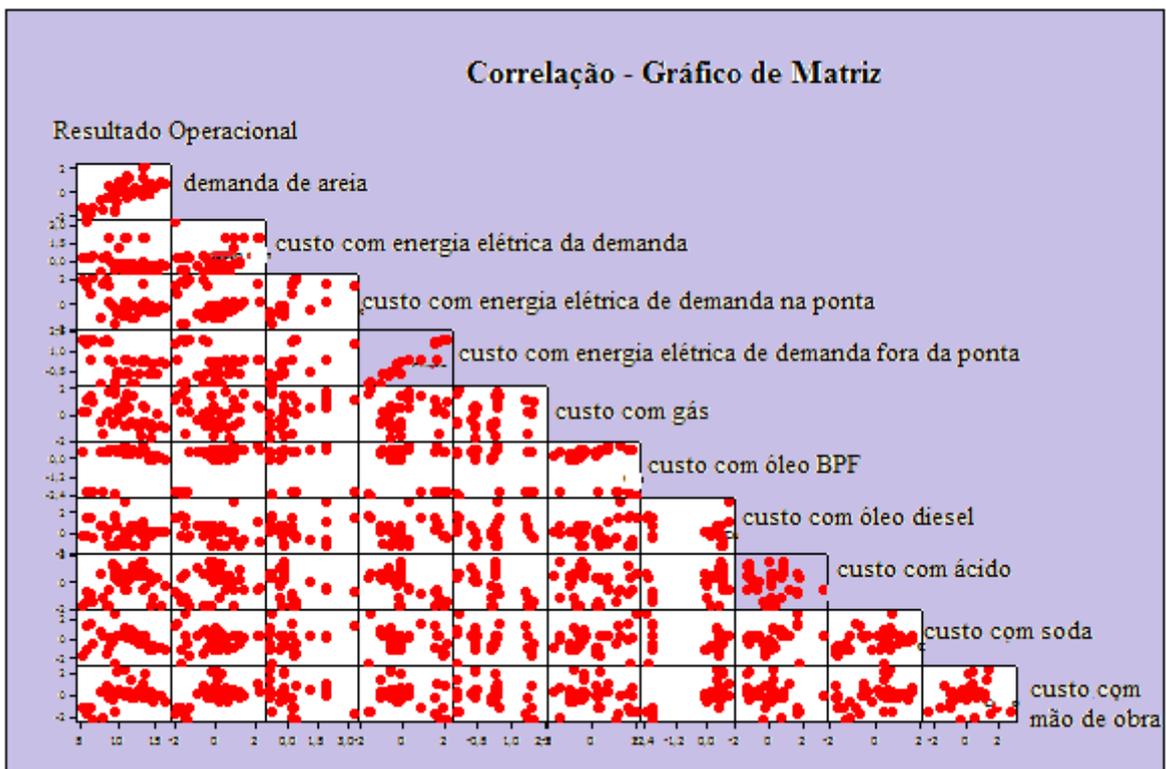
Em seguida houve uma nova retomada de crescimento do Resultado Operacional da empresa no período entre outubro de 2011 até setembro de 2012 (ver Figura 28).

As demais variáveis apresentam uma correlação direta com o Resultado Operacional. Estas demais variáveis mostram o comportamento de evolução quando são comparadas à variável resposta.

O Gráfico de Matriz permite uma visualização macroscópica da relação linear entre o predito e os preditores, seja ela positiva ou negativa.

A Figura 38 mostra esta relação descrita entre a variável resposta e as variáveis empresariais internas descritas pelo diretor financeiro.

Figura 38 – Gráfico matriz da relação entre variáveis empresariais internas e o Resultado Operacional utilizando o *software Minitab versão 16.1*



Fonte: elaborado pelo autor

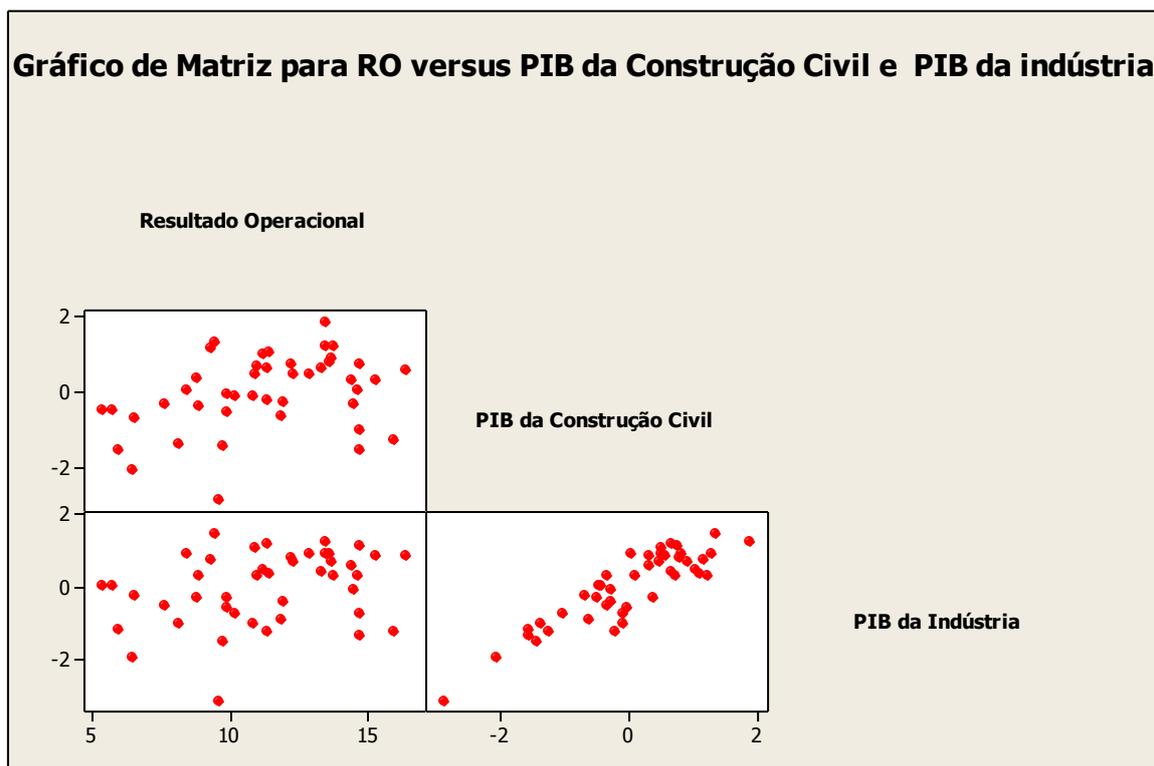
A correlação é observada quando os pontos referentes a cada variável estão dispersos em uma reta (que pode ser crescente ou decrescente) – ver Figura 38. A associação linear pode ser vista quando os pontos (valores) estão próximos a esta reta.

O gráfico de Matriz mostra que as variáveis relacionadas ao custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica da demanda fora de ponta, custo com gás, custo com soda, custo com consumo energia elétrica de demanda na ponta e custo com óleo diesel apresentam uma correlação inversa em relação ao Resultado Operacional.

Em contrapartida a variável demanda de areia apresenta uma correlação linear positiva com o Resultado Operacional (ver Figura 38).

A Figura 39 mostra a correlação entre a variável resposta da pesquisa (Resultado Operacional) e as variáveis empresariais externas (PIB da Construção Civil e PIB da indústria).

Figura 39 – Gráfico de Matriz para RO versus PIB da Construção Civil e PIB da indústria



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 39 mostra a associação linear positiva entre o Resultado Operacional da empresa e o PIB da Construção Civil, apesar da presença de *outliers* (valores que fogem do padrão). Observa-se o mesmo comportamento de associação linear positiva entre o Resultado Operacional e o PIB da Indústria, e a presença de *outliers* está presente nesta comparação.

O gráfico de Correlação de Pearson (Tabela 4) – procedimento referente à aplicação do teste de Correlação de Pearson (ver Quadro 8) - mostra a correlação das variáveis em relação à variável resposta, no caso o Resultado Operacional. O primeiro valor da célula mostra a correlação.

O valor da segunda célula de análise representa o valor P do modelo de correlação de Pearson. É necessário fazer o teste de significância para a associação entre as variáveis. Nesta pesquisa o valor P de correlação de Pearson para o teste de hipótese será 5% (0,05) de significância.

Se o P valor da correlação encontrado for inferior a 5% (0,05), rejeita-se a hipótese nula de que não existe relação linear entre as variáveis. Se o P valor for superior a 5% (0,05) – nível de significância, não se rejeita a hipótese nula (ou seja, não existe relação linear entre as variáveis). A Tabela 4 mostra esta análise.

Tabela 4 – Análise de Correlação de Pearson

Variável	Resultado R de Pearson (eq. x)	Valor - P
Custo com energia elétrica da demanda	-0,329	0,029
Custo com energia elétrica de demanda na ponta	-0,477	0,001
Custo com energia elétrica de demanda fora de ponta	-0,448	0,002
Custo com gás	-0,476	0,001
Custo com óleo BPF	0,468	0,001
Custo com óleo diesel	-0,102	0,511
Custo com ácido	0,284	0,062
Custo com soda	-0,278	0,067
Custo com mão de obra	-0,417	0,005
Demanda de areia	0,673	0,000
PIB da indústria	0,305	0,044
PIB da construção civil	0,352	0,019

Fonte: o autor

A Tabela 4 mostra que dentre as 12 variáveis elencadas pelo diretor financeiro, apenas custo com energia elétrica da demanda (P valor = 0,029), custo com energia elétrica de

demanda na ponta (P valor = 0,001), custo com energia elétrica de demanda fora de ponta (P valor = 0,002), custo com gás (P valor = 0,001), demanda de areia (P valor 0,000), PIB da indústria (P valor =0,044), PIB da construção civil (P valor = 0,019), custo com óleo BPF (P valor = 0,001) e custo com mão de obra (P valor = 0,05) mostraram associação linear significativas para com o Resultado Operacional considerando um valor de P igual ou inferior a 5%.

Este fato é constatado, uma vez que todas estas variáveis elencadas acima apresenta P valores inferiores a 5% (0,05), rejeitando-se a hipótese nula de que não existe associação linear entre a variável resposta (Y), no caso, o Resultado Operacional.

Destaca-se também que a demanda de areia apresenta uma correlação alta com o RO, igual a 67,3%. O custo com energia elétrica de demanda na ponta apresenta uma correlação negativa de 47,7%, seguida por pelo custo com energia elétrica de demanda fora da ponta (P Correlação = -0,477) e custo com consumo de energia elétrica da demanda (P Correlação = -0,488).

Porém as variáveis descritas como custo com ácido, custo com soda, custo com óleo diesel e custo com mão de obra apresentam seus respectivos P valores iguais ou superiores a 5% (0,05), não rejeitando a hipótese nula de que estas variáveis não apresentam associação linear significativa para com o Resultado Operacional.

Destaca-se que todas variáveis relacionadas a custos com energia elétrica apresentaram associação linear significativas com o Resultado Operacional Financeiro da mineradora X. O Quadro 10 mostra as variáveis significativas identificadas no teste de Correlação de Pearson para um nível de significância de 5% e 7% respectivamente.

Quadro 10 – Variáveis significativas identificadas no teste de Correlação de Pearson

Resultado R de <i>Pearson</i> (eq. X)	Variáveis identificadas
P valor $\leq$ 0,05	<ul style="list-style-type: none"> <li>custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com gás, custo com óleo BPF, custo com mão de obra, demanda de areia, PIB da indústria e PIB da construção civil, custo com mão de obra</li> </ul>
P valor $\leq$ 0,07	<ul style="list-style-type: none"> <li>custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com gás, custo com óleo BPF, custo com ácido, custo com soda, custo com mão de obra, demanda de areia, PIB da indústria e PIB da construção civil</li> </ul>

Fonte: o autor

Para um nível de significância de 7% - valor P (0,07) apenas uma variável não mostrou significância – custo com óleo diesel (valor de P igual a 0,511).

O teste de RLM compreendendo todas as variáveis pode ser visto na Figura 35. Ele mostra que, para um nível de significância de 10 %, apenas as variáveis demanda de areia, custo energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta e PIB da Construção Civil são significativas.

Isto ocorre porque o valor de P encontrado em relação a cada uma destas variáveis é inferior a 5%, rejeitando-se a hipótese nula de que estas variáveis não são significativas. Os valores de P encontrados em relação às variáveis foram: demanda de areia ( p = 0,00), custo com energia elétrica de demanda na ponta (p = 0,093), custo com energia elétrica de demanda fora da ponta (p = 0,07) e PIB da Construção Civil (p = 0,057).

As etapas seguintes mostram as análises de regressão linear. A Figura 40 mostra a análise de RLM de todas as variáveis empresariais (procedimento referente à etapa de aplicação do modelo de RLM – ver Quadro 8).

Figura 40 – Análise de RLM compreendendo todas as variáveis

Regressão múltipla					
The regression equation is					
Resultado Bruto Operacional em = 11,3 + 3,55 demanda de areia					
	- 0,741				custo com energia elétrica da demanda
	- 1,66				custo com energia elétrica da demanda na ponta
	+ 1,80				custo com energia elétrica de demanda fora de ponta
	- 0,337				custo com gás
	- 0,685				custo com óleo BPF
	+ 0,439				custo com óleo diesel
	+ 0,643				custo com ácido
	- 0,265				custo com soda
	+ 0,508				custo com mão de obra
	- 2,57				PIB da Construção Civil
	+ 1,41				PIB da Indústria
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	11,2670	0,2274	49,54	0,000	
demanda de areia	3,5470	0,6532	5,43	0,000	
custo com energia elétrica da demanda	-0,7409	0,5179	-1,43	0,163	
custo com energia elétrica da demanda na ponta	-1,6634	0,9611	-1,73	0,093	
custo com energia elétrica de demanda fora de ponta	1,7986	0,9594	1,87	0,070	
custo com gás	-0,3374	0,3564	-0,95	0,351	
custo com óleo BPF	-0,6852	0,4667	-1,47	0,152	
custo com óleo diesel	0,4393	0,3471	1,27	0,215	
custo com ácido	0,6433	0,5822	1,11	0,278	
custo com soda	-0,2650	0,3051	-0,87	0,392	
custo com mão de obra	0,5084	0,3947	1,29	0,207	
PIB da Construção Civil	-2,570	1,300	-1,98	0,057	
PIB da Indústria	1,4103	0,8604	1,64	0,111	
S = 1,50856 R-Sq = 81,1% R-Sq(adj) = 73,8%					

Fonte: o autor

A Figura 40 mostra também que o poder explicativo do modelo (R-Sq) ajustado é igual a 73,8%, e a variabilidade do mesmo é igual a 1,50856. As variáveis que compõem o modelo para previsão que considera o impacto conjunto destas no RO da empresa estão

sublinhadas na Figura 40. As variáveis são demanda de areia, custo com energia elétrica da demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta e PIB da Construção Civil.

Estas variáveis apresentam um valor de P inferior a 10%, ou seja, elas são significativas para explicar a variabilidade no RO da mineradora. A Figura 41 mostra a análise de variância (teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de RLM) – procedimento referente à aplicação do modelo de RLM (ver Quadro 8).

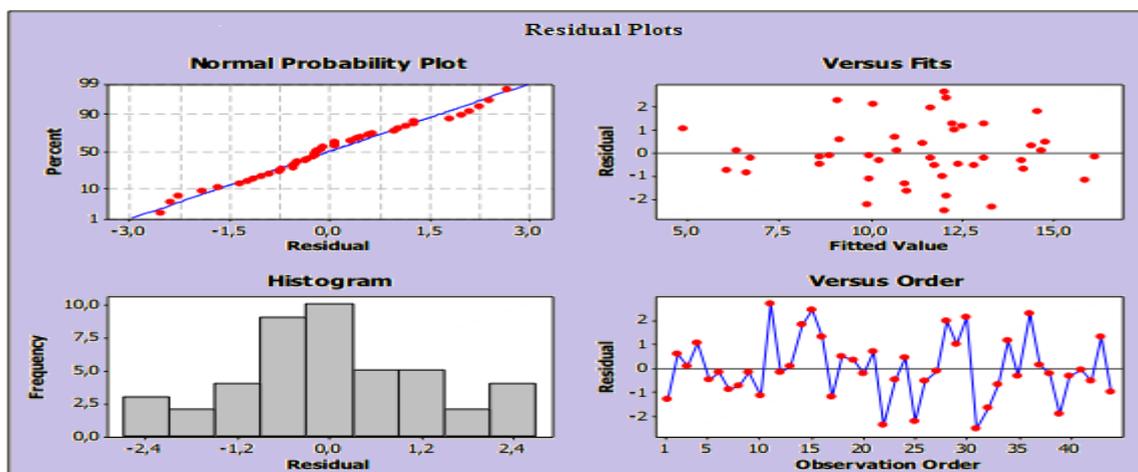
Figura 41 – Teste de hipótese para o coeficiente angular do modelo de RLM

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	12	302,891	25,241	11,09	0,000
Residual Error	31	70,548	2,276		
Total	43	373,439			

Fonte: o autor

A Figura 41 mostra que o P valor encontrado é inferior a 5%, ou seja, rejeita-se a hipótese nula de que o coeficiente angular da reta de regressão linear múltipla seja igual a 0. A estimativa de variabilidade do modelo de regressão é igual a 302,891 e a variância do erro experimental é igual a 70,548. A estimativa de variabilidade total do modelo é igual a 373,439. A Figura 42 mostra a análise residual do modelo de RLM (procedimento referente à etapa de análise de RLM – ver Quadro 8) compreendendo todas as variáveis.

Figura 42 – Análise Residual do modelo de RLM compreendendo todas as variáveis



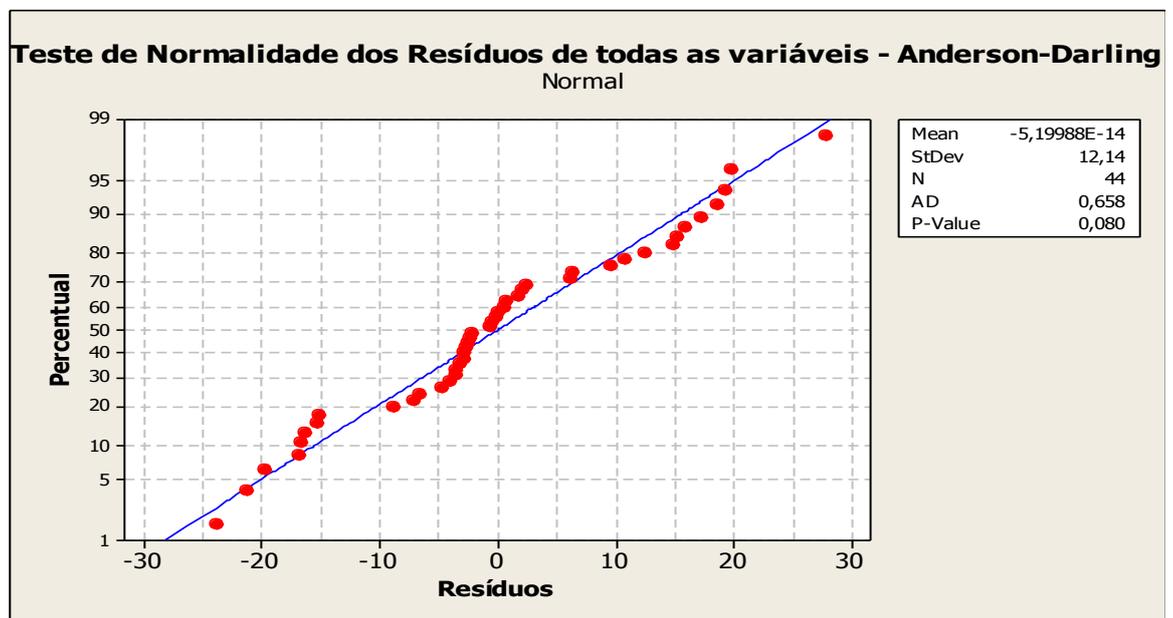
Fonte: o autor

O gráfico de resíduos do modelo de RLM mostra que os pontos do gráfico de resíduos versus valores ajustados seguem uma distribuição aleatória, ou seja, a variância é desconhecida.

O gráfico de resíduos versus probabilidade normal mostra que os pontos seguem uma distribuição normal. O gráfico de resíduos versus valores ordenados mostra que os valores seguem uma distribuição constante. O histograma de resíduos mostra que os erros têm média igual a zero.

A Figura 43 corresponde ao teste de Normalidade (etapa referente à análise de RLM – ver Quadro 8) realizado em relação ao modelo que contempla todas as variáveis empresariais.

Figura 43 – Teste de Normalidade dos Resíduos de todas as variáveis (Anderson-Darling)



Fonte: elaborado pelo autor

O teste mostra que o P-valor encontrado é superior a 0,05 (5%), ou seja, não se rejeita a hipótese nula de que os resíduos obedecem a uma distribuição normal. A Normal é igual a 44 e o desvio-padrão é igual a 12,14.

O modelo de regressão linear múltipla composto por todas as variáveis apresenta normalidade. Nesta pesquisa foi utilizada a ferramenta *Best Subsets* do software Minitab versão 16.1. A Figura 44 mostra os resultados obtidos através da utilização desta ferramenta.

A ferramenta *Best Subsets* aplicativo do Minitab v.16.1 que analisa o melhor modelo de impacto de variáveis regressoras na variável resposta utilizando a análise simultânea de indicadores estatísticos como coeficiente de determinação (R-Sq), coeficiente de determinação ajustado (R-Sq ajustado), variabilidade (S) e Cp de Mallows (Cp).

Figura 44 – Best Subsets incorporando RO versus todas as variáveis empresariais

BEST SUBSETS REGRESSION																
Vars	R-Sq	R-Sq(adj)	Cp	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	45,3	44,0	47,8	2,2061	X											
1	22,8	20,9	83,9	2,6204		X										
2	64,5	62,8	19,0	1,7983	X	X										
2	59,5	57,5	27,0	1,9206	X				X							
3	68,3	66,0	14,8	1,7191	X	X									X	
3	68,0	65,6	15,3	1,7283	X		X		X							
4	73,6	70,9	8,4	1,5898	X							X		X	X	
4	72,2	69,3	10,6	1,6322	X		X							X	X	
5	76,2	73,1	6,2	1,5287	X	X					X		X	X	X	
5	76,0	72,8	6,5	1,5361	X			X		X		X		X	X	
6	77,1	73,4	6,7	1,5192	X	X		X		X		X		X	X	
6	77,1	73,4	6,7	1,5202	X	X		X		X		X		X	X	
7	77,9	73,6	7,4	1,5135	X	X	X	X		X		X		X	X	
7	77,8	73,5	7,6	1,5171	X		X	X	X	X		X		X	X	
8	78,6	73,7	8,4	1,5121	X	X	X	X		X	X	X		X	X	
8	78,5	73,6	8,4	1,5133	X	X	X	X	X	X		X		X	X	
9	79,3	73,8	9,2	1,5076	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
9	79,1	73,6	9,5	1,5138	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
10	79,7	73,6	10,5	1,5141	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
10	79,7	73,5	10,6	1,5169	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
11	80,3	73,5	11,6	1,5163	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	80,0	73,2	12,1	1,5289	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	81,1	73,8	13,0	1,5255	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: o autor

A descrição observada na Figura 44 de cada variável é a seguinte: (1) – demanda de areia, (2) - custo com energia elétrica da demanda, (3) – custo com energia elétrica de demanda na ponta, (4) – custo com energia elétrica de demanda fora da ponta, (5) – custo com gás, (6) – custo com óleo BPF, (7) - custo com óleo diesel, (8) – custo com ácido, (9) – custo com soda, (10) – custo com mão de obra, (11) – PIB da Construção Civil e (12) PIB da indústria.

A escolha do melhor modelo compreende analisar simultaneamente os valores do coeficiente de determinação ajustado (R-Sq), Cp de Mallows (Cp) e a variabilidade do modelo (S). O modelo adequado deve apresentar simultaneamente um coeficiente de determinação ajustado (R-Sq) elevado e a variabilidade (S) e Cp de Mallows (Cp) devem ser baixos.

Os melhores modelos encontrados estão destacados na Figura 39. O primeiro modelo destacado apresenta o menor valor de Cp de Mallows em relação aos demais, igual a 6,2, e considera as variáveis 1 (demanda de areia), 2 (custo com energia elétrica da demanda), 8 (custo com ácido), 11 (PIB da Construção Civil) e 12 (PIB da indústria).

O segundo modelo destacado (ver Figura 39) considera 7 variáveis para a análise: 1 (demanda de areia), 2 (custo com energia elétrica da demanda), 3 (custo com energia elétrica de demanda na ponta), 4 (custo com energia elétrica de demanda fora da ponta), 8 (custo com ácido), 11 (PIB da Construção Civil) e 12 (PIB da indústria). Neste modelo observa-se um valor elevado do coeficiente de determinação ajustado (R-Sq) igual a 73,6%, Cp de Mallows igual a 7,4 e a variabilidade do modelo é baixa quando comparada com os demais (sendo igual a 1,5135). A ferramenta *Best Subsets* auxilia encontrar o melhor modelo de RLM, porém ela não é conclusiva porque ela não considera os testes de hipóteses e a análise residual. O melhor modelo escolhido nesta pesquisa segundo a análise *Best Subsets* é o segundo destacado na Figura 39, porque ele apresenta uma variabilidade (S) menor e um coeficiente de determinação ajustado (R-Sq) superior em relação ao primeiro modelo destacado.

Nesta pesquisa optou-se em analisar também os efeitos individuais de cada variável regressora na variável resposta, porque a ferramenta *Best Subsets* mostrou que a maioria dos modelos apresentam valores de Cp de Mallows elevados, ou seja, a colinearidade é elevada. Portanto optou-se em realizar análises de RLS de cada variável empresarial versus o RO posteriormente à RLM.

A Figura 45 mostra o modelo de regressão linear simples (RLS) – etapa referente à análise de RLS do Quadro 8 - entre Resultado Operacional (RO) e demanda de areia.

Figura 45 – Análise de RLS entre Resultado Operacional Bruto versus demanda de areia

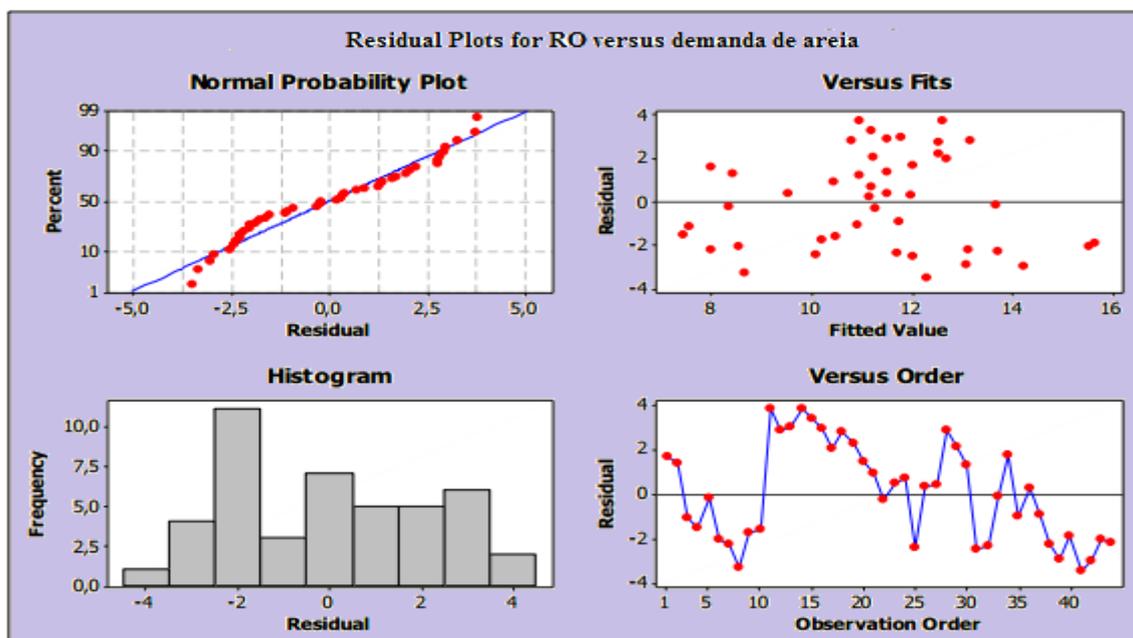
<b>(1) Regression Analysis: Resultado Bruto versus demanda de areia</b>				
The regression equation is				
Resultado Bruto Operacional em = 11,3 + 1,98 demanda de areia				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	11,2670	0,3326	33,88	0,000
demanda de areia	1,9827	0,3364	5,89	0,000
S = 2,20605    R-Sq = 45,3%    R-Sq(adj) = 44,0%				

Fonte: o autor

A Figura 45 mostra que a demanda de areia é significativa (com P valor inferior a 5%). Em relação ao teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de RLS, como o valor de P é inferior a 5%, rejeita-se a hipótese nula de que o coeficiente angular da reta é igual a zero.

O coeficiente de determinação (R-Sq) é igual a 45,3%, ou seja, o poder explicativo deste modelo é baixo (inferior a 50%). A Figura 46 mostra a análise residual do modelo descrito.

Figura 46 – Gráfico de Resíduos entre RO e demanda de areia



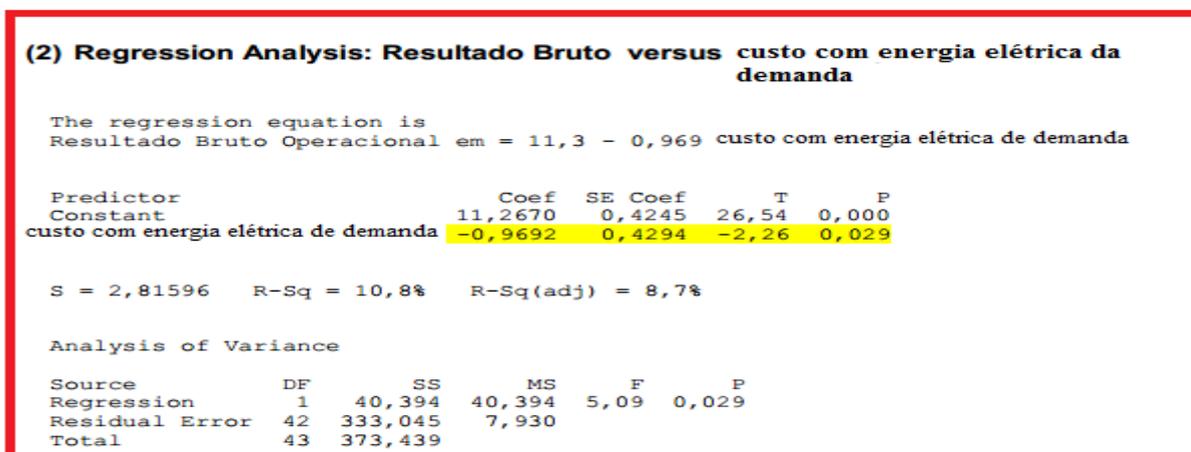
Fonte: o autor

A Figura 46 mostra que os erros obedecem a uma distribuição normal sendo que estes valores estão próximos da linha reta, o que pode ser observado no gráfico de distribuição normal.

O gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra que a variância não é constante e o gráfico de resíduos versus valores ordenados revela que os mesmos não apresentam correlação entre si.

O histograma mostra a distribuição dos erros, porém não se observa que a média seja igual a zero. A Figura 47 mostra a análise de RLS entre RO e custo com energia elétrica da demanda.

Figura 47 – Análise de RLS entre RO e Custo com energia elétrica da demanda



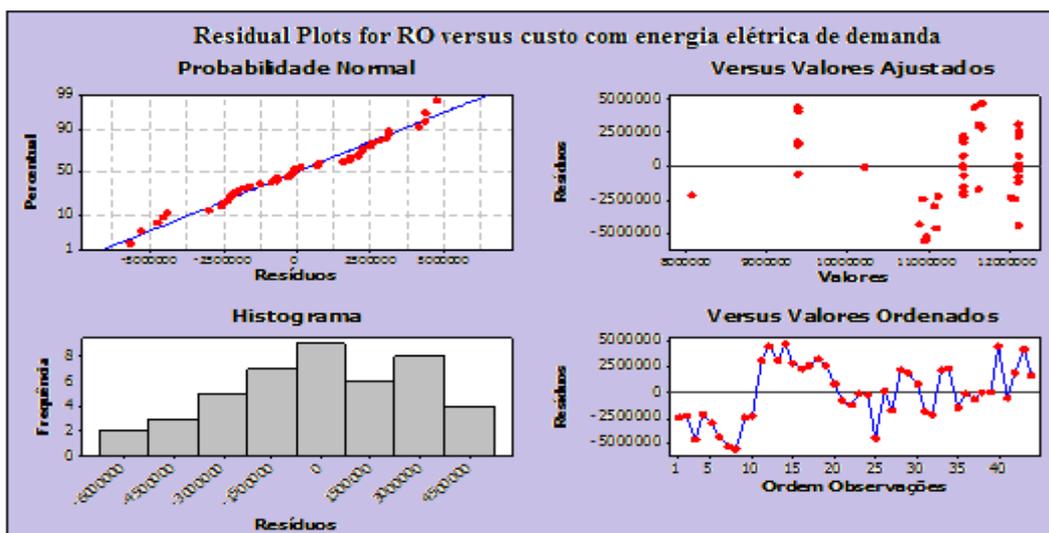
Fonte: o autor

A Figura 47 mostra que a variável empresarial caracterizada como custo com energia elétrica da demanda é significativa (rejeitando-se  $H_0$  porque o valor de P é inferior a 5%) assim como o seu respectivo parâmetro (constante).

O poder explicativo deste modelo é baixo (R-Sq é igual a 10,8%). O teste de significância para o coeficiente angular da reta de regressão linear mostrou rejeição para  $H_0$  (com um valor de P abaixo de 0,05), ou seja, rejeita-se a hipótese nula de que o coeficiente angular da reta seja igual a 0. A Figura 43 mostra a análise residual deste modelo.

A análise residual deste modelo de RLS entre Resultado Operacional e custo com energia elétrica da demanda mostra o bom comportamento dos erros em relação ao gráfico de distribuição normal – ver Figura 48.

Figura 48 – Gráfico de resíduos entre Resultado Operacional e custo com energia elétrica da demanda

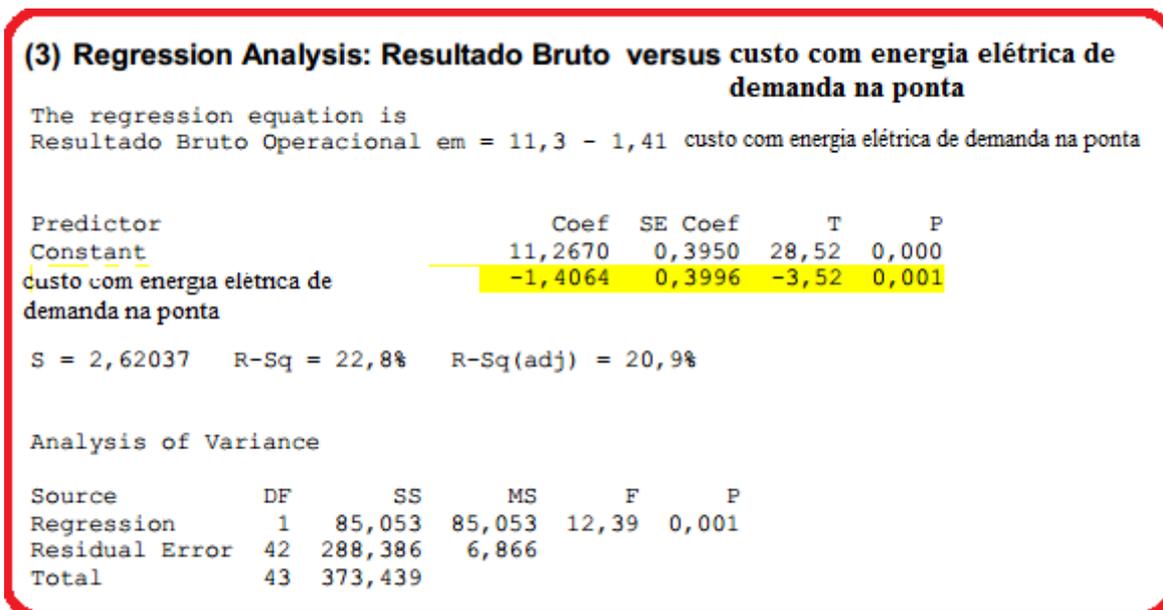


Fonte: o autor

A Figura 48 também mostra que os erros não apresentam correlação entre si no gráfico de resíduos versus valores ordenados. O gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra que muitos erros estão concentrados entre os valores 11000000 e 12000000, ou seja, a variância não é constante.

A Figura 49 mostra a análise de RLS entre RO versus custo com energia elétrica de demanda na ponta.

Figura 49 – Análise de regressão linear simples entre RO e custo com energia elétrica de demanda na ponta



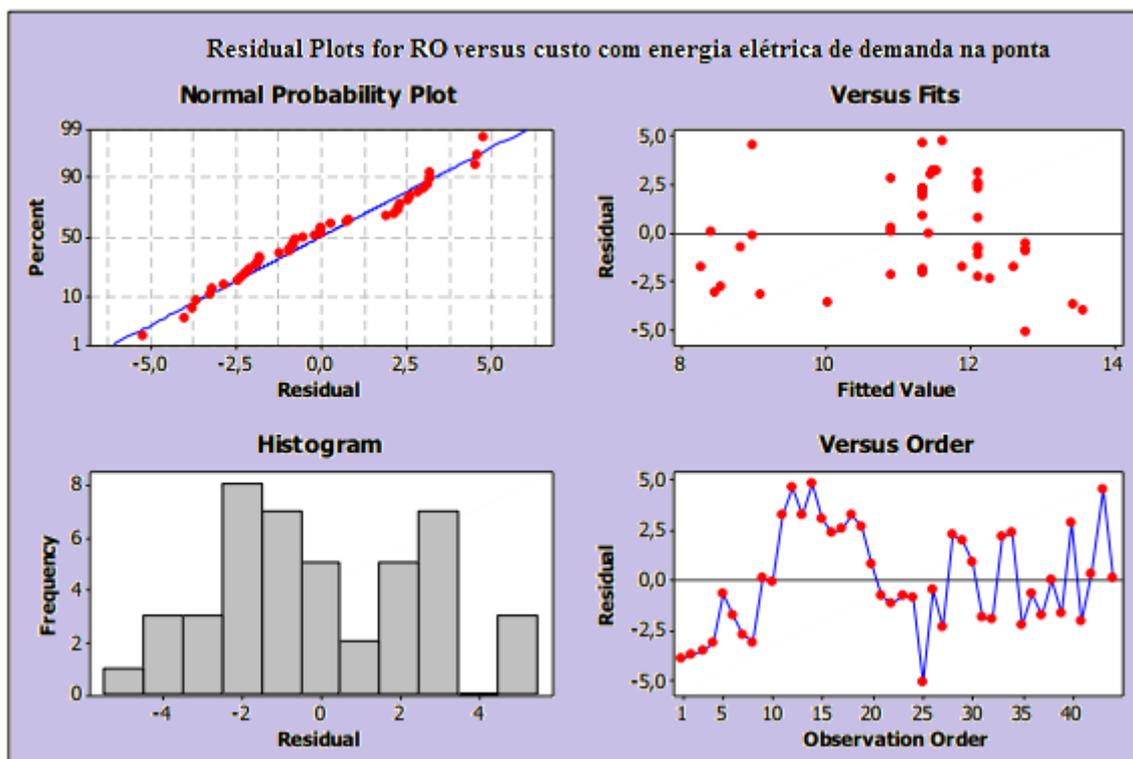
Fonte: o autor

Observa-se que a variável relacionada ao custo com energia elétrica de demanda na ponta é significativa (P valor igual a 0,001) e o coeficiente de determinação do modelo é igual a 22,8%. O teste de significância para o coeficiente angular da reta de RLS mostrou que o modelo é adequado, uma vez que o valor de P encontrado é inferior a 5%

A Figura 50 mostra a análise residual do modelo de regressão linear simples (RLS) entre o Resultado Operacional e custo com energia elétrica de demanda na ponta. Os erros apresentam bom comportamento de acordo com o gráfico de probabilidade normal, sendo que os valores estão muito próximos da linha reta.

Os demais gráficos mostram que os mesmos não apresentam correlação entre si (gráfico de resíduos versus valores ordenados) e os mesmos mostram que a variância não é constante no gráfico de resíduos versus valores ajustados.

Figura 50 – Análise residual do modelo de RLS entre Resultado Operacional e custo com energia elétrica de demanda na ponta



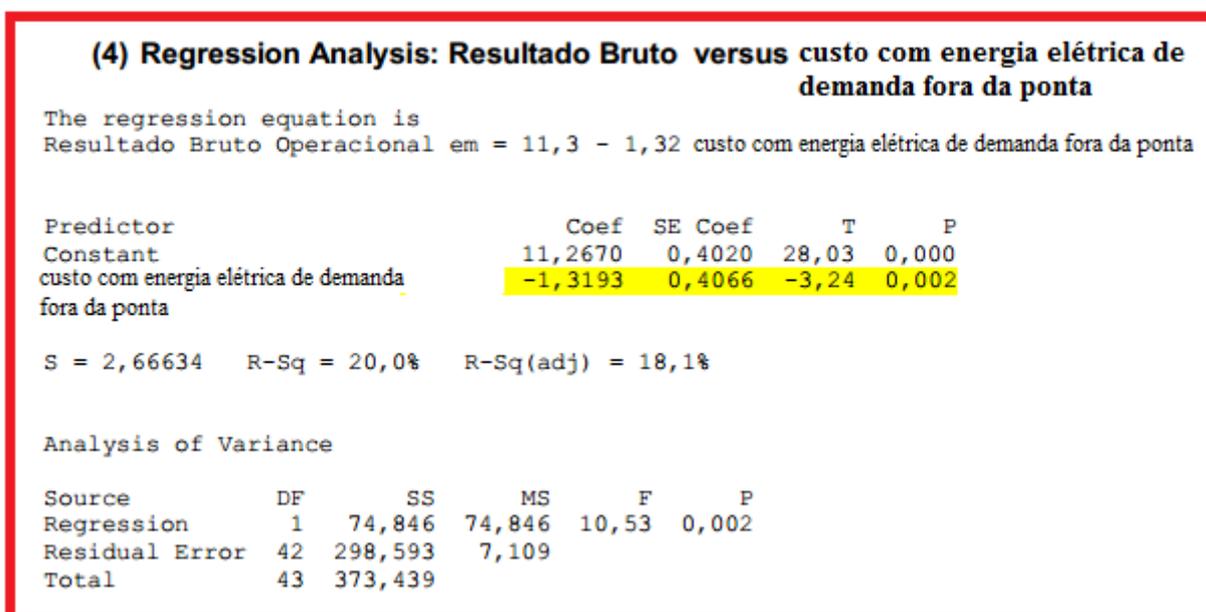
Fonte: o autor

A Figura 50 mostra a distribuição aleatória dos erros no gráfico de resíduos versus valores ordenados e também mostra que a variância não é constante no gráfico de resíduos versus valores ajustados.

O histograma de erros revela a elevada frequência de resíduos nos valores -2 (ver Figura 45), sendo que a média não é igual a zero.

A Figura 51 mostra a análise de RLS entre o RO e a variável empresarial descrita como custo com energia elétrica de demanda fora da ponta.

Figura 51 – Análise de RLS entre RO e custo com energia elétrica de demanda fora de ponta

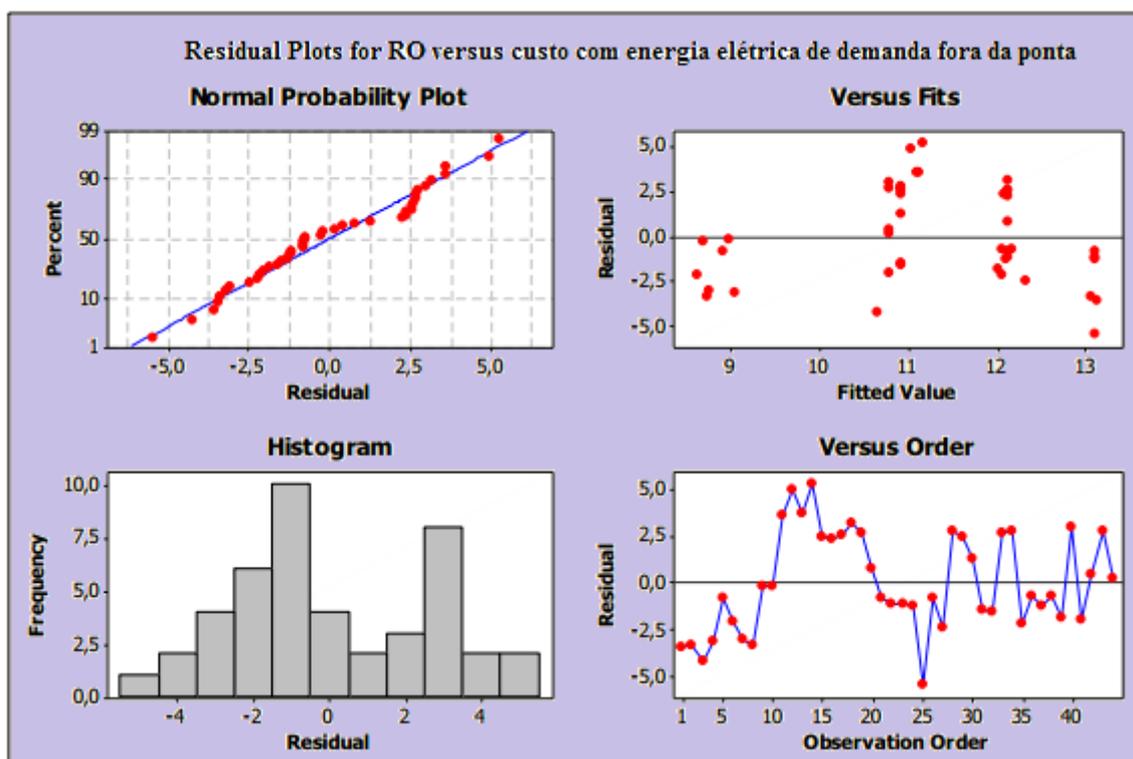


Fonte: o autor

A Figura 51 mostra que esta variável analisada (custo com energia elétrica de demanda fora da ponta) é significativa, rejeitando-se a hipótese nula de que o coeficiente linear seja igual a zero.

O teste do coeficiente angular da reta de regressão linear simples mostra que este respectivo parâmetro é diferente de zero (P valor é inferior a 5% - rejeitando-se H0), porém o coeficiente de determinação do modelo (R-Sq) é igual a 20%, representando um valor baixo em relação ao poder explicativo do modelo. A Figura 52 mostra a análise residual do modelo de RLS entre RO e custo com energia elétrica de demanda fora da ponta.

Figura 52 – Análise residual do modelo de RLS entre RO e custo com energia elétrica de demanda fora da ponta



Fonte: o autor

Novamente o histograma revela que os erros não possuem média igual a zero, com muitas frequências oscilando entre -2 e 2.

O gráfico de probabilidade normal mostra uma distribuição regular de resíduos, porém o gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra mais detalhadamente uma maior concentração de erros situados entre 11 e 13, sendo que a variância não é constante.

O gráfico de resíduos versus valores ordenados mostra que os erros não apresentam correlação entre si, com uma boa distribuição dos mesmos.

A Figura 53 mostra a análise de regressão linear simples do modelo entre Resultado Operacional e custo com gás.

Figura 53 – Análise de Regressão Linear Simples do modelo que compreende Resultado Operacional e custo com gás

**(5) Regression Analysis: Resultado Bruto versus custo com gás**

The regression equation is  
Resultado Bruto Operacional em = 11,3 - 1,40 custo com gás

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	11,2670	0,3952	28,51	0,000
custo com gás	-1,4042	0,3998	-3,51	0,001

S = 2,62158    R-Sq = 22,7%    R-Sq(adj) = 20,9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	84,787	84,787	12,34	0,001
Residual Error	42	288,652	6,873		
Total	43	373,439			

Fonte: o autor

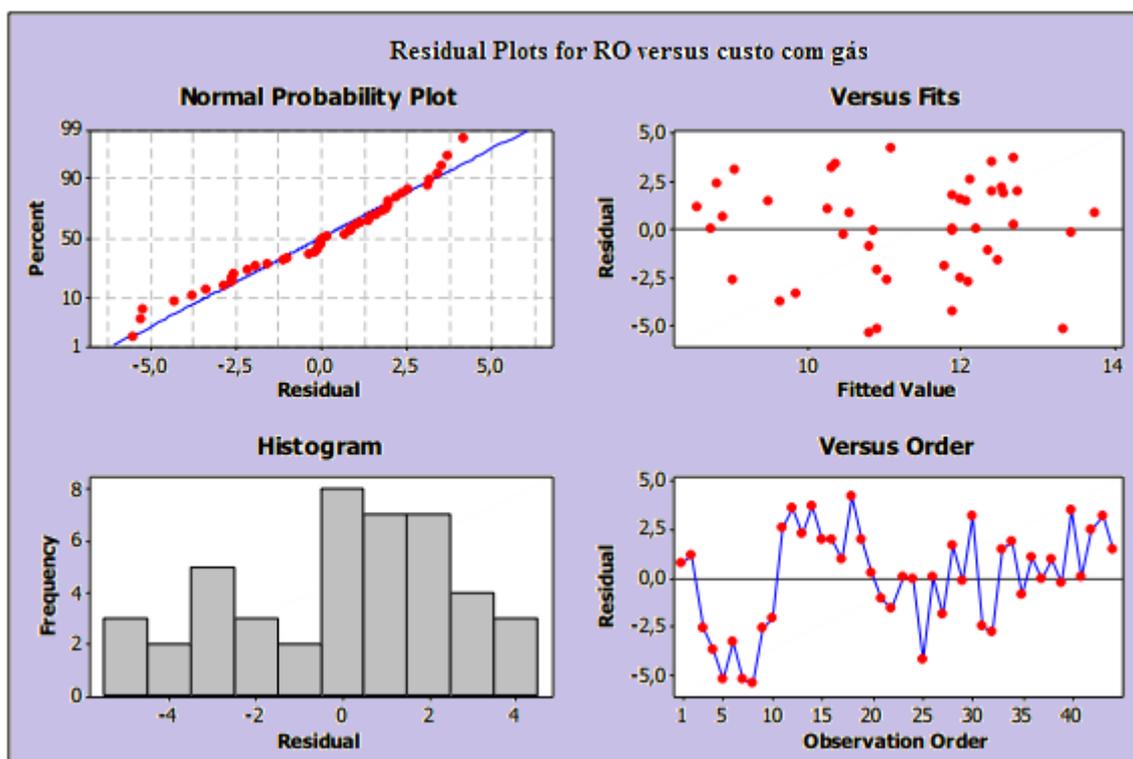
A Figura 53 mostra que a variável descrita como custo com gás é significativa, pois o valor de P encontrado é inferior a 5% - rejeitando-se assim a hipótese nula (H0) de que o coeficiente linear da reta de regressão é igual a zero.

O coeficiente de determinação (R-Sq) apresenta um valor baixo, igual a 22,7%. O coeficiente de determinação é o mais indicado nas análises de regressão linear simples (RLS), sendo que o coeficiente de determinação ajustado é indicado em análises de regressão linear múltipla (RLM).

Em relação ao teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão, o valor de P encontrado foi inferior a 5%. Com isto, a hipótese nula (H0) de que o coeficiente angular da reta de regressão seria zero foi rejeitada.

A Figura 54 mostra a análise residual do modelo de regressão linear simples (RLS) entre RO e custo com gás.

Figura 54 – Análise de Resíduos do modelo de regressão linear entre RO e custo com gás



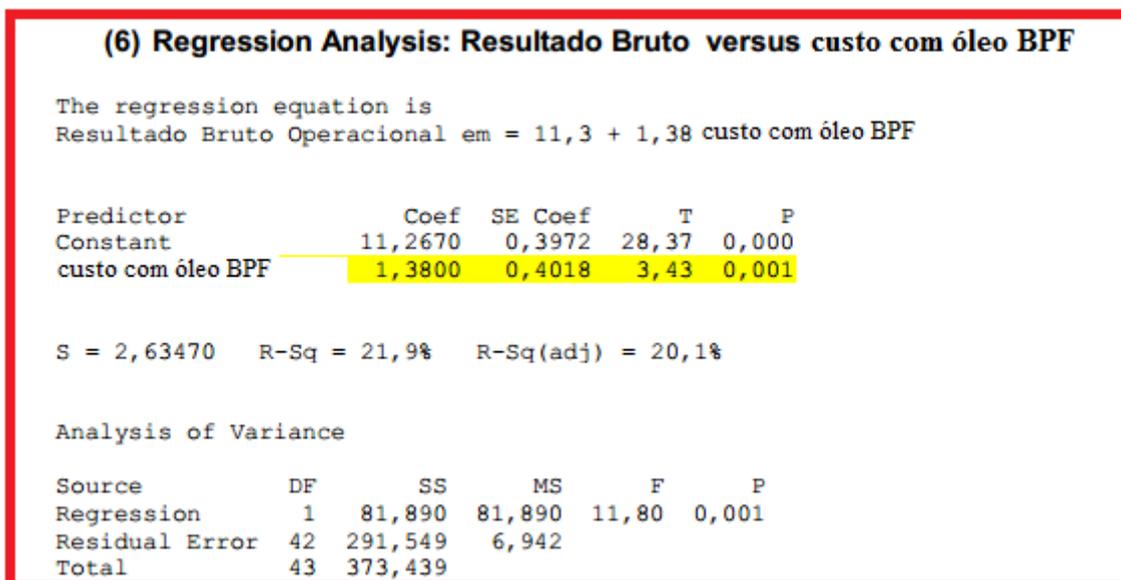
Fonte: o autor

A análise residual mostra que o histograma não apresenta média igual a zero, com uma grande frequência de valores entre 1 e 2. O gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra uma boa abertura e distribuição dos erros tanto no eixo das abscissas quanto no eixo das ordenadas.

O gráfico de resíduos versus probabilidade normal mostra uma distribuição regular dos erros, e o gráfico de resíduos versus valores ordenados também mostra um bom comportamento, através da distribuição aleatória dos resíduos.

A Figura 55 mostra a análise de regressão linear simples entre o Resultado Operacional e o custo com óleo BPF.

Figura 55 – Análise de RLS entre Resultado Operacional e custo com óleo BPF



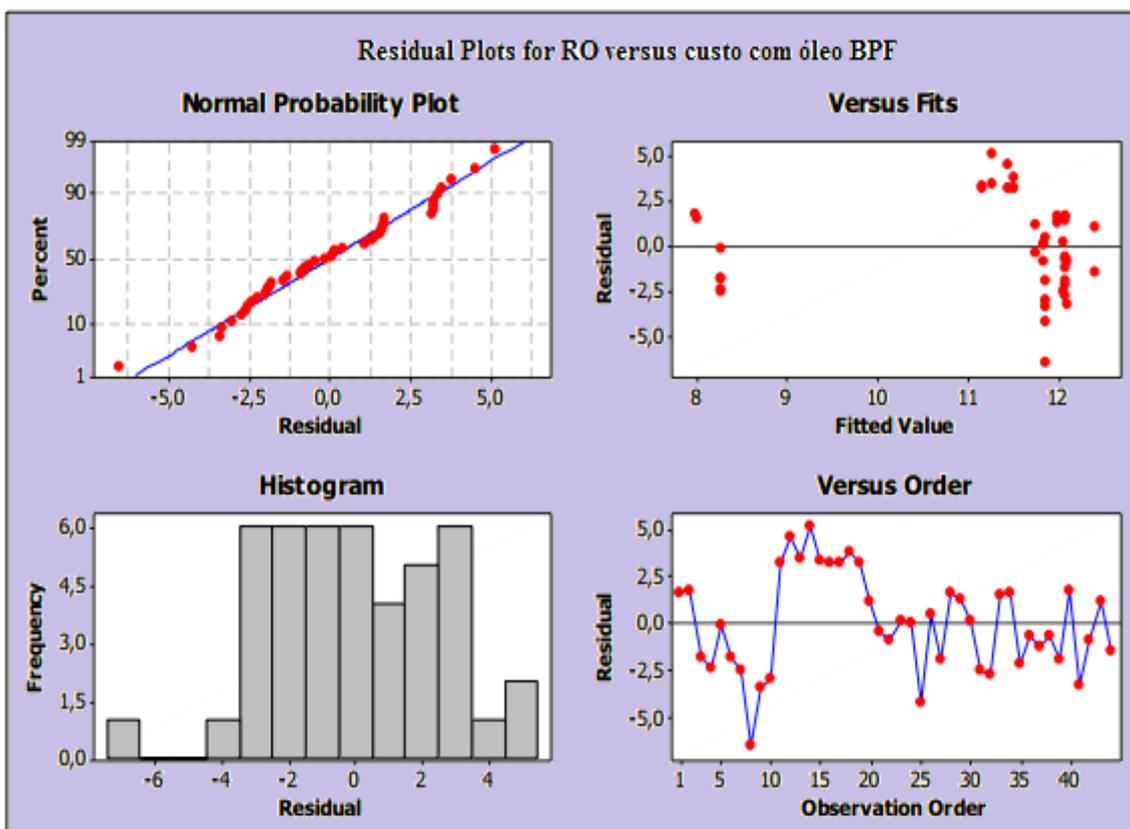
Fonte: o autor

A Figura 55 mostra que a variável custo com óleo BPF é significativa, pois o valor de P encontrado é inferior a 5% - rejeitando-se a hipótese nula (H0) de que o coeficiente linear da reta de regressão é igual a zero.

O coeficiente de determinação (R-Sq) apresenta um valor baixo, igual a 21,9%. Em relação ao teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão, o valor de P encontrado foi inferior a 5%. Com isto, a hipótese nula (H0) de que o coeficiente angular da reta de regressão seria igual a zero foi rejeitada.

A Figura 56 mostra a análise residual do modelo de regressão linear simples (RLS) entre Resultado Operacional e custo com óleo BPF.

Figura 56- Gráfico de resíduos entre RO e custo com óleo BPF



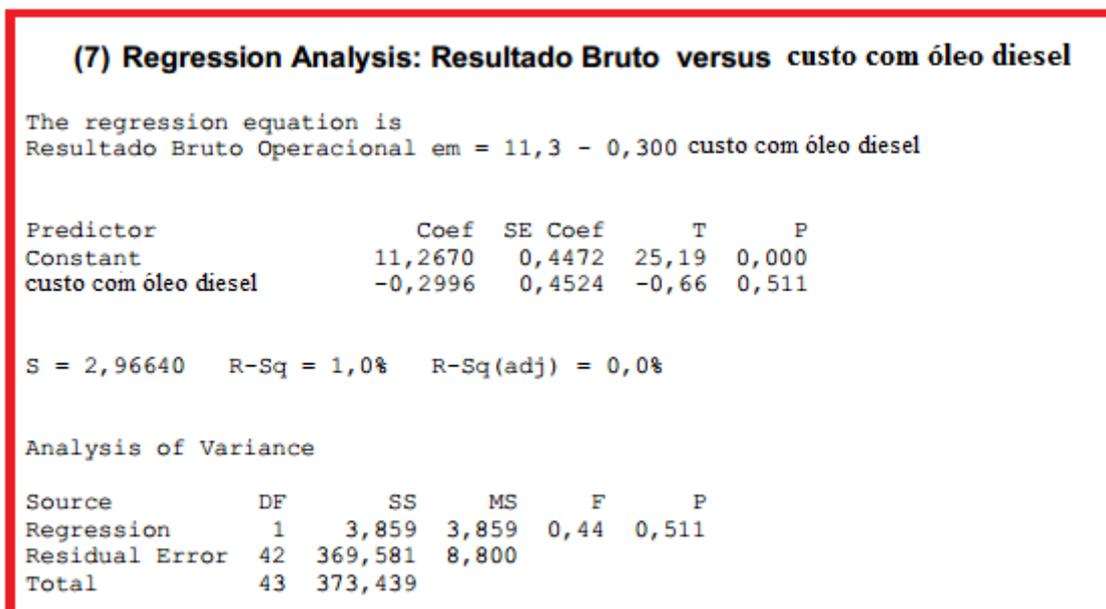
Fonte: o autor

A análise residual mostra que o histograma não apresenta média igual a zero, com uma elevada frequência de valores entre -3 e 3. O gráfico de resíduos versus valores ajustados não mostra que muitos valores estão compreendidos no valor de 12, ou seja, a variância não é constante.

O gráfico de resíduos versus probabilidade normal mostra uma distribuição regular dos erros, e o gráfico de resíduos versus valores ordenados também mostra que os pontos seguem uma distribuição aleatória.

A Figura 57 mostra a análise de regressão linear simples entre o Resultado Operacional e o custo com óleo diesel.

Figura 57 – Análise de regressão linear simples entre Resultado Operacional e custo com óleo diesel

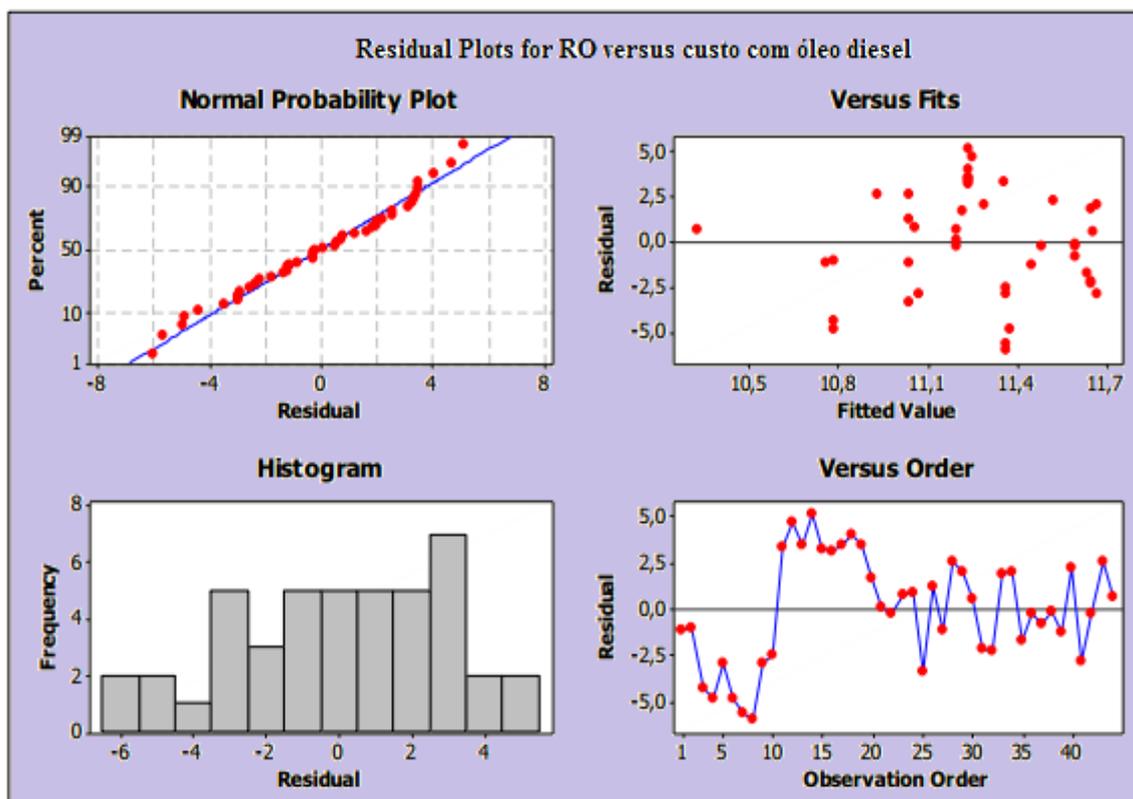


Fonte: o autor

Neste caso, a Figura 57 mostra que a variável descrita como custo com óleo diesel não é significativa, pois o valor de P encontrado é superior a 5% (não rejeitando a hipótese nula  $H_0$  de que o coeficiente linear é igual a zero).

O coeficiente de determinação (R-Sq) é igual a 1%, ou seja, o poder de explicação da variabilidade do Resultado Operacional em relação ao custo com óleo diesel é de apenas 1%. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão mostrou que o valor de P encontrado é superior a 5%, não rejeitando a hipótese nula de que o coeficiente angular é igual a zero. A Figura 58 mostra a análise residual do modelo de RLS entre RO e custo com óleo diesel.

Figura 58 – Análise residual do modelo RO versus custo com óleo diesel



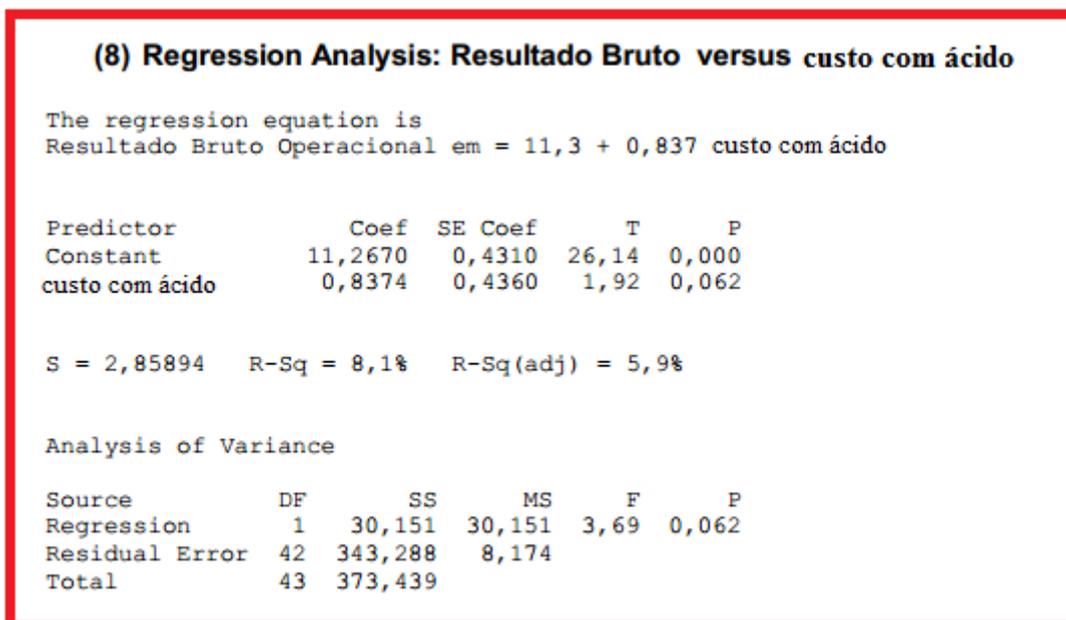
Fonte: o autor

A análise residual mostra que o histograma apresenta média igual a zero, com uma elevada frequência de valores entre -3 e -3. O gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra que neste caso caso muitos valores estão compreendidos entre 11,1 e 11,7.

O gráfico de resíduos versus probabilidade normal mostra uma distribuição regular dos erros, e o gráfico de resíduos versus valores ordenados também mostra que os erros não apresentam correlação entre si.

A Figura 59 mostra a análise de regressão linear simples (RLS) entre o Resultado Operacional versus custo com ácido da empresa.

Figura 59 – Análise de RLS entre o Resultado Operacional versus custo com ácido



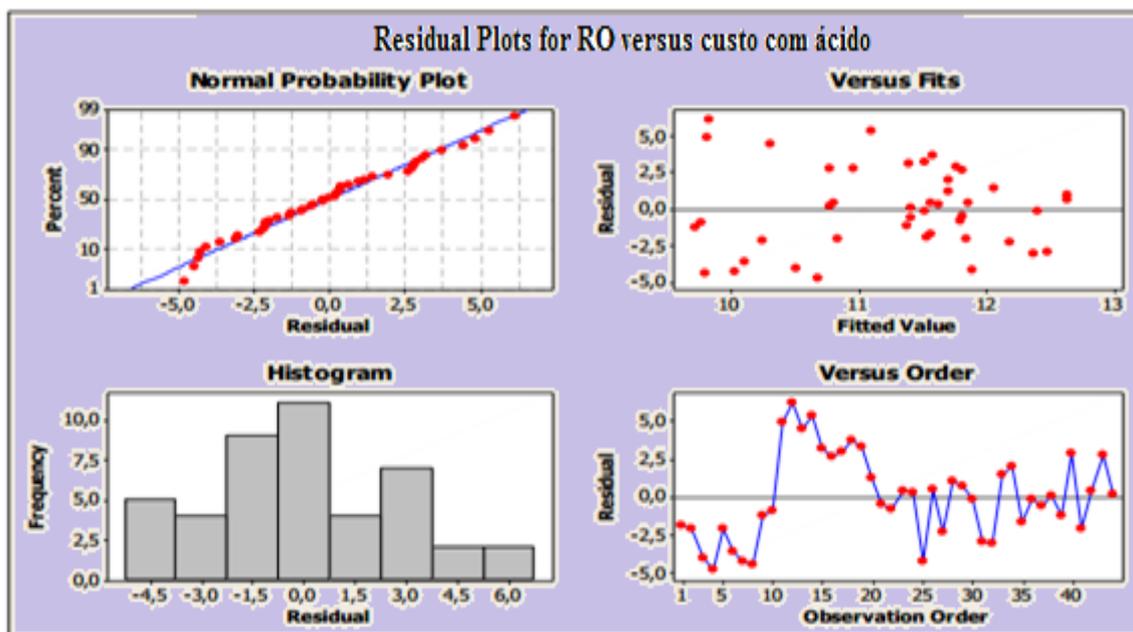
Fonte: o autor

Neste caso, a variável descrita como custo com ácido não é significativa, pois o valor de P encontrado é superior a 5% (não rejeitando a hipótese nula  $H_0$  de que o coeficiente linear é igual a zero).

O coeficiente de determinação (R-Sq) é igual a 8,1%, ou seja, representando o poder de explicação da variabilidade do Resultado Operacional em relação ao custo com óleo ácido. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão mostrou que o valor de P encontrado é superior a 5%, não rejeitando a hipótese nula de que o coeficiente angular é zero.

A Figura 60 mostra a análise residual do modelo entre RO versus custo com ácido.

Figura 60 – Gráfico de Resíduos entre RO versus custo com ácido



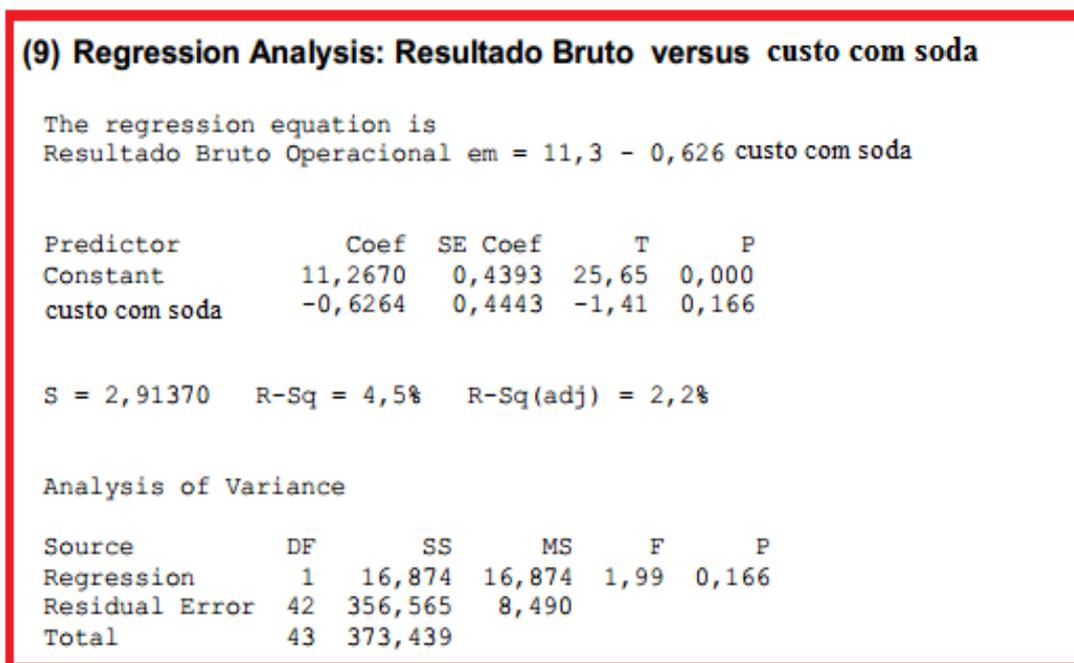
Fonte: o autor

Observa-se a distribuição normal, média igual a zero, variância desconhecida e a não correlação residual nos quatro gráficos analisados – histograma, gráfico de resíduos versus valores ajustados, gráfico de resíduos versus valores ordenados, histograma e gráfico de probabilidade normal.

Destaca-se a distribuição aleatória dos resíduos em relação ao gráfico de resíduos versus valores ajustados. Nota-se também a variabilidade dos erros em relação ao gráfico de resíduos versus valores ordenados, sendo que os resíduos não apresentam correlação entre si.

A Figura 61 mostra a análise de RLS entre o Resultado Operacional da empresa e custo com soda.

Figura 61 - a análise de RLS entre o Resultado Operacional da empresa versus custo com soda



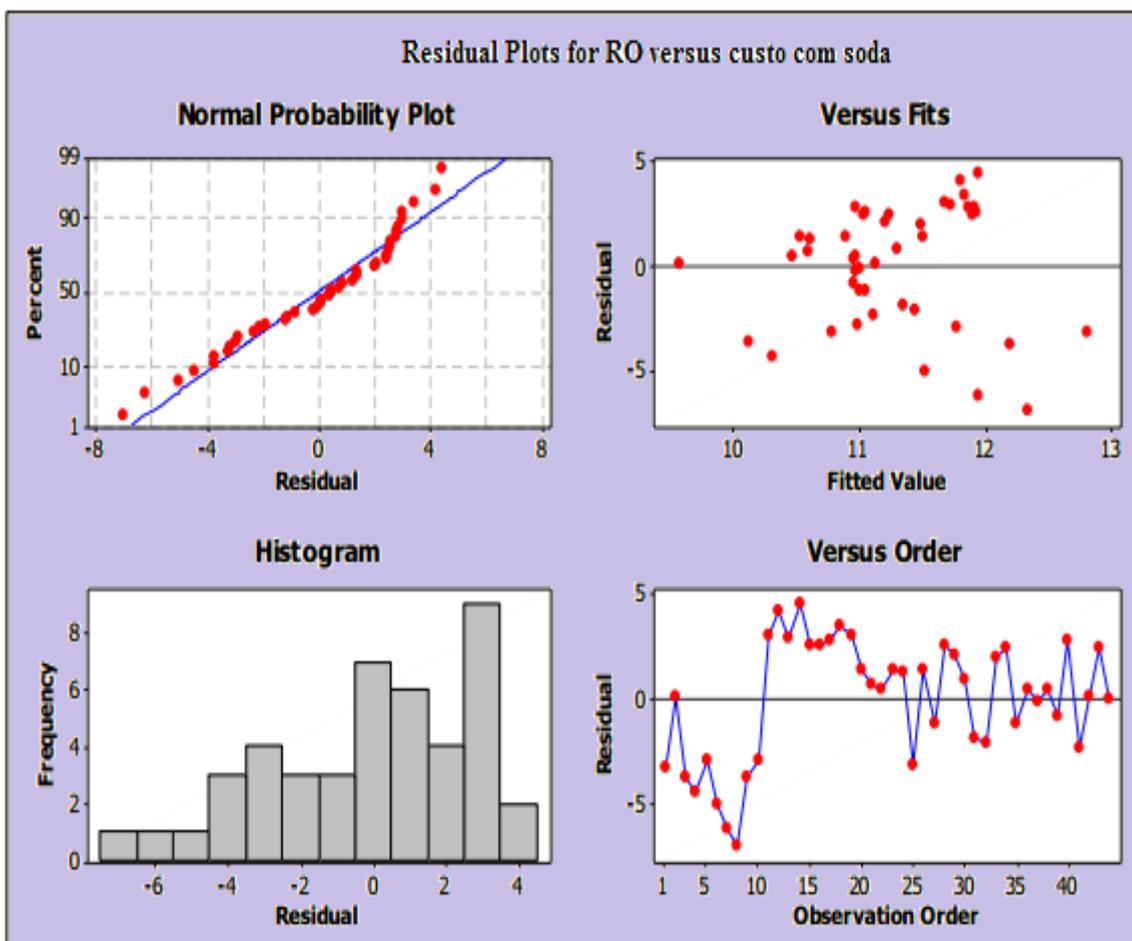
Fonte: o autor

Neste caso, a Figura 61 mostra que a variável descrita como custo com soda não é significativa estatisticamente, pois o valor de P encontrado é superior a 5% (não rejeitando a hipótese nula  $H_0$  de que o coeficiente linear é igual a zero).

O coeficiente de determinação (R-Sq) é igual a 4,5%, representando o poder de explicação da variabilidade do Resultado Operacional em relação ao custo com soda. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão mostrou que o valor de P encontrado é superior a 5%, não rejeitando a hipótese nula de que o coeficiente angular é igual a zero.

A Figura 62 mostra a análise residual do modelo de RLS entre o Resultado Operacional versus custo com soda.

Figura 62 – Análise de resíduos do modelo de RLS entre Resultado Operacional versus custo com soda



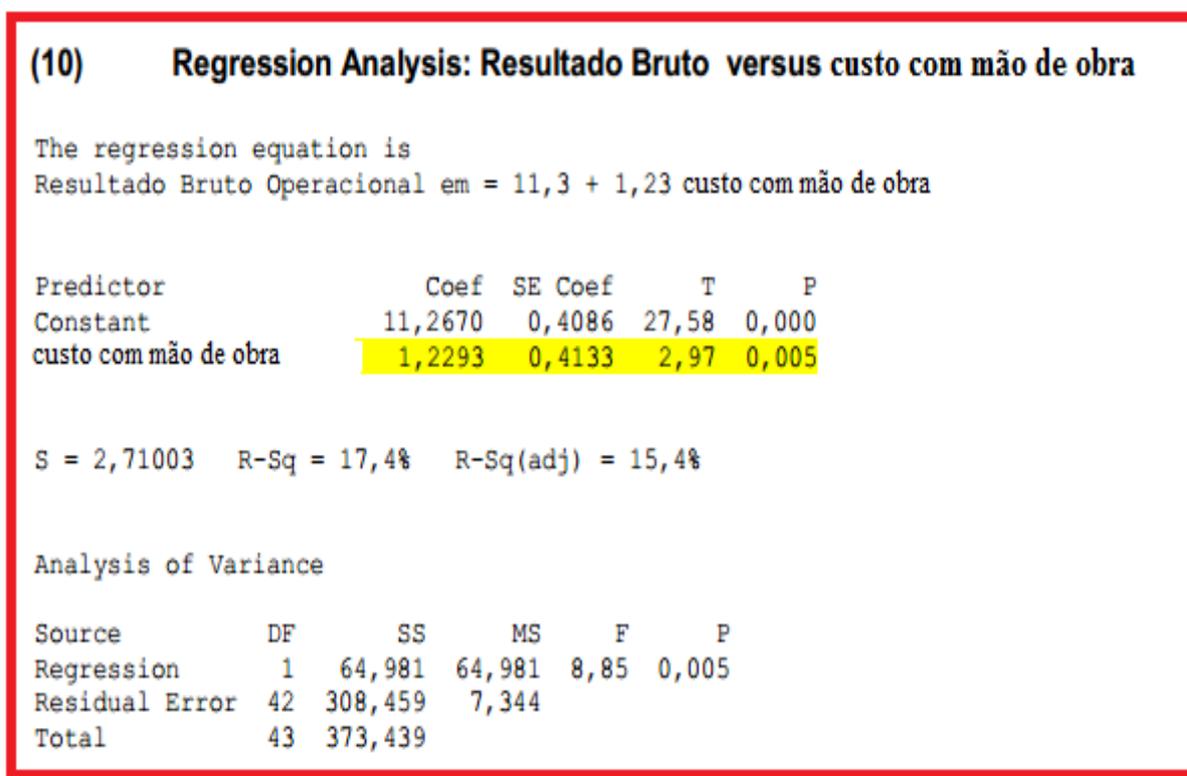
Fonte: o autor

Observa-se que o histograma não apresenta média igual a zero, com uma elevada concentração de erros entre 1 e 4. O gráfico de resíduos versus valores ajustados também mostra uma concentração muito elevada de resíduos próximos ao eixo zero, sendo que a variância não é constante.

O gráfico de resíduos versus probabilidade normal e o gráfico de resíduos versus valores ordenados mostraram, respectivamente, que os erros obedecem uma distribuição normal e que os mesmos não estão correlacionados. .

A Figura 63 mostra a análise de regressão linear simples entre o Resultado Operacional versus custo com mão de obra.

Figura 63 – análise de RLS entre o Resultado Operacional versus custo com mão de obra



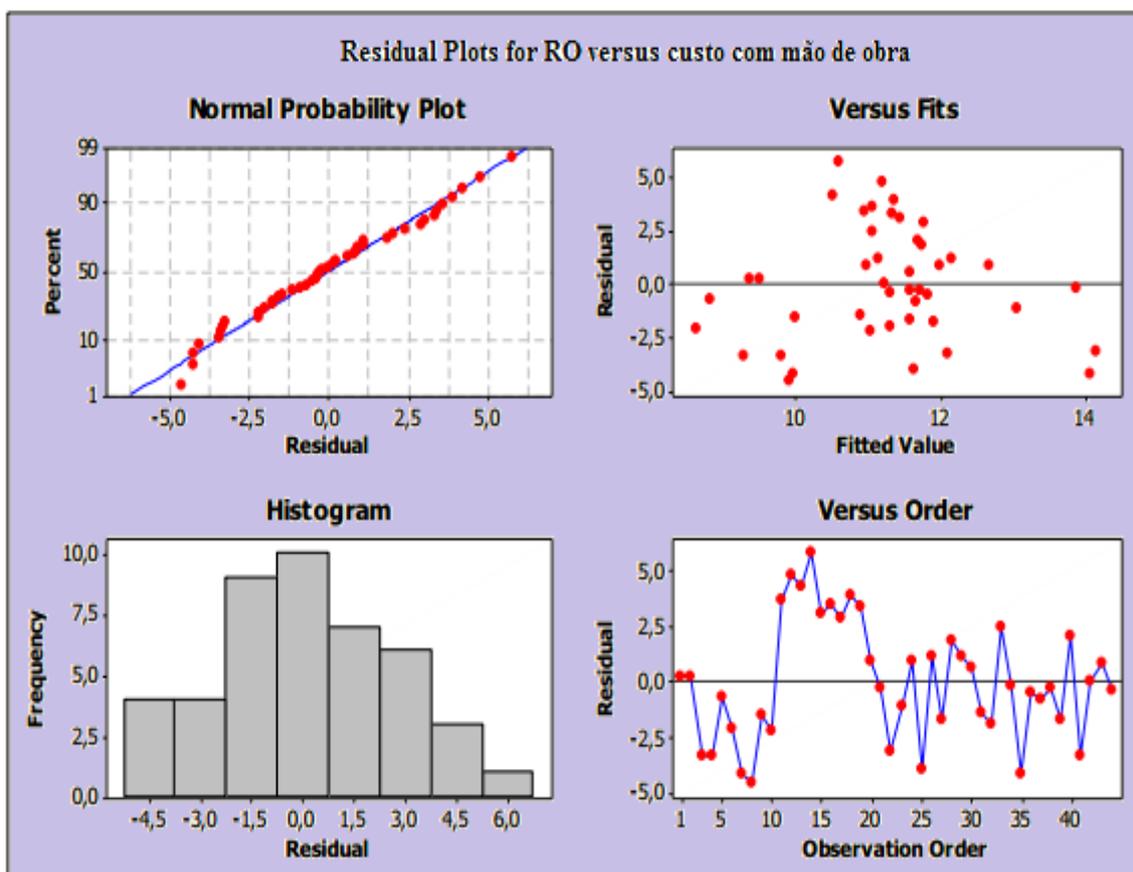
Fonte: o autor

A Figura 63 mostra que a variável empresarial denominada custo com mão de obra é significativa, pois o valor de P encontrado é igual a 5% - rejeitando-se a hipótese nula de que o coeficiente linear da reta de regressão linear simples é igual zero.

Porém o valor de R-Sq mostrou que o poder explicativo do modelo é igual a 17,4%. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão linear simples mostrou uma rejeição para  $H_0$ , pois o valor de P encontrado é igual a 5%.

A Figura 64 mostra a análise dos resíduos (erros) do modelo de regressão linear simples entre RO versus custo com mão de obra.

Figura 64 – Gráfico de Resíduos entre RO versus custo com mão de obra



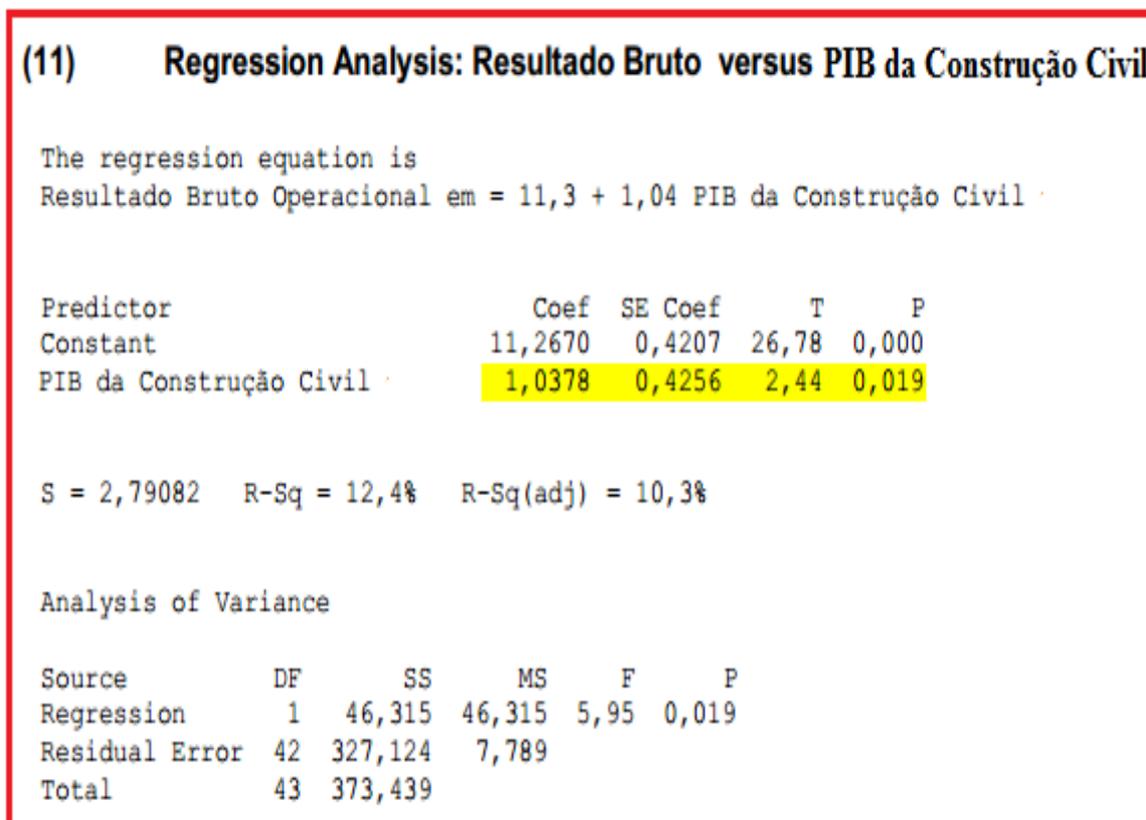
Fonte: o autor

A análise residual da Figura 64 mostra que os erros seguem uma distribuição normal através do gráfico de resíduos versus probabilidade normal gráfico de probabilidade e o gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra que a variância não é constante.

O histograma mostra que a maioria da concentração dos erros encontra-se no valor igual a zero. O gráfico de resíduos versus valores ordenados mostra que os erros não apresentam correlação entre si.

A Figura 65 mostra a análise de regressão linear simples entre o RO versus PIB da Construção Civil.

Figura 65 – Análise de RLS entre RO versus PIB da Construção Civil



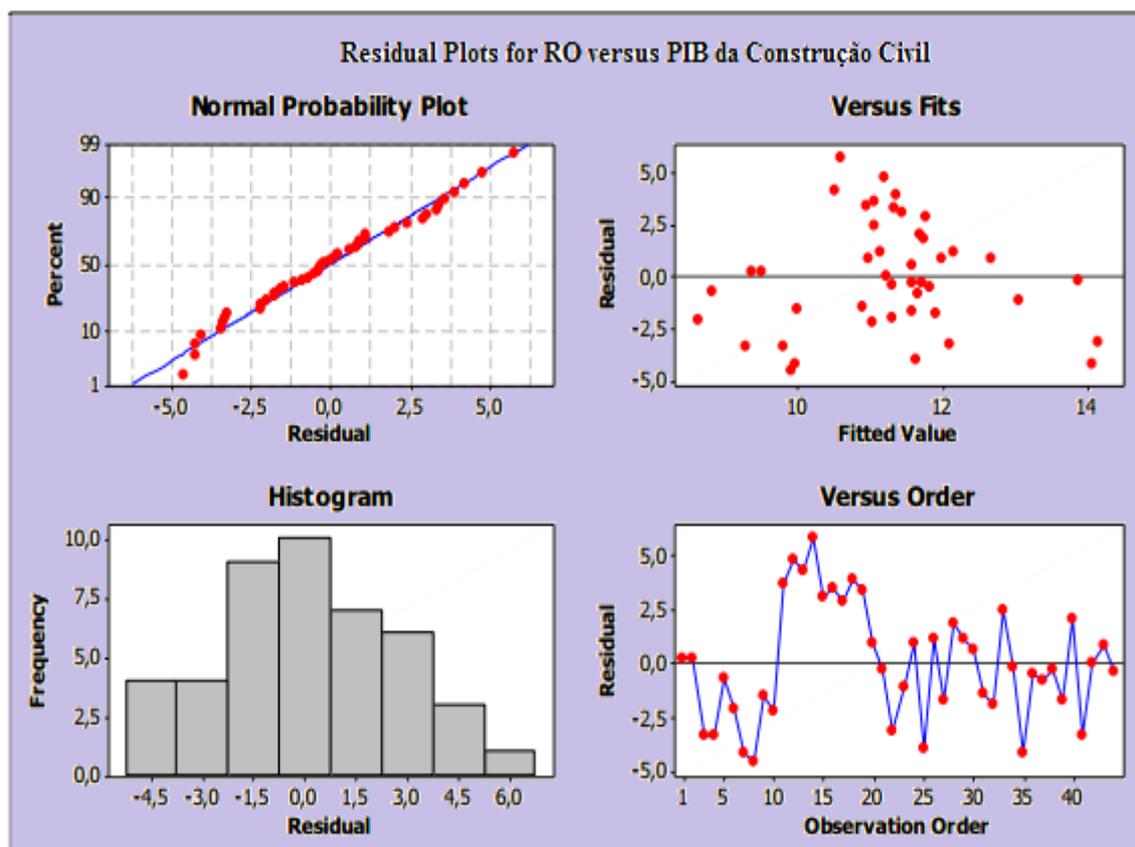
Fonte: o autor

A Figura 65 mostra que a variável PIB da Construção Civil é significativa, pois o valor de P encontrado é inferior a 5% - rejeitando-se a hipótese nula de que o coeficiente linear da reta de regressão linear simples seja igual a zero.

O valor de R-Sq mostrou que o poder explicativo do modelo é igual a 12,4%. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão linear simples mostrou uma rejeição para H<sub>0</sub>, pois o valor de P encontrado é inferior a 5%.

A Figura 66 mostra a análise de RLS entre RO versus PIB da construção civil.

Figura 66 – análise de RLS entre RO versus PIB da Construção Civil

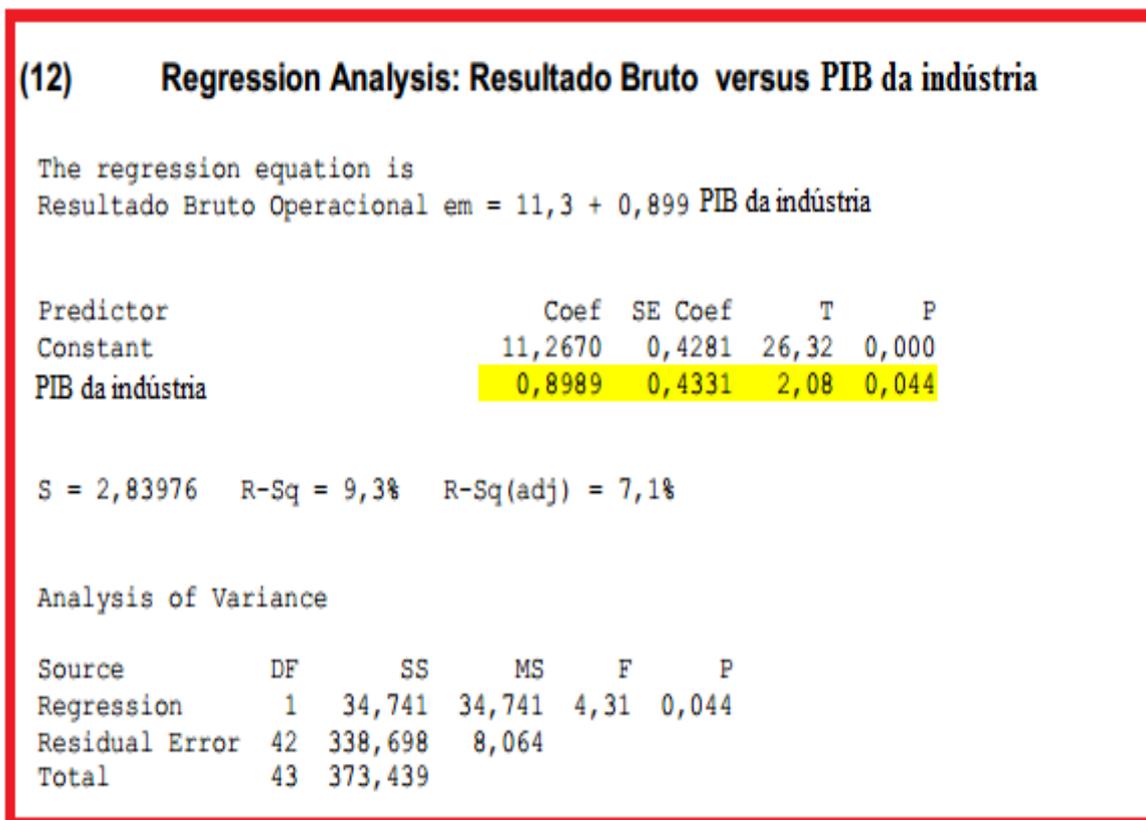


Fonte: o autor

A análise residual da Figura 66 mostra que os quatro gráficos analisados mostram um comportamento dos erros. O gráfico de probabilidade normal que os erros seguem uma distribuição normal e o gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra a distribuição aleatória dos mesmos.

O histograma mostra que a maioria da concentração dos erros encontra-se entre os valores -1,5 e 1,5. O gráfico de resíduos versus valores ordenados mostra que os erros não apresentam correlação entre si. A Figura 67 mostra a análise de RLS entre RO versus PIB da indústria.

Figura 67 – Análise de regressão linear simples entre RO versus PIB da indústria



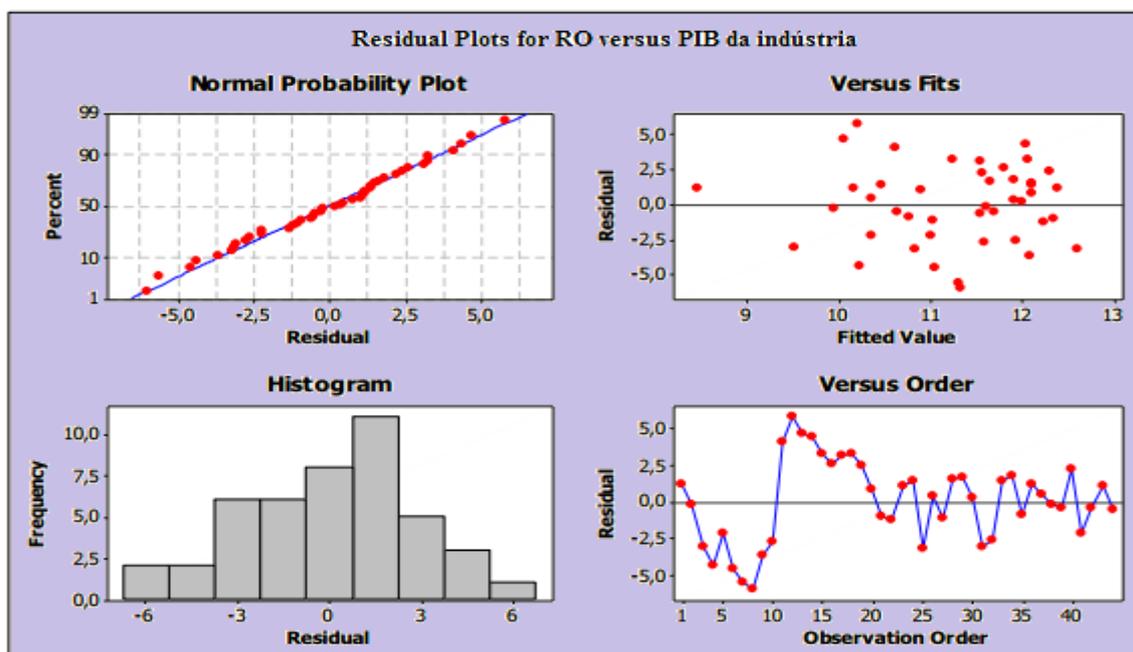
Fonte: o autor

A Figura 67 mostra que a variável PIB da indústria é significativa, pois o valor de P encontrado é inferior a 5% - rejeitando-se a hipótese nula de que o coeficiente linear da reta de regressão linear simples é igual a zero.

O valor de R-Sq mostrou que o poder explicativo do modelo é igual a 9,3%. O teste de hipótese para o coeficiente angular da reta de regressão linear simples mostrou que o P valor encontrado é inferior a 5%, rejeitando-se a hipótese nula de que o coeficiente angular da reta de regressão é igual a zero.

A Figura 68 mostra a análise dos resíduos (erros) do modelo de regressão linear simples entre RO versus PIB da indústria.

Figura 68 – análise de regressão linear simples entre RO e PIB da indústria



Fonte: o autor

A análise residual da Figura 68 mostra que os quatro gráficos analisados apresentam um comportamento regular dos erros. O gráfico de probabilidade normal mostra a distribuição dos erros e o gráfico de resíduos versus valores ajustados mostra que a variância é constante.

O histograma mostra que a maioria da concentração dos erros encontra-se entre os valores -3 até 3. O gráfico de resíduos versus valores ordenados mostra que os erros não apresentam correlação entre si.

A conclusão dos resultados desta pesquisa conforme a utilização das técnicas de pesquisa está no Quadro 11.

Quadro 11 – Síntese dos resultados do mapeamento cognitivo e das análises de regressão linear.

Técnica Aplicada	Variáveis Identificadas
Mapeamento Cognitivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PVFs: demanda de areia, custo com combustíveis, custo com produtos químicos, custo com mão de obra, PIB da indústria, PIB da Construção Civil, custo com energia elétrica.</li> <li>• PVEs: custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo energia elétrica de demanda fora da ponta, custo com energia elétrica da demanda, custo com gás, custo com ácido, custo com óleo BPF, custo com óleo diesel, custo com soda.</li> </ul>

Teste de Correlação de Pearson	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao nível de significância de 5%: custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com gás, custo com óleo BPF, custo com mão de obra, demanda de areia, PIB da indústria e PIB da construção civil.</li> <li>• Ao nível de significância de 7%: custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com gás, custo com óleo BPF, custo com ácido, custo com soda, custo com mão de obra, demanda de areia, PIB da indústria e PIB da construção civil.</li> </ul>
Regressão Linear Simples	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de areia, custo com energia elétrica da demanda, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta, custo com gás, custo com óleo BPF, custo com mão de obra, PIB da construção civil, PIB da indústria.</li> </ul>
Regressão Linear Múltipla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de areia, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta e PIB da Construção Civil.</li> </ul>

Fonte: o autor

O Quadro 11 mostra que o Mapeamento Cognitivo identificou as variáveis da situação problemática através dos PVFs e PVEs. A análise qualitativa da pesquisa mostrou que 12 variáveis empresariais impactavam o RO da mineradora segundo a visão do diretor financeiro.

Quando o banco de dados de cada PVF e PVE identificados no mapa foi fornecido, a técnica de regressão linear simples mostrou que nenhum PVF ou PVE explica de forma isolada o impacto no RO da empresa, porém a maioria destas variáveis apresentou significância para explicar a variabilidade no Resultado Operacional através dos testes de hipóteses do coeficiente angular e linear da reta de regressão.

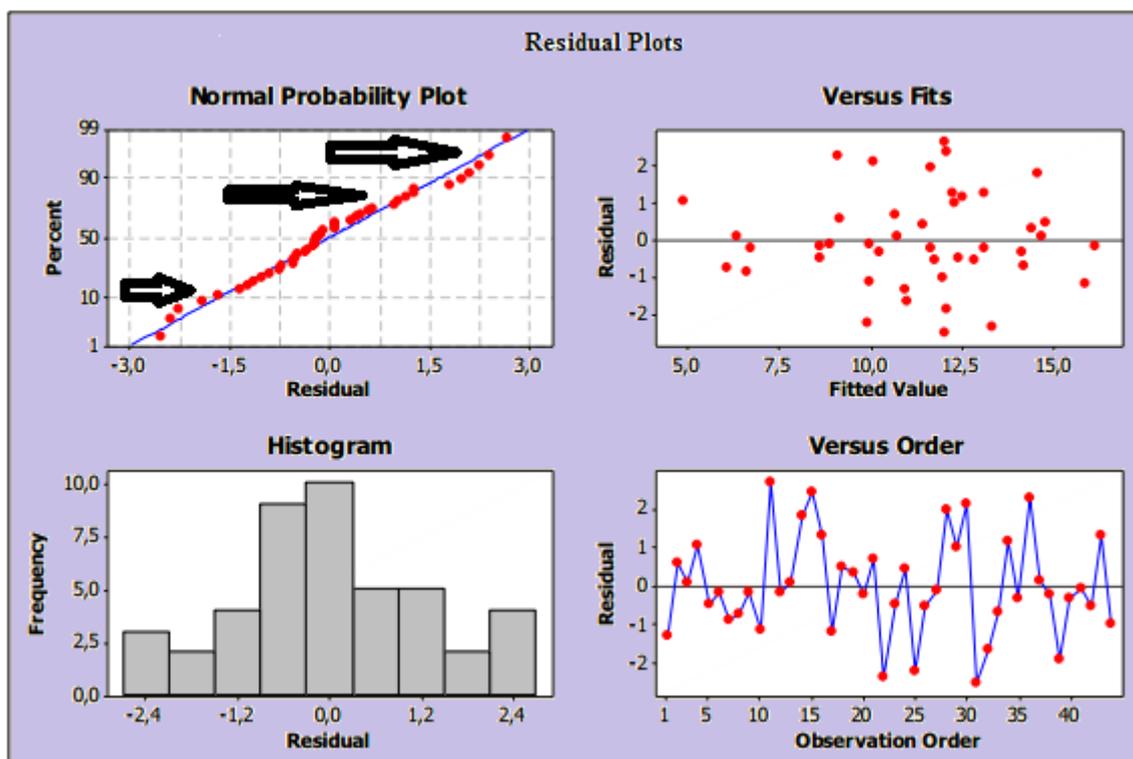
A RLS foi uma técnica utilizada de maneira complementar à RLM nesta dissertação. Modelos de regressão linear múltipla geralmente apresentam multicolinearidade entre as variáveis explicativas, ou seja, podem existir uma ou mais variáveis regressoras que impactam a variável resposta e podem não aparecer no modelo de RLM.

A análise individual entre uma variável explicativa e a variável resposta através da técnica de RLS eliminando assim a multicolinearidade.

Em relação ao modelo de RLM que aborda o teste de hipótese para o coeficiente angular da reta  $\beta_0$ , teste de hipótese para o coeficiente linear  $\beta_j$  e análise de resíduos ( $\epsilon$ ), apenas as variáveis demanda de areia, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora de ponta e PIB da Construção Civil mostraram-se significativas.

Em relação ao Gráfico de Probabilidade Normal, observou-se que mesmo os *outliers* do modelo de regressão linear múltipla obedeceram a linha de distribuição. A Figura 69 mostra o comportamento de *outliers* do modelo de RLM.

Figura 69 – Análise de *outliers* no gráfico de resíduos utilizando o software *Minitab v.16.1*



Fonte: o autor

## 7 Considerações Finais

### 7.1 Conclusão

A aplicação do Mapeamento Cognitivo e da Regressão Linear Múltipla atenderam ao objetivo geral e aos objetivos específicos da pesquisa. Estas técnicas também responderam ao problema elaborado no trabalho, sendo que o mapa cognitivo mostrou as variáveis empresariais que impactam o RO da empresa na visão do gestor, e a técnica de regressão linear múltipla mostrou as variáveis que impactaram conjuntamente na variável resposta.

Os objetivos específicos compreendiam a aplicação do Mapeamento Cognitivo de Influência, utilização do modelo de Correlação de Pearson e a utilização da regressão linear múltipla.

A aplicação do Mapeamento Cognitivo mostrou que o mapa cognitivo foi relevante para a identificação das variáveis empresariais que impactam o Resultado Operacional da mineradora.

Os Elementos Primários de Avaliação (EPAs) relatados pelo diretor financeiro foram: demanda de areia, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora da ponta, custo com energia elétrica da demanda, custo com gás, custo com ácido, custo com soda, custo com óleo diesel, custo com óleo BPF, custo com mão de obra, PIB da indústria, PIB da construção civil.

Os “conceitos meio e fim” foram visualizados no mapa, sendo possível identificar como as variáveis empresariais impactam no RO e o porquê destes impactos. Além deste fato, foi possível ver no mapa cognitivo a importância que as variáveis empresariais apresentam em relação ao RO da mineradora.

O Mapeamento Cognitivo permitiu analisar de forma macroscópica o problema, uma vez que o mesmo possui a característica reflexiva. Os conceitos do mapa, a hierarquia de conceitos, as linhas de argumentação, os ramos do mapa, a formação dos *clusters* e a identificação dos PVFs e PVEs foram identificados.

Esta técnica mostrou que a preocupação com as exigências dos acionistas é relevante na visão do diretor financeiro, sendo que à medida que se construía o mapa a resposta para a situação problemática convergia para a cobrança dos investidores.

Os acionistas desejam o aumento do Resultado Operacional da companhia, como pôde ser observado no mapa, mas para isto a demanda de areia deverá aumentar e os custos da empresa devem diminuir.

Como a demanda de areia (PVF) é um item relacionado às vendas, os investidores cobram o alcance de metas de vendas, impactando positivamente o RO, sendo a razão de produzir da empresa.

Os custos com combustíveis (identificado no mapa como PVF) impactam o RO da empresa porque muitas máquinas utilizam combustíveis para a extração e beneficiamento da areia.

Os custos com energia elétrica (PVF) impactam no RO da empresa uma vez que muitas máquinas dependem da eletricidade (porque estas consomem muita energia), exigindo uma quantidade maior de materiais.

O custo com mão de obra (PVF) mostrou que este conceito trata de um item importante do custo, porque custos baixos com mão de obra garantem margem sem precisar mexer em preço, tornando a empresa mais eficiente e competitiva, apresentando assim um diferencial contra os concorrentes.

Os custos com produtos químicos (PVF) são importantes porque garantem qualidade ao material (deixando a areia especificante). Isto faz com que ocorra uma fidelização para com os clientes.

O PIB da Construção Civil é uma variável empresarial que impacta o RO porque a construção civil é um setor que apresenta forte demanda para vidros planos. O PIB da Indústria é relevante porque a empresa vende bastante areia industrial para a indústria automobilística, que a utiliza no processo de fundição na fabricação de motores.

Em relação à análise quantitativa, o teste de correlação de Pearson foi eficaz para mostrar a associação linear entre as variáveis empresariais descritas pelo diretor financeiro (identificadas como PVFs e PVEs) e o RO. De acordo com esta técnica foi possível observar que apenas a variável empresarial descrita como demanda de areia apresentou uma correlação forte em relação à variável resposta.

Embora esta análise não considere o impacto conjunto das variáveis empresariais no Resultado Operacional da empresa, este modelo foi eficaz para identificar e mensurar o mesmo, uma vez que a Correlação de *Pearson* mostra a força da correlação de cada variável independente na variável resposta.

A Correlação de Pearson mostrou o impacto individual das variáveis empresariais descritas pelo gestor no Resultado Operacional de maneira linear. Através da utilização do software *Minitab versão 16.1* foi possível obter as informações necessárias para atender a este objetivo específico.

Através desta técnica estatística, o P correlação mostrou os índices de correlação individual das variáveis para com o Resultado Operacional da empresa. Desta forma, o P valor mostrou a possibilidade – através de teste de hipótese - de associação linear significativa entre as variáveis empresariais para com o Resultado Operacional da mineradora.

A utilização da técnica de Regressão Linear Múltipla foi eficaz para mensurar o impacto das variáveis empresariais no Resultado Operacional da mineradora. Através desta técnica foi possível identificar que apenas quatro variáveis, dentre as doze relatadas pelo diretor financeiro, impactaram o Resultado Operacional da empresa. Esta técnica forneceu informações que solucionaram o problema da pesquisa e, ao mesmo tempo, atendeu o objetivo geral.

As variáveis empresariais que impactaram o Resultado Operacional da mineradora de médio porte de acordo com a técnica de RLM estudada são: demanda de areia, custo com energia elétrica de demanda na ponta, custo com energia elétrica de demanda fora da ponta e PIB da construção civil.

A demanda de areia é uma variável empresarial relacionada à receita operacional, sendo que existe uma associação linear positiva entre esta variável empresarial e o RO da empresa.

As análises individuais de cada variável empresarial na variável resposta utilizando-se a técnica de regressão linear simples (RLS) mostrou que nenhuma variável analisada individualmente explica a variabilidade no Resultado Operacional (RO) da empresa, apesar da maioria apresentar significância em relação aos testes de hipóteses para o coeficiente linear e angular.

Esta conclusão é baseada na análise de todos os coeficientes de determinação das variáveis (R-Sq), indicando que todos estes valores foram inferiores a 50%. Portanto nesta pesquisa, a técnica de regressão linear múltipla (RLM) foi mais eficaz para identificar as variáveis empresariais que impactaram o RO da mineradora estudada do que a regressão linear simples (RLS).

Conclui-se que o Mapeamento Cognitivo e a RLM são técnicas que podem ser utilizadas simultaneamente em pesquisas que visam identificar variáveis de uma situação problemática e mensurá-las na variável resposta.

O Mapeamento Cognitivo permite que os Pontos de Vista Fundamentais sejam identificados segundo os critérios que classificam os conceitos como controláveis, mensuráveis e essenciais.

Como os PVFs apresentam a propriedade de serem mensuráveis, então existe a possibilidade de se coletar um banco de dados referente aos mesmos e analisar seus respectivos impactos na variável resposta através das análises de regressão linear simples e regressão linear múltipla.

## **7.2 Limitações da Pesquisa**

Esta pesquisa foi aplicada unicamente ao diretor financeiro da empresa, ou seja, ela não foi difundida para os demais diretores. Isto ocorreu porque o diretor financeiro é o responsável pela análise de variáveis empresariais e seus respectivos impactos no Resultado Operacional da empresa.

Consequentemente este fato caracteriza uma limitação da pesquisa, sendo que esta foi direcionada a apenas uma pessoa que forneceu os dados da pesquisa referente a fevereiro de 2009 até setembro de 2012..

## **7.3 Contribuições para estudos futuros**

A principal contribuição para estudos futuros é a possibilidade de desenvolvimento de estudos e teorias a respeito do impacto de variáveis empresariais em outros setores. A pesquisa baseia-se no impacto de variáveis empresariais o Resultado Operacional de uma mineradora de médio porte localizada no interior do Estado de São Paulo. Este estudo pode contribuir para o desenvolvimento de pesquisas em empresas de grande porte.

O Mapeamento Cognitivo pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão em pesquisas cujo objetivo seja identificar variáveis explicativas relacionadas a um contexto decisório.

Em relação à análise quantitativa, os pesquisadores podem utilizar a inferência bayseana para se mensurar o impacto de variáveis empresariais no Resultado Operacional da empresa.

A pesquisa identificou que a maioria das variáveis empresariais que impactam no Resultado Operacional da mineradora relaciona-se aos custos da cadeia produtiva. Uma contribuição relevante para a mineração é realizar estudos referentes ao gerenciamento estratégico de custos em mineradoras que exploram areia industrial.

## Referências

- ABBAD, G.; TORRES, C. V. Regressão múltipla stepwise e hierárquica em psicologia organizacional: aplicações, problemas e soluções. **Revista Estudos de Psicologia**, v.7, n.esp., p.19-29, 2002.
- ALMEIDA, S.; MORAIS, D.C.; ALMEIDA, A.T. Aggregation of stakeholder viewpoints using the value-focused thinking methodology in association with cognitive maps. **Revista Produção**, v.24, n.1 , p.144-159, 2013.
- AMBROSIO, F.; BORGES, P.I.; YONENAGA, W.H. Desenvolvimento de técnicas para o mapeamento de modelos mentais. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v.3, n.7, p.1-8, 2000.
- ARAÚJO, Targino; RIEG, Denise Luciana; YAMAMOTO, Gustavo. Mapeamento cognitivo: experiências a partir de um caso real. **ABEPRO**, v.1, n.1,1998.
- ARAÚJO, T.; YAMASHITA, F.E.; YAMAMOTO, G. Mapeamento Cognitivo: Reflexões Quanto Ao Seu Conteúdo E Uso. Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar. São Carlos. **ABEPRO**, v.1, n.1, 1998.
- ARNAUT, G. C. L.; VASCONCELOS, F.C.W.; SILVA, B.A. Mineração de Areia e Meio Ambiente: impactos, políticas e legislação. **REUNA**, v. 14, n. 2, p.13-27, 2010.
- BAPTISTELLA, M.; STEINER, M.T.A.; NETO, A.C. O uso de redes neurais e regressão linear múltipla na engenharia de avaliações: determinação dos valores venais de imóveis urbanos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2005, Goiânia. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2005, p. 1402- 1411.
- BATISTELA, F.D.; CORRAR, L.J. Retornos de ações e governança corporativa: um estudo de eventos. **Congresso USP`de Controladoria e Contabilidade**. Vol. 4. 2004
- BARBOSA, J. D.; TEIXEIRA, R. M. Gestão estratégica nas empresas de pequeno e médio porte. **Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo**, v. 10, n. 3, p. 31-42, 2003.
- BERTO, R. M. V.; NAKANO, D.N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Revista Produção**, v. 9, n. 2, p. 65-75, 1999.
- BERTRAND, J. Will M.; FRANSOO, Jan C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.
- BGS (2004)**. *British Geological Survey*. Mineral Planning Factsheet. Sílica Sand, 9p.

BISQUERRA, Rafael; SARRIERA, Jorge C.; MATÍNEZ, Francesc. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. São Paulo: Editora ARTMED, 2007.

BRITO, G. A. S. CORRAR, L.J.; BATISTELLA, F.D. Fatores determinantes da estrutura de capital das maiores empresas que atuam no Brasil. **Revista Contabilidade e Finanças**, n. 43, p. 9-19, 2007.

BOUROTTE, Christine Laure Marie. Estudo granulométrico, mineralógico e químico de areias como subsídio ao desenvolvimento de atividades de ensino e divulgação em geociências. 2011.

BUSCHLE, B.N.; PALMEIRO, J.K.; SADE, Y.B.; MELO, V.F.; ANDRADE, M.G.; BATISTA, A.H. Cinética de Liberação de Chumbo de Solos de Área de Mineração e Metalurgia de Metais Pesados. **Revista Brasileira Cinética do Solo**, v.34. p.1865-1874. 2010.

BUSARELLO, R. I. ; SILVA, A.R.L.; SANTOS, N.; FIALHO, F.A.P; UBRICHT, V.R.; SPANHOL, F.J. Representação Gráfica do Conhecimento: Análise de História em Quadrinhos para EaD por Meio de Mapa Cognitivo. XXI Simpósio de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Florianópolis, 2013, p.01-12.

CABRAL JUNIOR, M.; SUSLICK, S.B.; OBATA, O.R.; SINTONI, A. A Mineração no Estado de São Paulo: Situação Atual, Perspectivas e Desafios Para o Aproveitamento dos Recursos Minerais. **Geociências (São Paulo)**, v. 27, n. 2, p. 171-192, 2008.

CASTRO, Fábio da S. et al. Uso de imagens de radar na espacialização da temperatura do ar. **Idesia (Arica)**, v. 28, n. 3, p. 69-79, 2010.

COSTA, F. P.; SOUZA, M.J.F.; PINTO, L.R. Um modelo de programação matemática para alocação estática de caminhões visando ao atendimento de metas de produção e qualidade. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 58, n. 1, p. 77-81, 2005.

COLOSSI, Nelson. *Modelos paramétricos de custos para projetos de sistemas de esgoto sanitário*. Dissertação em Engenharia de Produção, UFSC. 2002.

COURVILLE, Troy; THOMPSON, Bruce. Use of structure coefficients in published multiple regression articles:  $\beta$  is not enough. **Educational and Psychological Measurement**, v. 61, n. 2, p. 229-248, 2001.

CUNHA, Maria Alexandra da. Impacto dos investimentos em TI no resultado operacional dos bancos brasileiros. 2011.

DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M.P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

DANCEY, Christine P.; REIDY, John (2006), *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows*. 1ª Edição, Editora ARTMED.

DOLCI, P. C.; BERGAMASCHI, E.; VARGAS, L. "Visão Sistêmica do Pensamento Sistêmico: Uso de Mapas Conceituais." **Revista de Administração FACES Journal**, v.12, n.1, 2013.

ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A. O uso de mapas cognitivos como instrumento de apoio ao processo decisório: um estudo de caso. **ENEGEP**, v. 17, p. 199, 1997.

ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER NETO, Gilberto. Mapas cognitivos no apoio à decisão. XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, **Anais... RJ**, Rio de Janeiro, 1998, p.01-08.

ENSSLIN, L.; GIFFHORN, E.; ENSSLIN, S.R.; PETRI, S.M.; VIANNA, W.B. Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores. **Production Journal**, v.23, n.2, p.402-421, 2013.

FERREIRA, G.C. . Avaliação da evolução dos mercados produtores e consumidor de areia industrial no Estado de São Paulo. **Geociências**, v.16, n. 2, p.433-466, 1997

FERREIRA, Gilda Carneiro; DAITX, E. C.; **A mineração da areia industrial na Região Sul do Brasil**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672003000100011>. Acesso em: 15 mar. 2013, 15:25.

FERREIRA, G. C., DAITX, E. C. Áreas produtoras de areia industrial no Estado de São Paulo, **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.50, n.4, p.54-60, 1997.

FERREIRA, G. C. e DAITX, E. C. Características e especificações da areia industrial. **Geociências**, vol.19, no. 2, p.235-242. 2000.

FERREIRA, G. C. e DAITX, E. C. A mineração produtora de areia industrial na Região Sul do Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.56, n.1, p.59-65, 2003.

FERREIRA, G. E.; SANTOS PEREIRA, L. Mercados de Agregados no Brasil. 2009

FIELD, Andy. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. Bookman, 2009.

FIGUEIREDO, D.B.; SILVA, J.A.; Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)\*. **Revista Política Hoje**, Pernambuco, v.18, n.1, p.115-146, set.2009.

FONTANELLA, B.J.B. et al. Amostragem em Pesquisas Qualitativas: Propostas de Procedimentos Para Constatar Saturação Teórica. **Revista Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.389 – 394, 2011.

FRANÇA, S. C. A. e LUZ, A. B. (2002). Beneficiamento de Diatomita da Bahia, Série Rochas e Minerais Industriais, no.7, 52p. CETEM/MCT

FRECKLETON, Robert P. On the misuse of residuals in ecology: regression of residuals vs. multiple regression. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, n. 3, p. 542-545, 2002.

FREITA, C. C.; SUGAWARA, L.M.; RUDORFF, B.F.T. Estimativa de produtividade de cana-de açúcar (*Saccharum officinarum L.*) por meio de técnica de análise de regressão linear múltipla. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos – SP, Brasil. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil 21-26 de abril de 2007, INPE, p.435 – 442.

FREZATTI, Fábio et al. Análise do relacionamento entre a contabilidade gerencial e o processo de planejamento das organizações brasileiras. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. SPE2, p. 33-54, 2007.

GARCEZ, Eliane Maria Stuart; RADOS, Gregório J. Varvakis. Necessidades e expectativas dos usuários na educação a distância: estudo preliminar junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. **Ciência da informação**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2002.

GARSON, G. David. Correlation. from Statnotes: Topics in Multivariate Analysis. 2009.

GAZOLA, Sebastião. Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2012.

GERMANI, Darcy José. A mineração no Brasil. **Relatório final preparado para o CGEE–PNUD**, 2002. Boletim técnico

GIRONDI, Ariane. A concepção de roteiros para artefatos audiovisuais digitais interativos na forma de mapa conceitual para aprimorar a disseminação do conhecimento. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC. 2013.

GOMES MACHADO, Débora; SOUZA, Marcos Antônio. Análise das Relações entre a Gestão de Custos e a Gestão do Preço de Venda: Um Estudo das Práticas Adotadas por Empresas Industriais Conserveiras Estabelecidas no RS. **Universo Contábil**, v.2, n. 1, p.51, 2006

GOMES, Alexandre Duarte; PIZAIA, M. G. Arranjos Produtivos Locais – Uma abordagem do setor Mínero-Metalúrgico no estado de Minas Gerais. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 26, 2006.

GUARNIERI, Ricardo André. Emprego de redes neurais artificiais e regressão linear múltipla no refinamento das previsões de radiação solar do Modelo Eta. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2006.

HAIR JUNIOR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005

HENRIQUES, C.; **Análise de Regressão Linear Simples e Múltipla**. Departamento de Matemática – Escola Superior de Tecnologia de Viseu. P.2. 2011.

IBRAM. 2012. A mineração de areia industrial. Acesso em: 05. mar. 2014.

IBRAM. 2013. A mineração de areia industrial. Acesso em: 05. mar. 2014

JARDIM, Sérgio Brião. Mapas cognitivos: um caminho para construir estratégias. **Análise**, v. 12, n. 2, p. 89-119, 2001.

JOÃO, Silvio SteinmetzI Alexandre Nunes DeiblerII. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, 2013.

JOEL, Ana Rita de Assumpção Mazzini et al. Curva de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autorregressivos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, 2005.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992.

LEMES JÚNIOR, Antonio Barbosa; RIGO, Claudio Miessa; CHEROBIM, Ana Paula Mussi. Szabo. Administração Financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.

LEVINE, D.M.; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. Estatística: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: Editora LTC. 1ª ed. 809p. 2000.

LIMA, Aloisio da Silva et al. O uso das representações sociais na construção de mapas cognitivos. 2012.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antonio Freitas; METALÚRGICA, Engenharia. AREIA INDUSTRIAL. 2005.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J.A.; FRANÇA, S.C.A. **Tratamento de minérios**. 4ª Edição: Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MACHADO-DA-SILVA, Clóvis L.; DA FONSECA, Valéria Silva. Competitividade Organizacional: uma Tentativa de Reconstrução Analítica. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 2, p. 33-49, 2010.

MACKE, Janaina. A Pesquisa-Ação na discussão da pesquisa empírica em Engenharia de Produção. **XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, Brasil**, 1999.

MARTINS, Marcos Lobato. A Arte de fabricar motins: Os marcos regulatórios da mineração diamantífera em perspectiva histórica. **Revista Geonomos**, v. 16, n. 2, 2013.

MIGUEL, P. A. C.; Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v.17. p. 219, 2007.

MOREIRA, LUÍS FERNANDO. Título: Multicolinearidade em Análise de Regressão. 2005

MOTTA, José Francisco Marciano; ZANARDO, Antenor; CABRAL, Marsis. As matérias-primas cerâmicas. Parte I: o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. **Cerâmica Industrial**, v. 6, n. 2, p. 28-39, 2001.

MONTGOMERY, D.C. *Introduction to statistical quality control*. 2. Ed. New York: John Wiley & Sons, 674 p., 1991.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C.; HUBELE, N.F. *Estatística Aplicada à Engenharia*. Rio de Janeiro: Editora LTC. 2ª . ed. 335p. 2004.

NEUENFELDT, D. J. et al. Iniciação à Pesquisa no Ensino Superior: Desafios dos Docentes no Ensino dos Primeiros Passos. *Initiation into Higher Education Research: professors challenges in teaching the first steps*. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 289-300, 2011.

OLIVEIRA, Gaspar Antonio de. *Método estatístico no auxílio à previsão de nevoeiro para o aeródromo de Guarulhos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC. 2002

OSBORNE, Jason; WATERS, Elaine. Four assumptions of multiple regression that researchers should always test. **Practical assessment, research & evaluation**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2002.

PACHETO, Renato Lucas. *Avaliação formativa continuada do processo educativo em engenharia usando mapas cognitivos difusos*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

PEDRINI, Danilo Cuzzuol et al. Sistemática para a aplicação do gráfico de controle de regressão múltipla no monitoramento de processos. **XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Salvador, 06 a 09 de outubro de 2009, p.01-13.

PEREIRA, C. E. C et al;. *Proposição de Métricas para Avaliação da Competitividade em Redes de Negócio: uma Aplicação no Setor Siderúrgico Brasileiro*. **XVI SemeAD**, São Paulo 2013.

PETROCELLI, John V. Hierarchical multiple regression in counseling research: Common problems and possible remedies. **Measurement and evaluation in counseling and development**, v. 36, n. 1, p. 9-22, 2003.

PIRATELLI, C. L.; BELDERRAIN, M. C.. Apoio à fase de projeto de um sistema de medição de desempenho com o strategic options development and analysis (SODA). **Anais do Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da Pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.

RAMOS, P. R. et al. Avaliação do Desempenho de Candidatos à Outorga de Uso da Água para Abastecimento Humano: Estudo de Caso da Bacia do Rio Cubatão do Sul. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 1, 2008.

RIEG, D.; ARAÚJO, Fo. Mapas Cognitivos como ferramenta de estruturação e resolução de problemas: o caso da Pró-Reitoria de Extensão da UFSCar. **Revista Gestão & Produção**, v. 10, 2003.

RIEG, Denise Luciana; ARAÚJO FILHO, Targino de. O uso das metodologias "Planejamento Estratégico Situacional" e "Mapeamento Cognitivo" em uma situação concreta: o caso da pró-reitoria de extensão da UFSCar. **Gestao & produção**, v. 9, n. 2, p. 163-179, 2002.

RUIZ, M.S.; CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L.C.; CORTÊS, P.L. Desafios e Perspectivas da Produção de Areia Industrial. **HOLOS-ISSN 1807-1600**, v. 5, p. 50-68, 2013.

SANTOS, P.R.; BELDERRAIN, M.C.N. Cognitive Mapping Applied to Brazilian Aerospace Decision Problems doi:10.5028/jatm. 2011.03021211. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v.3, n. 2, p. 215-226, 2011.

SARAIVA, Luiz Alex Silva; MERCÊS, R. E.; MAGALHÃES, Y. T. A terceirização na gestão da manutenção em uma empresa mineradora de Minas Gerais. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVIII**, 2008.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Anuário das Mulheres Empreendedoras e Trabalhadoras em Micro e Pequenas Empresas 2013.

SELLITTO, M.; RIBEIRO, J. Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 1, p. 75-90, 2004.

SENA, Marcelo M. et al. Avaliação do uso de métodos quimiométricos em análise de solos. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 547, 2000.

SEVÁ, A.O; ALVES, J.M.; ARAÚJO, R.M. Correlações entre as expansões da mineração e da agro-indústria no Planalto Central goiano–e-o processo recente de eletrificação. Rio de Janeiro: **X Congresso Brasileiro de Energia**. 2004.

SILVA, Edna Lúcia da. MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 3ª edição. Versão Atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SILVA, Eduardo Margara da et al. Gestão da qualidade em serviços de TI: em busca de competitividade. **Produção**, v. 16, n. 2, p. 329-340, 2006.

SILVA, C. L. M. ; FONSECA, V. S. “Competitividade Organizacional: uma tentativa de reconstrução analítica”, **Revista de Administração**, 2010, pp.16

SILVA, Márcio Antônio da. Elaboração de um modelo de análise de concessão de crédito para pessoas físicas em um banco. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC. 2003.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4ª Edição, Repositório Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

SILVA RIBEIRO, Amanda Caroline; FREITAS, André Luis Policani. Estudo de técnicas estatísticas multivariadas em problemas decisórios em engenharia de produção. **IV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica**, v.3, n.1, 2013.

SPINELLI, Juçara; KRAFTA, Romulo. Configuração espacial e distribuição do valor do solo urbano. **Anais: Encontros Nacionais da ANPUR**, v. 8, 2013.

SUBRAMANIAN, A. et al Aplicação de método e técnica multivariados para previsão de variáveis termoambientais e perceptivas. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 052-070, 2007.

TESSMAN, C. S. (2009) Importância do binômio Design e Engenharia no beneficiamento de rejeito mineral de opala e ágata na produção de camafeus por usinagem CNC. Dissertação, UFRS.

TEZZA, Rafael; ZAMCOPE, Fábio Cristiano; ENSSLIN, Leonardo. A metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista para a identificação e avaliação de habilidades para o setor de estamparia têxtil. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas- ISSN 1984-2430**, n. 1, p. 125, 2012.

TOLEDO, JC de et al. Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 117-134, 2008.

TRIOLA, M.F.; Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: Editora LTC. 10<sup>a</sup> . ed. 696p. 2008.

TURATO, Egberto Ribeiro. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa Qualitative and quantitative methods in health: definitions, differences and research subjects. **Rev Saúde Pública**, v. 39, n. 3, p. 507-14, 2005.

VALVERDE, Fernando Mendes. Agregados para construção civil. **Balanco Mineral Brasileiro**, p. 6-14, 2001.

ZAMCOPE, Fábio Cristiano et al. Modelo para avaliar o desempenho de operadores logísticos: um estudo de caso na indústria têxtil. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 693-705, 2010.

ZAMCOPE, Fabio Cristiano; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. Desenvolvimento de um modelo para avaliar a sustentabilidade corporativa. **Revista Produção**, v. 22, n. 3, p. 477-489, 2012.

ZANGISKI, M. A. S. G.; LIMA, Edson Pinheiro; COSTA, Sérgio Eduardo Gouvêa. Uma discussão acerca do papel da aprendizagem organizacional na formação de competências. **Ciência da Informação**, v. 38, n. 3, p. 142-159, 2009.

WALTRICK, A.C.A.; DUARTE, M.D.F.D.S. Estudos das características antropométricas de escolares de 7 a 17 anos – uma pesquisa longitudinal mista e transversal. **Revista Brasileira cineantropom. Desempenho humano**, v.2, n.1, 2000.

## Glossário

*Best Subsets* = é uma ferramenta estatística que mostra através de análise de indicadores estatísticos como variabilidade (S), coeficiente de determinação ajustado (R-Sq) e Cp de Mallows um modelo de regressão linear múltipla adequado que impactam a variável resposta.

*Clusters* do mapa cognitivo = são formados por uma grande densidade de ligações entre conceitos e a partir de conceitos semelhantes para obtenção dos objetivos finais.

Hierarquia de conceitos = baseia-se sobre os fins ou o destino a partir de um determinado conceito, sendo que o estabelecimento desta hierarquia ocorre através de ligações de influência compostas por setas.

Linha de argumentação do mapa = inicia-se através de um conceito cauda e termina em um conceito cabeça. Uma linha de argumentação é constituída por conceitos que são influenciados e hierarquicamente superiores a um conceito cauda.

Mapa cognitivo = representação gráfica que mostra como a pessoa (decisor) pensa acerca de um problema ou uma situação problemática.

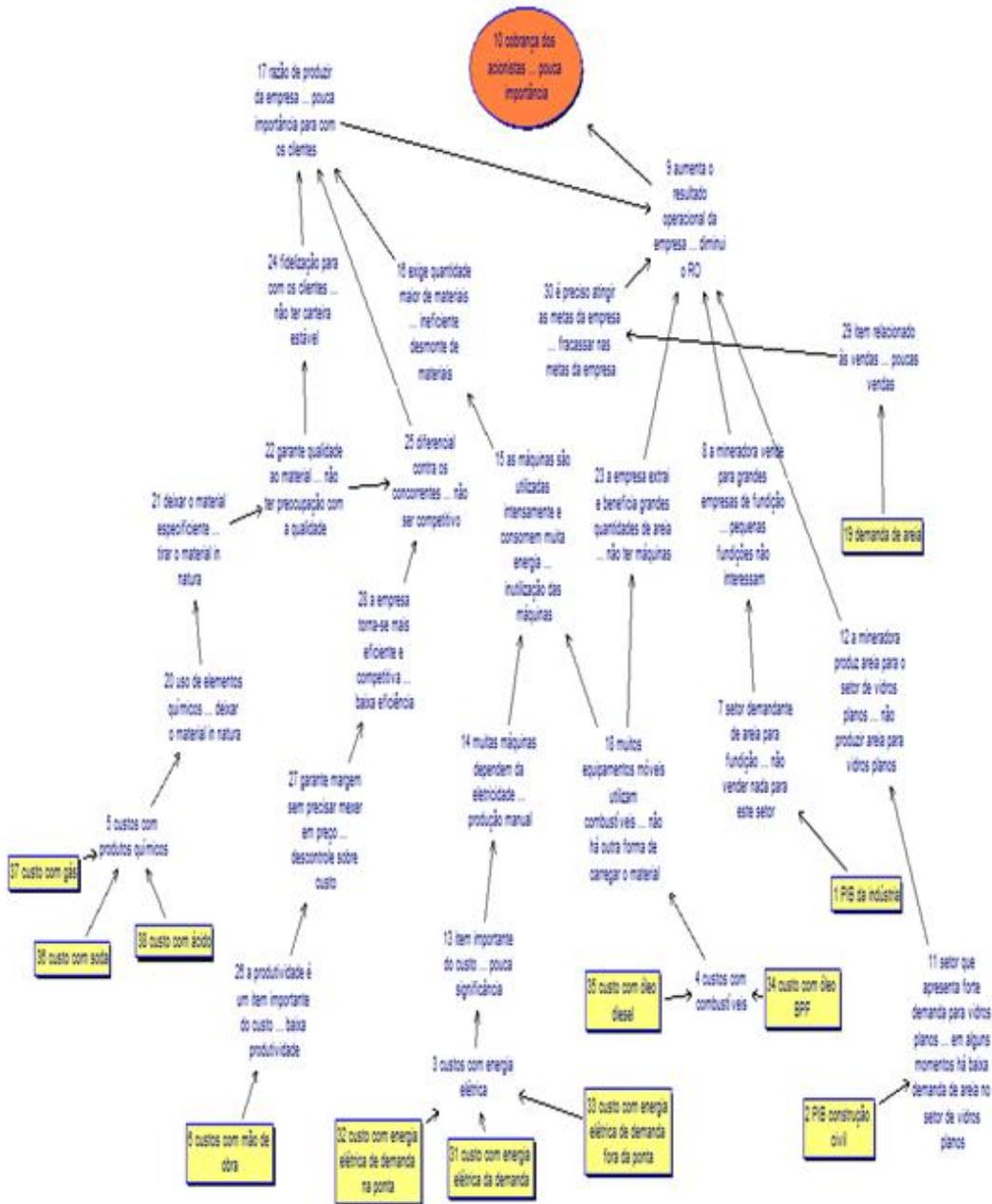
Pontos de Vista Fundamentais = é um conceito de um mapa cognitivo que apresenta características o fato de serem controláveis, essenciais e mensuráveis.

Ramo do mapa cognitivo = é formado por uma ou mais linhas de argumentação que convergem para um mesmo sentido no mapa.

Regressão linear múltipla = é um método para se estimar um valor esperado de uma variável resposta (Y), dados valores de outras variáveis (Xn).

Regressão linear simples = é um método para se estimar um valor de uma variável resposta (Y), dados valores de apenas uma variável (X).

## Apêndice A – Aplicação do mapeamento cognitivo



### Apêndice B – Elaboração dos PVFs

<b>Conceito</b>	<b>Controlável</b>	<b>Mensurável</b>	<b>Essencial</b>
1 PIB da indústria	X	X	X
7 setor demandante para areia de fundição ... não vender para este setor		X	X
8 a mineradora vende para grandes empresas de fundição ... pequenas fundições não interessam		X	X
9 aumenta o resultado operacional da empresa ... diminui o faturamento da empresa		X	X
10 cobrança dos acionistas ... pouca importância			X
2 PIB da construção civil	X	X	X
11 setor que apresenta forte demanda para vidros planos ... em alguns momentos há baixa demanda de vidros planos		X	X
12 a mineradora produz areia para o setor de vidros planos ... não produzir areia para vidros planos		X	X
3 custos com energia elétrica	X	X	X
13 item importante do custo ... pouca significância			X
14 muitas máquinas dependem da eletricidade ... produção manual		X	X
15 as máquinas são utilizadas			X

intensamente e consomem muita energia ... inutilização das máquinas			
16 exige quantidade maior de materiais ... ineficiente desmonte de materiais			
17 razão de produzir da empresa ... pouca importância para com os clientes			X
31 custo com energia elétrica da demanda	X	X	X
32 custo com energia elétrica de demanda na ponta	X	X	X
33 custo com energia elétrica de demanda fora de ponta	X	X	X
4 custo com combustíveis	X	X	X
18 muitos equipamentos móveis utilizam combustíveis ... não há outra forma de carregar o material			
23 a empresa extrai e beneficia grandes quantidades de areia ... não ter máquinas		X	X
35 custo com óleo diesel	X	X	X
34 custo com óleo BPF	X	X	X
19 demanda de areia	X	X	X
29 item relacionado às vendas ... poucas vendas	X	X	
30 é preciso atingir as metas da empresa ...		X	X

fracassar nas metas da empresa			
6 custos com mão de obra	X	X	X
26 a produtividade é um item importante do custo ... baixa produtividade	X	X	X
27 garante margem sem precisar mexer em preço ... descontrola sobre custo	X		X
28 a empresa torna-se mais eficiente e competitiva ... baixa eficiência	X		X
25 diferencial contra os concorrentes ... não ser competitivo			X
5 custos com produtos químicos	X	X	X
20 uso de elementos químicos ... deixar o material in natura	X		X
21 deixar o material especificante ... tirar o material in natura			X
22 garante qualidade ao material ... não ter preocupação com a qualidade			X
24 fidelização para com os clientes	X		X
36 custo com soda	X	X	X
37 custo com gás	X	X	X
38 custo com ácido	X	X	X

## Apêndice C – Banco de Dados da Pesquisa

**Variáveis independentes padronizadas (x-média)/dp**

Volume Vendido Descalvado ( em						
-1,66690	-1,44850	-1,88206	-1,95174	-1,47984	-1,37772	-1,65651
-1,31385	-0,53504	-0,39974	-0,16312	0,96671	0,26035	0,68815
-0,03834	0,11661	0,71374	0,63589	0,62874	0,12702	-0,42692
-0,00725	0,11435	-0,04391	-0,60599	0,36503	-0,89096	-0,24238
-0,01715	-0,16057	0,37372	0,21425	1,21886	0,36869	-0,17296
-0,06238	0,23387	1,24634	0,92025	2,22820	0,51161	1,50313
2,16061	0,94770					
Custo E.E. Demanda (R\$/KW)						
-0,83872	-0,79456	0,17393	3,32309	0,20377	0,38478	0,29715
0,31704	0,34077	0,15173	-0,36794	-0,32592	-0,38880	-0,41301
-0,43000	-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,89893
-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,89893	-0,38191	-0,19391
-0,19391	-0,19391	-0,19391	-0,19391	-0,17945	-0,19391	-0,19391
-0,19391	-0,19391	-0,19391	1,08310	1,93444	1,93444	1,93444
1,93444	1,93444					
Custo E.E. Cons. Ponta (R\$/KWH)						
-1,64381	-1,55150	0,87824	1,53690	1,73188	2,13289	1,93873
1,98283	2,03537	1,61660	-0,15840	-0,06824	-0,20319	-0,25515
-0,13683	-0,60530	-0,60530	-0,60530	-0,60530	-0,60530	-0,60530
-0,60530	-1,08443	-1,08443	-1,08443	-1,08443	-0,73832	-0,05534
-0,05534	-0,05534	-0,05534	-0,05534	-0,05534	-0,05534	-0,61246
-0,61246	-0,95943	-0,12269	-0,44602	0,24799	0,24798	0,24798
1,62530	0,24799					

Custo E.E. Cons. Fora Ponta (R\$)						
-1,41445	-1,37222	0,45895	1,67838	1,78285	1,99772	1,89370
1,91734	1,94552	1,72107	0,12550	0,17076	0,10298	0,07682
-0,62719	-0,65423	-0,65423	-0,65423	-0,65423	-0,65423	-0,65423
-0,65423	-1,39306	-1,39306	-1,39306	-1,39306	-0,81222	0,25769
0,25769	0,25769	0,25769	0,25769	0,25769	0,25769	-0,60101
-0,60101	-0,64465	-0,68499	-0,56404	0,35964	0,35964	0,35964
0,35964	0,35964					

Custo Gás (R\$)						
1,69138	1,93747	1,60298	1,16588	-1,47726	1,01929	0,25283
0,33488	0,15798	0,24816	-0,60755	-0,81394	-0,91379	-1,01700
-0,93606	-0,81688	-1,78415	0,13322	-1,05374	-1,02540	-0,78053
-0,87999	-0,45256	-0,45322	-0,45108	-0,66948	-0,36696	-0,52264
-1,56337	1,59168	-0,53030	-0,60208	-0,56949	-0,44468	0,33298
0,71218	0,28582	0,52226	0,57127	0,64801	1,80905	1,75959
0,68628	1,26898					

Custo Óleo BPF (R\$)						
-2,35766	-2,37299	-2,16286	-2,16282	-2,16283	-2,16205	-2,16281
0,43044	0,43046	0,43045	0,13475	0,13400	0,00487	0,00486
-0,06924	-0,06925	0,17755	0,17831	0,17755	0,34946	0,34869
0,40829	0,40829	0,40830	0,43505	0,43503	0,43504	0,52826
0,52826	0,56799	0,56799	0,58327	0,58250	0,58328	0,59168
0,59168	0,59473	0,59472	0,59472	0,59473	0,59856	0,59779
0,82548	0,82549					

Custo Óleo Diesel (R\$)						
1,69648	1,60665	1,60196	1,60203	0,65951	-0,37304	-0,32268
-0,32208	-0,32222	-0,32211	-0,29759	0,05534	0,08979	0,08990

0,09019	0,09018	0,09004	0,08982	0,09034	0,15420	0,22124
0,22176	0,22199	0,69765	0,76184	0,76187	0,76170	0,76179
-0,07731	-1,31365	-1,28361	-1,28382	-1,28352	-1,34776	-1,23691
-1,11282	-1,11241	-1,11237	-0,60911	-0,85670	-1,34668	-0,73745
1,12117	3,13638					

## Custo Ácido (R\$)

0,31883	0,68820	-0,89035	-0,69357	-1,20713	-1,38208	-1,46599
-1,74985	-1,83593	-1,78393	-1,73170	-1,71792	-1,13346	-0,18724
0,15081	0,65288	0,60363	0,37205	0,30752	0,52050	0,65801
0,64270	0,36457	0,43268	0,74361	0,72170	1,10835	1,63157
1,63736	1,36830	1,45691	1,33274	0,95253	0,52593	0,35318
0,31013	0,18186	0,18200	0,13480	-0,35665	-0,50921	-0,53709
-0,58256	-0,58866					

## Custo Soda (R\$)

-2,47953	2,70794	1,83222	1,52810	0,43971	-0,40535	-1,08862
-1,71816	-1,48371	-0,80678	-0,64305	-0,85149	-1,03850	-1,08008
-1,06064	-1,01296	-0,96088	-0,90820	-0,72137	-0,37127	1,06911
1,28584	1,18241	1,06053	0,76814	0,60201	0,43335	0,34051
0,09568	-0,05797	-0,13042	-0,28071	-0,35005	0,05376	0,36391
0,50472	0,46870	0,47196	0,49045	0,47888	0,25775	0,22342
0,37031	0,42033					

## Custo Mão de Obra (R\$)

-1,55203	-1,43552	-1,18771	-1,61423	-1,99630	-2,14011	-1,05895
-1,09202	-1,01984	-0,19079	-0,15613	-0,05441	-0,60491	-0,53600
0,14384	-0,24320	0,41728	0,08337	0,06910	0,58499	0,26659
2,34975	1,45391	-0,22061	0,30839	-0,10244	0,26434	0,39275
0,72299	0,26465	-0,30137	0,03197	-0,17092	2,13944	2,29289
0,46542	0,33039	0,37520	0,52046	0,36012	0,67885	-0,02515
1,14308	0,04287					

## PIB da Construção Civil em R\$

-2,85341	-1,43555	-2,05125	-1,55001	-1,35616	-0,69246	-0,44323
-0,47738	0,04416	-0,34169	-1,02385	-1,24447	-1,55093	0,57217
-0,29184	0,32201	0,08016	0,32570	0,74571	0,51309	0,65432
0,51217	-0,27430	-0,60477	-0,33154	0,47894	-0,50415	0,82140
0,66909	0,78263	1,33741	1,16294	1,26448	0,89986	-0,01584
-0,20507	-0,10446	1,08448	-0,08692	1,22848	0,36170	1,01156
1,86264	0,70417					

## Produção Indústria Geral em R\$

-3,13729	-1,46622	-1,94604	-1,14633	-1,01443	-0,23446	0,03869
0,07296	0,91733	0,35442	-0,71740	-1,18580	-1,34470	0,85917
-0,03194	0,60887	0,30872	0,88098	1,16555	0,94745	1,19151
1,07727	-0,40583	-0,87942	-0,47229	0,71480	-0,25419	0,94745
0,43127	0,82489	1,49789	0,74596	0,94433	0,71688	-0,56369
-1,23357	-1,00301	0,37726	-0,68936	0,34507	-0,29885	0,48528
1,26214	0,30872					

**Resposta dividida por 1.000.000**

## Resultado Bruto Operacional em

9,5943	9,7073	6,4202	5,8788	8,1119	6,4859	5,7196
5,3304	8,4439	8,8285	14,7050	15,9939	14,7609	16,4166
14,5133	14,4176	14,6847	15,2978	14,7378	12,9124	11,3152
10,9391	11,9161	11,8792	7,6267	12,2859	9,8730	13,6240
13,3011	12,1979	9,4669	9,3157	13,5038	13,7092	9,8681
11,3502	10,8022	11,4398	10,1439	13,7870	8,7690	11,2151
13,5086	10,9506					

