

APLICAÇÃO DA NORMA ISO 14000 EM MINERAÇÃO DE PEDRA ARDÓSIA NO MUNICÍPIO DE PAPAGAIO, MINAS GERAIS, BRASIL.

Autores:

José Maria de Oliveira, Ph. D, Doutor pela *Manchester University*; Professor da Universidade Católica de Brasília - UCB

Fernando Vieira Chaves, MSc.; Professor da Universidade Católica de Brasília, Doutorando em Planejamento e Gestão Ambiental na UCB

Genebaldo Freire Dias, Doutor pela Universidade de Brasília, Professor da Universidade Católica de Brasília – UCB

Jairo Alano de Bittencourt, MSc.; Professor da Universidade Católica de Brasília, Doutorando em Planejamento e Gestão Ambiental na UCB.

RESUMO

Neste artigo são apresentados dados sobre a atividade de mineração de ardósia no município de Papagaio, Minas Gerais, Brasil e sobre a aplicação da Norma Técnica ISO 14000 nessa atividade. A exploração em larga escala na região começou em meados da década de 1970. Ardósias são pedras usadas para revestimento de pisos e paredes, móveis e peças ornamentais. As informações foram obtidas em 50 empresas, sendo 33 serrarias e 17 mineradoras, visando identificar o grau de comprometimento delas com a gestão ambiental local. Para coleta das informações aplicou-se um questionário baseado na ISO 14000 com 16 requisitos. A pesquisa demonstra que, em geral, as empresas pesquisadas apresentam desempenho ruim considerando o modelo de gestão ambiental baseado no sistema ISO/1400. Algumas se destacam com maior desempenho na avaliação, pois há heterogeneidade entre as empresas da amostra. A poluição visual também foi observada na forma de grandes crateras, lagos e paredões, com áreas devastadas, além da poluição causada pelas serrarias situadas em área urbana, gerando ruído e dispersão de pó de pedras no ambiente.

Palavras-chave: Gestão ambiental – ISO 14000 - Sustentabilidade

Abstract

In this article we present some data about slate mining in the town of Papagaio, Minas Gerais, Brazil and data about the ISO 14000 Standard certification in this activity. Large scale mining in the region started in the mid 1970s. Slates are used for the coating of walls, floors, furniture and ornamental pieces. The information was obtained from 50 companies, 33 sawmills and 17 mining companies, aiming at identifying their commitment level with the local environmental management. To collect information a questionnaire based on the ISO 14000 with 16 requirements was applied. The research demonstrates that, in general, the companies present a poor performance considering the environmental management model based on the ISO/1400 system. Some of them outstand with a higher performance in the evaluation because there is heterogeneity among the companies in the sample. The visual pollution was also observed in the form of big craters, lakes and rock slope with devastated areas and also the pollution caused by the sawmills built in the urban area, causing noise and dust dispersal from the rocks into the environment.

INTRODUÇÃO

Gestão ambiental é a expressão utilizada para se denominar a gestão empresarial que se orienta para evitar, na medida do possível, problemas para o meio ambiente. Em outros termos, é a gestão cujo objetivo é conseguir que os efeitos ambientais não ultrapassem a capacidade do meio onde se encontra a organização, ou seja, obter-se um desenvolvimento sustentável.

A gestão ambiental é o principal instrumento para se obter um desenvolvimento industrial sustentável. O processo de gestão ambiental se baseia em normas que são elaboradas pelas instituições públicas (prefeituras, governos estaduais e federal) sobre o meio ambiente. Estas normas fixam os limites aceitáveis de emissão de substâncias poluentes, definem que condições serão despojados os resíduos, proíbem ou controlam a utilização de substâncias tóxicas, definem a quantidade de água que pode ser utilizada, volume de esgoto que pode ser lançado etc.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é o conjunto de responsabilidades organizacionais, procedimentos, processos e meios que se adotam para a implantação de uma política ambiental em determinada empresa ou unidade produtiva. É o método empregado para levar uma organização a manter-se em funcionamento de acordo com as normas estabelecidas, bem como para alcançar os objetivos definidos em sua política ambiental. Neste artigo são apresentados dados sobre a atividade de mineração de ardósia no município de Papagaio (sítio Jacui), cidade de aproximadamente 12 mil habitantes em Minas Gerais e sobre o impacto ambiental dessa atividade.

A exploração em larga escala na região começou em meados da década de 1970. Ardósias são usadas para revestimento de pisos e paredes, móveis e peças ornamentais. A produção mundial de rochas ornamentais e de revestimento, incluindo mármore, granito, ardósias, quartzitos está estimada em 65 milhões de toneladas ano. Os impactos ambientais da exploração de ardósias sobre o meio biótico e abiótico, economia local, serviços públicos e a qualidade de vida são percebidos pela população (urbana e rural) residente na região e são causados pela supressão da cobertura vegetal, pelo não aproveitamento do material refugado na lavra e no beneficiamento; pelas grandes cavas geradas para extração do minério; pilhas de bota-fora das lavras e unidades de beneficiamento, depositadas na zona urbana. Atualmente são geradas 250 mil toneladas de estéreis e resíduos/ano em Papagaios. Observa-se a necessidade de disciplinar as atividades de mineração, definindo claramente a aplicação das normas de proteção ambiental, ISO 14000.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a cidade de Papagaio em Minas Gerais. Esta cidade é o principal centro produtor e beneficiador de ardósia país, onde estão instaladas mais 314 empresas, sendo 20 indústrias extrativas. O município foi importante produtor de cristal de rocha na década de 1960. Pelo último censo Papagaio tinha uma população de pouco mais de 12,4 mil habitantes levando em consideração a população rural (IBGE, 2000)

Na região predominam lavouras de subsistência, ao lado da criação de gado leiteiro e corte, aves e suínos para corte, além de reflorestamento e da exploração de carvão vegetal, que é comercializado com siderúrgicas da região de Sete Lagoas.

Finalmente é necessário salientar que o local onde se encontram as áreas de pesquisa para mineração de ardósia já está bastante antropizado, ocupado por pastagens, com poucas árvores e arbustos, não se caracterizando local de abrigo e alimentação, mas sim como local de passagem para a comunidade que vive nas áreas de entorno.

Também existem 120 serrarias de pedra ardósia em meio urbano (nos quintais das residências) o que provoca um desastre ambiental indescritível pela precariedade.

AS NORMAS ISO 14000

As normas ISO são normas ou padrões desenvolvidos pela International Organization for Standardization (ISO), organismo internacional não governamental com sede em Genebra. No Brasil, a única representante da ISO e um dos seus fundadores é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), também reconhecida pelo governo brasileiro como Fórum Nacional de Normalização.

As normas ISO 14000 são uma família de normas que buscam estabelecer ferramentas e sistemas para a administração ambiental de uma organização. Buscam a padronização de algumas ferramentas-chave de análise, tais como a auditoria ambiental e a análise do ciclo de vida.

A família de normas ambientais tem como eixo central a norma ISO 14001, que estabelece os requisitos necessários para a implantação de um SGA certificável, estruturado e integrado à atividade geral de gestão, especificando os requisitos que deve apresentar e que sejam aplicáveis a qualquer tipo e tamanho de organização. (DIAS, 2006)

As questões levantadas pelo macroambiente que envolve as empresas de pequeno e médio porte geram um conjunto de fatores motivadores à adoção de normas ISO 14001. Os motivos típicos que vêm levando a essa adoção envolvem: melhora na reputação e imagem da organização; exigências dos clientes; relacionamento com partes interessadas (fiscalização ambiental); inovação nos processos (baixar custos e aumentar a eficiência do processo produtivo). (SEIFFERT, 2007)

MATERIAIS E MÉTODOS

As informações analisadas nesse trabalho foram obtidas em 50 empresas do município de Papagaios, sendo 33 Serrarias e 17 Mineradoras, visando identificar o grau de comprometimento delas com a gestão ambiental local. Para a coleta das informações aplicou-se um questionário do ISO/DIS 14000, com 16 requisitos avaliados de 0 a 5 de acordo com os seguintes critérios:

- 0: Não se aplica à realidade de sua empresa
- 1: Não, a empresa ainda não realizou nenhuma ação neste sentido
- 2: Não, mas pretende implementar
- 3: Sim, mas esta situação não está ainda formalizada
- 4: Sim, está em fase de implantação formal
- 5: Sim, esta situação corresponde totalmente a realidade da empresa.

Os requisitos foram agrupados em cinco princípios da seguinte forma:

- Princípio 1 – Comprometimento e Política
- Princípio 2 – Planejamento
- Princípio 3 – Implementação e Operação
- Princípio 4 – Medição e Avaliação
- Princípio 5 – Revisão pela Direção

O Princípio 1, Comprometimento e Política, indica que a direção da organização deve definir sua Política Ambiental e comprometer-se com ela; o princípio 2, Planejamento, indica que a organização deve elaborar um plano para cumprir sua Política Ambiental; o princípio 3, Implementação e Operação, indica que a organização deve desenvolver a capacitação e o apoio necessários para uma efetiva implementação da sua Política Ambiental,

seus objetivos e suas metas ambientais; o princípio 4, Medição e Avaliação, indica que a organização deve monitorar e avaliar sistematicamente o seu desempenho ambiental, que pode ser através das auditorias internas; e o princípio 5, Revisão pela Direção, indica que a organização deve ter sistematizado a avaliação crítica e o aperfeiçoamento contínuo de seu Sistema de Gestão Ambiental com o propósito de aprimorar seu desempenho ambiental global.

Os dados foram analisados utilizando-se o software SAS, Excel e STATISTICA. Para isso, foi feita inicialmente uma análise exploratória, em seguida um teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, uma análise de agrupamentos e uma análise fatorial.

O objetivo da análise exploratória é resumir os dados em informações relevantes para as inferências feitas na pesquisa. Conforme **Ferreira (2005)** as técnicas visam, dentre outros objetivos, à detecção de padrões de interesse nos dados e a sua representação. Os gráficos serviram como um recurso visual da Estatística utilizado para representar fenômenos observados. Sua utilização na pesquisa deve-se tanto à sua capacidade de refletir padrões gerais e particulares do conjunto de dados em observação, como à facilidade de interpretação e a eficiência com que resume informações dos mesmos. Embora os gráficos forneçam menor grau de detalhes que as tabelas, estes apresentam um ganho na compreensão global dos dados, permitindo que se perceba imediatamente sua forma geral sem deixar de evidenciar alguns aspectos particulares que sejam de interesse do pesquisador (**VIEIRA, 2004**). As representações gráficas colocam em evidência as tendências, as ocorrências ocasionais, os valores mínimos e máximos e também as ordens de grandezas dos fenômenos que estão sendo observados. Os gráficos de Box-plots (ou desenhos esquemáticos) foram usados na pesquisa para identificar possíveis dispersões dos dados, os box-plots constituem um conjunto de medidas que oferece a idéia da posição, dispersão, assimetria, caudas e dados discrepantes (**BUSSAB, MORETTIN, 2004**). A posição central é dada pela mediana e a dispersão pelo desvio interquartil $dq = Q3 - Q1$. As posições relativas de $Q1$, $Q2$ e $Q3$ dão uma noção da assimetria da distribuição. Os comprimentos das caudas são dados pelas linhas que vão do retângulo aos valores atípicos. Um outlier ou ponto discrepante é um valor que se localiza distante de quase todos os outros pontos da distribuição. A distância a partir da qual considera-se um valor como discrepante é aquela que supera $1,5dq$. De maneira geral, são considerados outliers todos os valores inferiores $Li = Q1 - 1,5dq$ ou os superiores a $Ls = Q3 + 1,5dq$.

O desempenho médio dos grupos de empresas analisadas, Mineradoras e Serrarias, foi estimado a partir das amostras observadas onde se utilizou para as estimativas um intervalo de confiança de 95%, o cálculo foi realizado pelo software Excel e considerou os seus respectivos tamanhos amostrais.

Foram realizados testes para verificar a normalidade das informações. Ferreira (2005) relata que o teste de Shapiro-Wilks é usado para verificar se uma amostra segue um padrão de normalidade, e que este é baseado em estatísticas de ordem da distribuição normal e seus respectivos valores esperados ou médios. Utilizando o software estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) não foi detectada a normalidade dos dados por esse teste, o que levou a utilização do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparar a distribuição dos dados dos dois grupos de empresas. Este teste é uma abordagem não-paramétrica para comparação de duas amostras, ou seja, é livre de distribuição e se baseia na ordem de classificação dos elementos amostrais (**FERREIRA, 2005**).

Outra análise realizada nesse trabalho foi a análise de agrupamentos, conhecida também como análise de conglomerados, classificação ou cluster. O objetivo principal do método de análise de agrupamentos (clustering) segundo **Berry e Linoff (1997)**, é classificar objetos em grupo relativamente homogêneos, chamados conglomerados, com base no

conjunto de variáveis consideradas. Assim, os objetos em um grupo são relativamente semelhantes em termos dessas variáveis, e diferentes de objetos de outros grupos.

De acordo com Hair et al (1998), a análise de cluster, também denominada como análise de conglomerados, consiste de uma técnica analítica para o desenvolvimento de agrupamento de objetos ou indivíduos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos. Mais especificamente, o objetivo é classificar uma amostra de entidades (indivíduos ou objetos) em um número menor de grupos mutuamente excludentes, baseado nas similaridades entre as entidades. Os objetos em cada conglomerado tendem a ser semelhantes entre si, porém diferentes dos demais objetos dos outros conglomerados. Segundo Roses e Leis (2002) os conglomerados obtidos devem apresentar tanto uma homogeneidade interna (dentro de cada conglomerado), como uma grande heterogeneidade externa (entre conglomerados). Portanto, se a aglomeração for bem sucedida, quando representados em um gráfico, os objetos dentro dos conglomerados estarão muito próximos, e os conglomerados distintos estarão afastados.

A aplicação dessa técnica é, portanto, bastante imediata e pode conferir um bom poder explanatório à pesquisa, supondo que decisões ponderadas sejam tomadas sobre formas alternativas para mensuração de similaridades, critérios para formação de grupos e número ideal de grupos a serem formados.

Neste trabalho, as empresas foram separadas em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo classificado sejam similares entre si (pequena variabilidade dentro do grupo) com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, e os elementos de grupos diferentes sejam heterogêneos (grande variabilidade entre os grupos) em relação a estas mesmas características. Os Critérios (variáveis) utilizados para o agrupamento foram os cinco princípios explicitados anteriormente: Comprometimento e Política; Planejamento; Implementação e Operação; Medição e Avaliação e Revisão pela Direção . Uma escolha precisa e criteriosa das variáveis dependerá principalmente dos objetivos a serem alcançados e da disponibilidade de dados confiáveis e que sejam conceitualmente claros.

Nessa etapa, foi realizada uma análise estatística exploratória dos dados por meio do uso interativo de análise de correlações lineares simples e análise fatorial. De acordo com Hair et al. (1998), no modelo de análise fatorial, cada uma das variáveis pode ser definida como uma combinação linear dos fatores comuns que irão explicar a parcela da variância de cada variável, mais um desvio que resume a parcela da variância total não explicada por estes fatores. A parcela explicada pelos fatores comuns recebe o nome de comunalidade, e a parcela não explicada é chamada de especificidade. As comunalidades podem variar de 0 a 1, sendo que valores próximos de 0 indicam que os fatores comuns não explicam a variância e valores próximos de 1 indicam que todas as variâncias são explicadas pelos fatores comuns.

A análise fatorial foi baseada inicialmente em um breve estudo das intercorrelações entre as variáveis (matriz de correlações), portanto a matriz de correlação será posteriormente transformada por meio de estimação de um modelo fatorial para então se obter uma matriz fatorial. O primeiro passo é a seleção do número de componentes a serem mantidos para a análise posterior. A importância de cada fator estará diretamente ligada à proporção da variabilidade que ele consegue explicar. A variabilidade do primeiro fator é inferior a variabilidade total, possibilitando a escolha do segundo fator e assim subsequentemente.

2. ANALISE DESCRITIVA

Com o intuito de identificar o nível de comprometimento dos princípios definidos na ISO 14000 com os desafios de desempenho e gestão ambiental foram feitas análises de dados descritivos para identificar alguns aspectos relevantes da pesquisa. O trabalho foi realizado em 17 mineradoras e 33 serrarias em Papagaios, município de Minas Gerais.

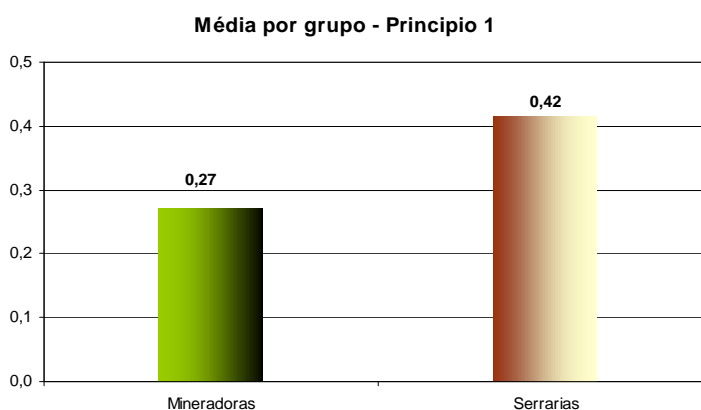
Aplicou-se um questionário com 16 requisitos, para avaliar quão próximas essas empresas estão da certificação do sistema ISO 14000 de gestão ambiental. Esses requisitos foram agrupados em cinco princípios e a pontuação obtida por princípio, foi dividida pela pontuação máxima permitida em cada requisito, obtendo-se valores entre 0 e 1. Esses resultados foram utilizados para fazer a análise por princípio mostrada a seguir.

2.1 Princípio 1 – Comprometimento e Política

Entre os itens avaliados nesse princípio, está a existência de uma política ambiental claramente definida e divulgada, um comprometimento da alta direção da empresa com essa política e um compromisso com a melhoria contínua do desempenho ambiental. A tabela abaixo mostra as análises feitas com os valores obtidos nesse princípio.

Princípio 1		
Estatística	Mineradoras	Serrarias
N	17	33
Média	0,27	0,42
Mediana	0,10	0,20
Moda	0,07	0,20
Desvio Padrão	0,30	0,29
Variância	0,09	0,08
Coeficiente de Variação	1,10	0,70

Quantil	Mineradoras	Serrarias
100% Max	0,90	0,80
75% Q3	0,53	0,80
50% Mediana	0,10	0,20
25% Q1	0,07	0,20
0% Min	0,00	0,00

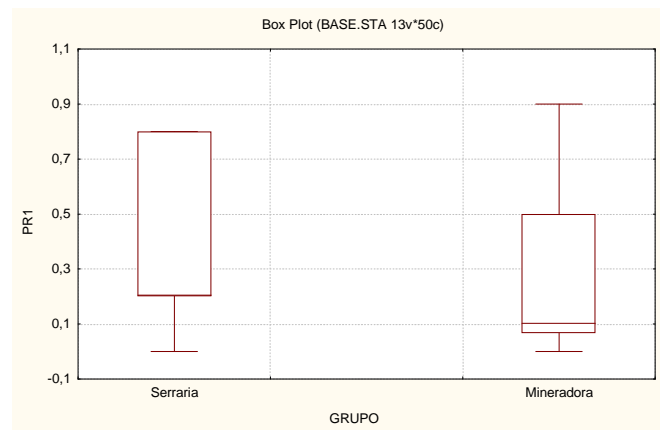


Percebe-se que 50% das serrarias obtiveram valores de até 0,20 e as mineradoras de até 0,10. O valor mais freqüente entre as mineradoras foi 0,07, menor que a moda das serrarias que é 0,20. Verifica-se também, pelo Coeficiente de Variação, que as serrarias possuem variabilidade menor que as mineradoras, pois estas apresentam um valor maior que o obtido pelas serrarias. Quanto ao valor máximo, observa-se que as serrarias tiveram um valor

Princípio 2		
Estatística	Mineradoras	Serrarias
N	17	33
Média	0,28	0,37
Mediana	0,18	0,20
Moda	0,13	0,20
Desvio Padrão	0,20	0,23
Variância	0,04	0,05
Coeficiente de Variação	0,72	0,63

Quantil	Mineradoras	Serrarias
100% Max	0,68	0,71
75% Q3	0,44	0,68
50% Mediana	0,18	0,20
25% Q1	0,13	0,20
0% Min	0,09	0,04

igual a 0,80, enquanto as mineradoras igual a 0,90. O gráfico acima mostra que o desempenho médio das serrarias foi melhor que o das mineradoras.

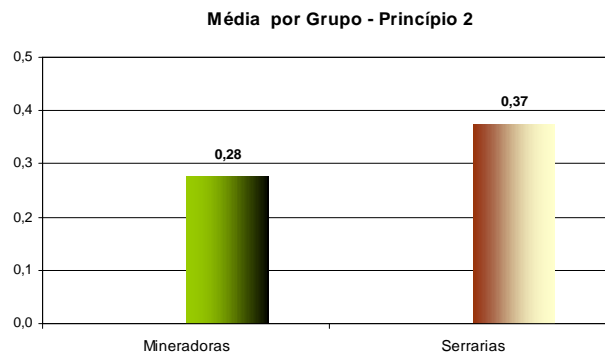


A análise acima diferencia os dois tipos de empresas Serraria e Mineradora com relação ao princípio 1, observando os escores obtidos na avaliação ISO/DIS 14001. Pelo gráfico de Box-Plot 50% dos valores observados nas serrarias concentram-se entre 0,2 e 0,8 enquanto que nas Mineradoras a concentração dos valores ocorre entre 0,07 e 0,53.

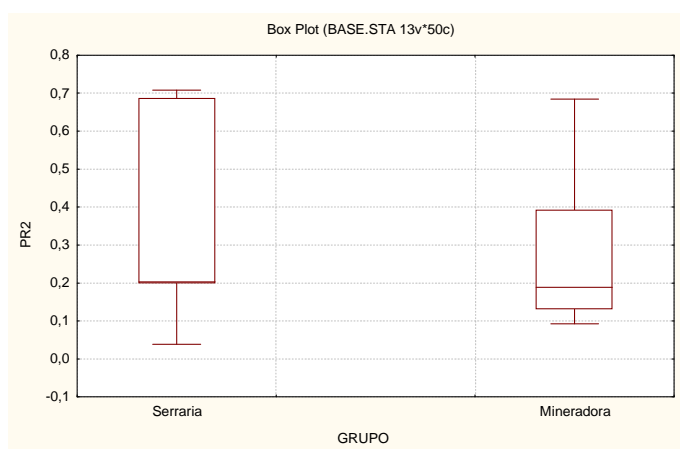
2.2. Princípio 2 – Planejamento

Esse princípio refere-se à elaboração de um plano para o cumprimento da política ambiental. Entre os itens avaliados têm-se os requisitos legais e corporativos da empresa, os aspectos ambientais específicos da mesma e o programa de gestão ambiental elaborado por ela. No gráfico abaixo se têm a análise feita com os valores obtidos quanto ao planejamento da empresas.

Percebe-se que as mineradoras obtiveram mediana igual a 0.18, o que significa que até 50% delas obtiveram valores iguais a esse e 50% valores maiores que 0.18. As serrarias possuem valor mais freqüente igual a 0.20 e valor mínimo obtido de 0.04. Observa-se ainda, que o Coeficiente de Variação das mineradoras é 0.72, o que significa que estas têm maior variabilidade que as serrarias.



O gráfico mostra que o valor médio das serrarias é de 0.37, enquanto as mineradoras têm média igual a 0,28.



Com relação ao princípio 2 pode-se observar que 50% das observações feitas nas Serrarias apresentaram escores entre 0,2 e 0,68, enquanto que nas Mineradoras esse valor varia entre 0,13 e 0,44.

2.3. Princípio 3 – Implementação e Operação

Esse princípio avalia a implementação da política ambiental da empresa. Dentre os itens abordados no teste, tem-se a conscientização e treinamento dos funcionários, a documentação do sistema ambiental, o controle dessa documentação e os planos da empresa para situações de emergência. Na tabela a seguir tem algumas análises feitas para esse princípio.

Verifica-se que as mineradoras possuem mediana igual a 0.09, o que significa que pelo menos 50% delas tiveram valores abaixo desse e 50% acima. O valor mais repetido entre as serrarias foi 0.20 e entre as mineradoras a moda é de 0.09.

O valor máximo obtido igual a 0.71 é o mesmo tanto para mineradoras quanto para serrarias. Observa-se ainda, que o Coeficiente de Variação das mineradoras é 1.16, o que significa que estas têm maior variabilidade que as serrarias.

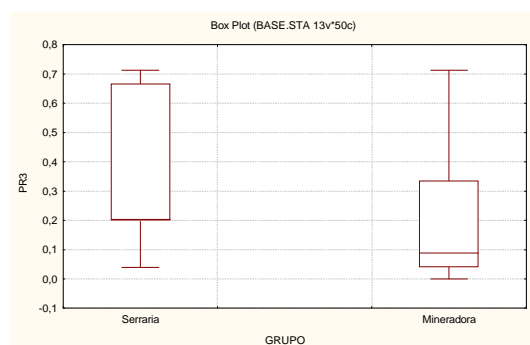
Princípio 3		
Estadística	Mineradoras	Serrarias
N	17	33
Média	0,18	0,35
Mediana	0,09	0,20
Moda	0,09	0,20
Desvio Padrão	0,21	0,24
Variância	0,04	0,06
Coefficiente de Variação	1,16	0,68

Quantil	Mineradoras	Serrarias
100% Max	0,71	0,71
75% Q3	0,35	0,69
50% Mediana	0,09	0,20
25% Q1	0,04	0,20
0% Min	0,00	0,04

Nota-se ainda, pelo Coeficiente de Variação, que as mineradoras têm maior variabilidade, pois o seu valor é superior ao observado nas serrarias.



O gráfico acima mostra que a média encontrada no princípio 3, que avalia o implementação da política ambiental da empresa, é maior entre as serrarias com um valor de 0.35.



No princípio 3 pode-se observar que 50% dos valores obtidos nas Serrarias apresentaram escores entre 0,2 e 0,68 enquanto que nas Mineradoras os escores obtidos estão entre 0,13 a 0,44.

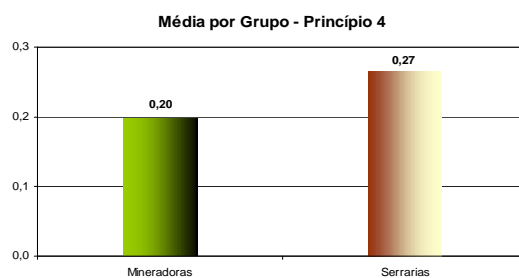
2.4. Princípio 4 – Medição e Avaliação

Dentre os itens avaliados nesse princípio, está a existência de um monitoramento e avaliação sistemática do desempenho ambiental pela empresa. A tabela abaixo mostra a análise feita para essas empresas.

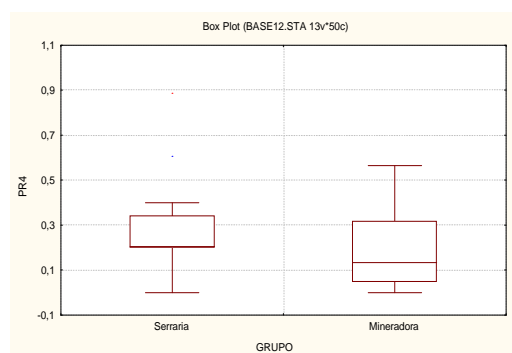
Princípio 4		
Estadística	Mineradoras	Serrarias
N	17	33
Média	0,20	0,27
Mediana	0,13	0,20
Moda	0,13	0,20
Desvio Padrão	0,17	0,15
Variância	0,03	0,02
Coefficiente de Variação	0,86	0,57

Quantil	Mineradoras	Serrarias
100% Max	0,56	0,88
75% Q3	0,33	0,34
50% Mediana	0,13	0,20
25% Q1	0,04	0,20
0% Min	0,00	0,00

A tabela mostra que 50% das mineradoras obtiveram valores de até 0.20 e as serrarias de até 0.13. As mineradoras apresentam uma moda menor que as serrarias, visto que o valor mais freqüente entre elas é 0.13 e entre as serrarias 0.20. O Coeficiente de Variação das serrarias é mais baixo que o obtido pelas mineradoras, o que significa que as serrarias apresentam menor variabilidade.



O gráfico mostra que o valor médio das mineradoras é de 0.20, enquanto as serrarias têm média igual a 0.27.



No princípio 4 pode-se observar uma dispersão de resultados maior para o grupo de Mineradoras quando comparado as Serrarias, 50% das Serrarias apresentaram escores entre 0,2 e 0,34 enquanto que nas Mineradoras os escores estão entre 0,04 a 0,33. Outra observação importante é a existência de valores discrepantes em relação ao conjunto dos resultados obtidos.

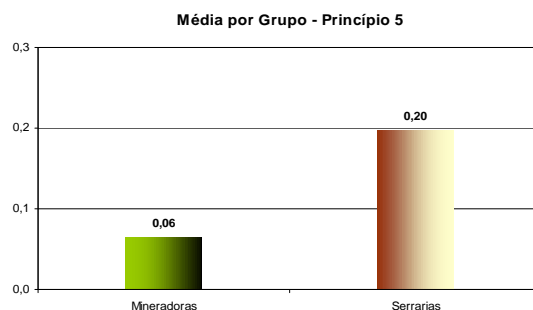
2.5. Princípio 5 – Revisão pela Direção

Esse princípio avalia o aperfeiçoamento contínuo do Sistema de Gestão Ambiental da empresa. Dentre os itens abordados no teste, tem-se o posicionamento da empresa após as auditorias e quais fatores são levados em consideração para a revisão do programa de gestão ambiental.

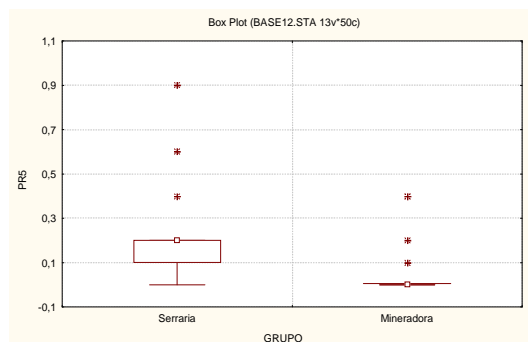
Princípio 5		
Estatística	Mineradoras	Serrarias
N	17	33
Média	0,06	0,20
Mediana	0,00	0,20
Moda	0,00	0,20
Desvio Padrão	0,14	0,17
Variância	0,02	0,03
Coefficiente de Variação	2,11	0,85

Quantil	Mineradoras	Serrarias
100% Max	0,40	0,90
75% Q3	0,05	0,20
50% Mediana	0,00	0,20
25% Q1	0,00	0,10
0% Min	0,00	0,00

Observa-se que as serrarias obtiveram mediana igual a 0.20, o que significa que até 50% das observações obtiveram valores iguais a esse. O valor mais freqüente, ou a moda, entre elas é 0.20, enquanto entre as mineradoras o valor modal é igual 0.00. O Coeficiente de Variação das mineradoras é 2.11, o que indica maior variabilidade entre elas quando comparadas com as serrarias.



O valor médio das mineradoras é 0.06, menor que o obtido pelas serrarias que é 0.20.



No princípio 5 observa-se uma dispersão maior entre os dados das Serrarias, com 50% dos escores obtidos entre 0,1 e 0,20. As Mineradoras apresentam uma concentração dos valores próximos de zeros. Nos dois grupos há ocorrência de valores extremos.

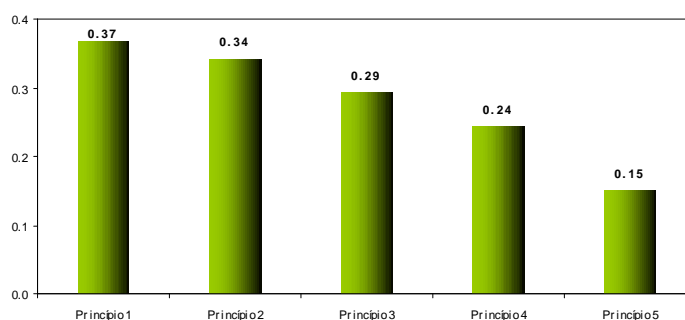
2.6. Avaliação Geral dos Princípios

Foi realizada uma avaliação de serrarias e mineradoras juntas, considerando-se todos os princípios. A tabela abaixo mostra o resultados dessa análise.

Estatística	Princípio 1	Princípio 2	Princípio 3	Princípio 4	Princípio 5
N	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Média	0,37	0,34	0,29	0,24	0,15
Mediana	0,20	0,20	0,20	0,20	0,15
Moda	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Desvio Padrão	0,30	0,23	0,24	0,16	0,17
Variância	0,09	0,05	0,06	0,03	0,03
Coefficiente de Variação	0,82	0,66	0,82	0,66	1,11

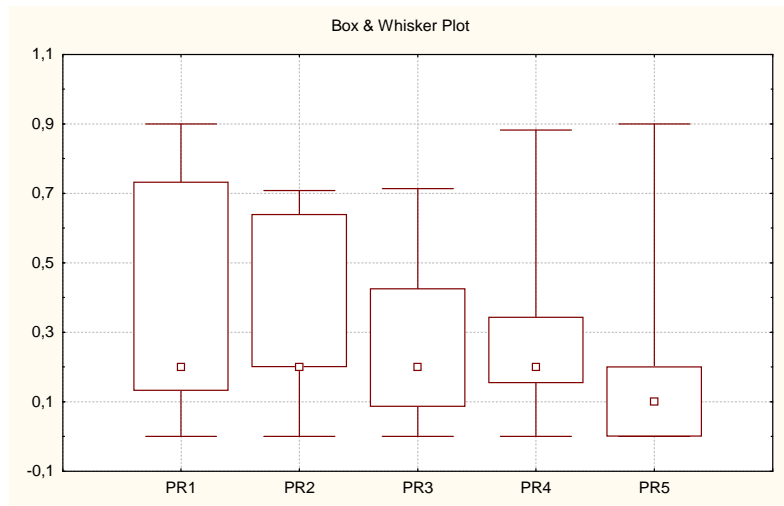
Quantil	Princípio 1	Princípio 2	Princípio 3	Princípio 4	Princípio 5
100% Max	0,90	0,71	0,71	0,88	0,90
75% Q3	0,74	0,65	0,45	0,34	0,20
50% Mediana	0,20	0,20	0,20	0,20	0,15
25% Q1	0,18	0,20	0,10	0,19	0,00
0% Min	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

Média Geral por Princípio



Observa-se que o valor mais freqüente em todos os princípios é 0,20 e que a mediana é igual nos quatro primeiros princípios com um valor de 0,20, o que indica que até 50% das observações estão abaixo desse valor. Quanto à variabilidade, verifica-se que o princípio 2 e 4 são os que possuem o menor valor, enquanto o princípio 5 é o que apresenta maior dispersão com um valor de 1,11. Verifica-se também que no princípio 1, até 75% das observações possuem um valor de até 0,74 e 25% têm valor maior que esse.

O gráfico acima mostra que a maior média encontrada é a do princípio 1, que avalia o comprometimento e Política ambiental da empresa, com um valor de 0,37. O menor valor médio é 0,15, referente ao princípio 5, que analisa a revisão do sistema de gestão ambiental.

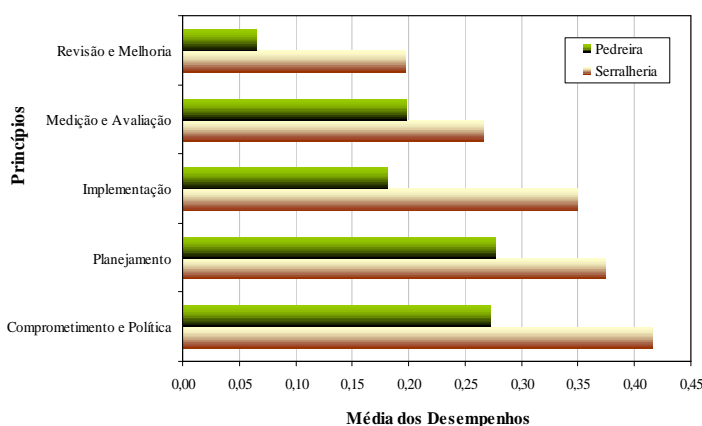


Os Box-plots analisados mostram a dispersão dos escores obtidos na avaliação ISO/DIS 14001 por princípio. Comparando os resultados, pode-se dizer que o princípio 1 apresenta maior dispersão, pois o intervalo interquartílico representado pelo retângulo é maior. Dos escores obtidos no princípio 1, 50% variam entre 0,18 e 0,74 enquanto que no princípio 4 a variação é de 0,19 a 0,34. Algumas empresas apresentaram escores zero (ou próximos de zero) em todos os princípios observados.

3. DESEMPENHO MÉDIO DOS PRINCÍPIOS

A avaliação de desempenho médio nas Serrarias é melhor do que nas Mineradoras em todos os princípios analisados da gestão ambiental (Comprometimento e Ética, Planejamento, Implementação, Medição e Avaliação, Revisão e Melhoria). Comprometimento e Ética com o Meio Ambiente é o princípio mais importante, tanto para as Mineradoras quanto para as Serrarias, onde se identifica maior interesse das empresas nesta ação estratégica. Revisão e melhoria do sistema de gestão ambiental foi o princípio analisado que mostrou menos interesse das empresas.

Avaliação de desempenho das Mineradoras e Pedreiras, segundo os princípios da Gestão Ambiental



O desempenho médio estimado das Serrarias é de 1,6 (com margem de erro de $\pm 0,30$) e das Mineradoras de 0,99 (com margem de erro $\pm 0,44$), os dois desempenhos foram avaliados pelo critério ISO/DIS 14001 como vulneráveis à gestão ambiental. Realizando um teste estatístico de comparação dos grupos (com margem de erro de 5%) pode-se inferir que há diferença significativa entre os desempenhos finais nas amostras observadas das

Mineradoras e Serrarias, não pode considerá-las como grupos de desempenhos iguais na avaliação final do ISO/DIS 14001.

Teste de Wilcoxon Bi-lateral	
Statistic	3,03

Aproximação Normal	
Z	-2,7352
One-Sided Pr < Z	0,0031
Two-Sided Pr > Z 	0,0062

Aproximação T	
One-Sided Pr < Z	0.0043
Two-Sided Pr > Z 	0.0087

Z includes a continuity correction of 0.5.

Teste de Normalidade				
Test	Statistic		p Value	
Shapiro-Wilk	W	0.800067	Pr < W	0.0020
Kolmogorov-Smirnov	D	0.297629	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.278465	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	149.947	Pr > A-Sq	<0.0050

6. AVALIAÇÃO DA NOTA FINAL (ISO/DIS-14001)

A categorização utilizada a seguir para se qualificar a empresa, foi retirada da avaliação feita pelo teste da aplicação da norma **ISO/DIS-14001**, onde uma pontuação final entre 0 e 1,9 obteve indica que a empresa não possui um equilíbrio adequado em sua gestão ambiental e alguns requisitos podem ser desenvolvidos enquanto outros são tidos como “frágeis”. Para as empresas que alcançaram uma pontuação entre 2 e 3,9, considera-se que a gestão ambiental está no caminho certo para a certificação do SGA, mas ainda precisam percorrer um longo caminho. Mas uma pontuação entre 4 e 5 indica que a empresa está próxima da conformidade plena em relação aos requisitos da certificação ISO/DIS-14001, e, conseqüentemente, da certificação ambiental.

A análise foi feita considerando os grupos de Mineradoras e Serrarias conforme tabela a seguir:

Total de empresas segundo categorização ISO/DIS-14001

Grupo	Resultado Final		Total
	Entre 0 e 1,9 pontos	Entre 2 e 3,9 pontos	
Mineradoras	76,47%	23,53%	100,00%
Serrarias	63,64%	36,36%	100,00%
Total	68,00%	32,00%	100,00%

Na Tabela acima, 76,47% das Mineradoras obtiveram entre 0 e 1,9 pontos, e 23,53% das Mineradoras obtiveram entre 2 e 3,9 pontos. Dos resultados obtidos, 63,64% das Serrarias tiveram entre 0 e 1,9 pontos, e 36,36% entre 2 e 3,9 pontos. Comparando as empresas em relação ao total de pontos obtidos no resultado final, tem-se:

Grupo	Resultado Final		Total
	Entre 0 e 1,9 pontos	Entre 2 e 3,9 pontos	
Mineradoras	38,24%	25,00%	34,00%
Serrarias	61,76%	75,00%	66,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

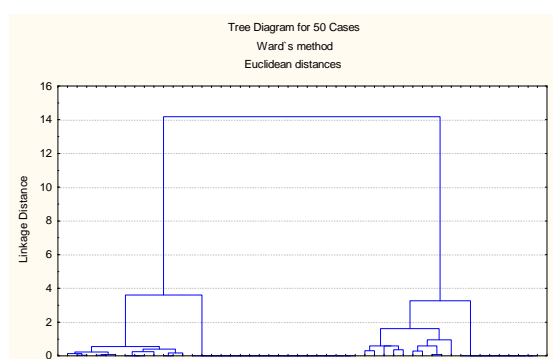
Observa-se pelo gabarito final do questionário do ISO/DIS 14001 e pelos dados apresentados que 61,76% das Serrarias e 38,24% das Mineradoras obtiveram entre 0 e 1,9 pontos, significando que a gestão ambiental de sua empresa não tem equilíbrio adequado (é vulnerável), que alguns requisitos podem ser desenvolvidos enquanto outros são frágeis. Pode-se observar do gabarito final do questionário do ISO/DIS 14001 e dos dados apresentados que 75,00% das Serrarias e 25,00% da Mineradoras obtiveram entre 2 e 3,9 pontos, indicando que a empresa está no caminho para a certificação do SGA, mas ainda tem um longo percurso a percorrer.

7. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamentos, conhecida também como análise de conglomerados, classificação ou cluster, tem como objetivo, neste trabalho, dividir as empresas em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo classificado sejam similares entre si (pequena variabilidade dentro do grupo) com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, e os elementos de grupos diferentes sejam heterogêneos (grande variabilidade entre os grupos) em relação a estas mesmas características.

Os Critérios (variáveis) utilizados para o agrupamento foram os cinco princípios em questão: princípio 1 – Comprometimento e Política; princípio 2 – Planejamento; princípio 3 – Implementação e Operação; princípio 4 – Medição e Avaliação; e princípio 5 – Revisão pela Direção.

Utilizando o método de Ward foi possível reunir as empresas em dois Grupos de Empresas o que pode ser observado pelo dendograma a seguir:



As Empresas ficaram divididas da seguinte forma:

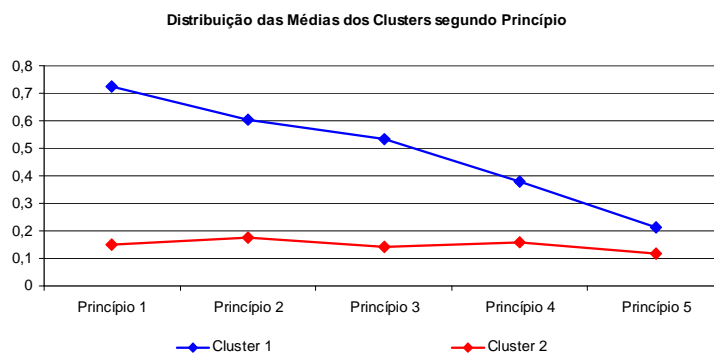
Grupos	Princípio 1	Princípio 2	Princípio 3	Princípio 4	Princípio 5
Cluster 1	0,72	0,61	0,54	0,38	0,21
Cluster 2	0,15	0,18	0,14	0,16	0,12

7.1 Médias dos Princípios segundo classificação dos clusters

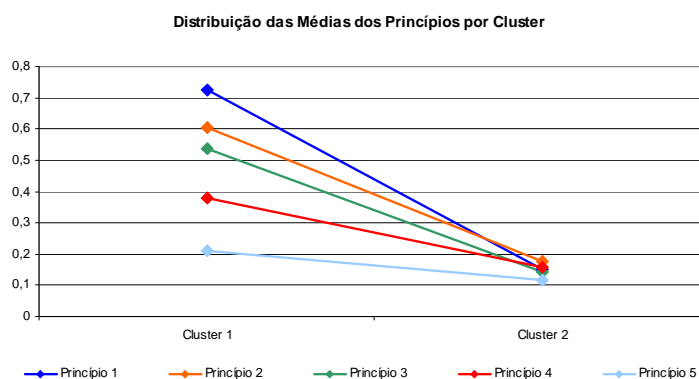
Como pode ser verificada acima, a análise de cluster apresentou dois grupos distintos. O Grupo 1, foi composto por 14 Serrarias e 5 Mineradoras enquanto que o Grupo 2, foi composto por 20 Serrarias e 11 Mineradoras. Observado a análise descritiva dos dois grupos, o Grupo 1 obteve melhores desempenhos em todos os princípios, o que leva a crer que a análise de cluster buscou separar os grupos por dois princípios: bons e ruins. Um fator determinante na divisão dos clusters foi o Princípio 1, Comprometimento e Política, onde o Grupo 1 obteve uma média de 0,72 pontos e o Grupo 2, 0,15 pontos.

No gráfico abaixo, verifica-se a distribuição das médias em cada princípio, nota-se que no Grupo 1 há uma tendência de queda dos princípios analisados, à medida que vão se aproximando do princípio 5. O maior fator de distinção entre os grupos encontrados foi o Princípio de nº. 1 que fala sobre o comprometimento com a política ambiental, e nesse caso, existe um grupo de empresas que de certa forma, contribui com maior peso para esse princípio em relação às empresas do outro grupo.

O segundo critério de distinção observado foi o Princípio 2, que se refere ao planejamento da empresa para elaborar uma maneira de cumprir sua política ambiental. Os princípios 3 e 4 também foram bem distintos em cada grupo. O princípio 5 foi o que se mostrou menos sensível entre os grupos, o que pode talvez ser justificado pela falta de correlação entre os demais, essa variável provavelmente não seja tão discriminatória quanto as demais.



O gráfico a seguir demonstra os resultados médios obtidos em cada um dos grupos. O que se percebe novamente é que as médias no grupo 1 é sempre superior ao 2º grupo. Pode-se dizer que pelos dados coletados teríamos um grupo distinto de empresas com indicadores “bons”, separados das empresas tidas com indicadores “ruins”, e, que poderiam servir de referência para estudos futuros, ou então, como parâmetro para as empresas classificadas no grupo “ruins” atingirem patamares semelhantes às empresas de melhor índice, para que possam ser reavaliadas.



Uma escolha precisa e criteriosa das variáveis depende principalmente dos objetivos a serem alcançados e da disponibilidade de dados confiáveis e que sejam conceitualmente claros. Nessa primeira etapa, foi realizada uma análise estatística exploratória dos dados baseada no uso interativo de análise de correlações lineares simples e análise fatorial.

Sobre a adequação do tamanho da amostra, nesse trabalho, há uma proporção de 10 para 1, entre observações e variáveis o que recai nos limites aceitáveis para aplicação dos testes. Além disso, o tamanho da amostra de 50 fornece uma base adequada para o cálculo das correlações entre as variáveis. Primeiramente, as correlações entre as variáveis serão apresentadas abaixo junto com sua respectiva significância do teste (p-valor):

7.2 Correlações lineares entre as variáveis e grau de significância

	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
PR1	1	0,97 <,0001	0,86 <,0001	0,69 <,0001	0,26 0,0662
PR2	0,97 <,0001	1	0,88 <,0001	0,67 <,0001	0,29 0,0404
PR3	0,86 <,0001	0,88 <,0001	1	0,73 <,0001	0,37 0,0078
PR4	0,69 <,0001	0,67 <,0001	0,73 <,0001	1	0,73 <,0001
PR5	0,26 0,0662	0,29 0,0404	0,37 0,0078	0,73 <,0001	1

As correlações em geral são positivas e altas, com exceção da variável representativa do princípio 5 (Revisão pela Direção) em relação aos princípios 1 (Comprometimento e Política), 2 (Planejamento) e 3 (Implementação e Operação) que apresentam correlações baixas na ordem de 0,26; 0,29 e 0,37, respectivamente. As correlações são estatisticamente significantes ao nível de 0,05 exceto entre os princípios 1 e 5 (p-valor > 0,05).

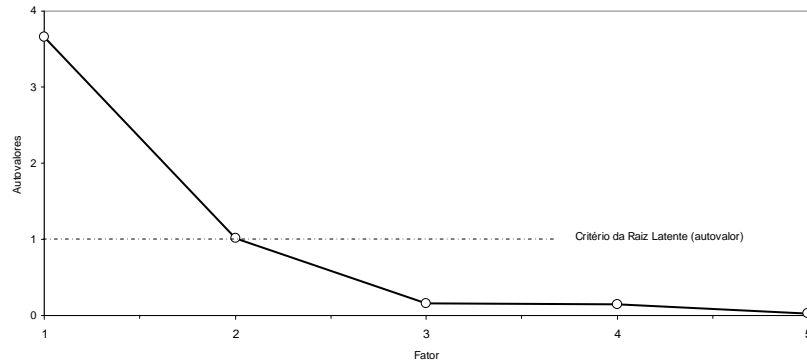
O que se percebe é que os princípios 1, 2, 3 e 4 são fortemente correlacionados entre si e o princípio 5 só tem correlação alta com o princípio 4 (Medição e Avaliação). Como anteriormente observado, a análise fatorial é baseada inicialmente em um breve estudo das intercorrelações entre as variáveis (matriz de correlações), portanto a matriz de correlação será posteriormente transformada por meio de estimação de um modelo fatorial para então se obter uma matriz fatorial. O primeiro passo é selecionar o número de componentes a serem mantidos para a análise posterior.

A tabela abaixo, contém a informação sobre os 5 fatores possíveis e seu poder explanatório relativo expresso por seus autovetores com as respectivas porcentagens de variação total explicada. Além da avaliação da importância de cada componente, os autovalores serão usados para auxiliar na seleção no número de fatores.

8. ANÁLISE DOS FATORES

Fator	Autovalor	Percentual da variância	Percentual cumulativo de variância
1	3,6588	73,18	73,18
2	1,0172	20,34	93,52
3	0,1570	3,14	96,66
4	0,1420	2,84	99,50
5	0,0249	0,50	100,00

Gráfico dos autovalores para critério de escolha de fatores



Para obter pelo menos 90% de explicação, em termos da variância total, o valor estimado para o número de fatores seria 2 e para se obter 95% de explicação precisaria de 3 fatores.

No entanto, pelo critério da Raiz Latente ou Autovalor (Técnica comumente usada e de fácil aplicação na análise de componentes bem como na análise de fatores comum), qualquer fator individual deve explicar a variância de pelo menos uma variável se o mesmo tiver de ser mantido na interpretação. Cada variável contribui com um valor 1 do autovalor total. Logo, apenas os fatores que têm raízes latentes ou autovalores maiores que 1 são considerados significantes e todos os demais abaixo de 1 são considerados insignificantes. **(J.F.Hair Jr., R.E. Anderson, R.L. Tatham e W.C. Black (2005))**

No caso em estudo, pelo gráfico dos autovalores, tem-se então, 2 fatores retidos que explicam, conjuntamente, 93,52 % da variabilidade das 5 variáveis. A duas primeiras colunas de números apresentadas são os resultados para os dois fatores extraídos (ou seja, cargas fatoriais para cada variável em cada fator). A terceira coluna fornece estatísticas resumos, detalhando o quanto cada variável é “explicada” pelas duas componentes.

A primeira linha de números na parte inferior de cada coluna é a soma da coluna de cargas fatoriais ao quadrado (autovalores) e indica a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de variáveis analisadas. (J.F.Hair Jr., R. E. Anderson, R.L. Tatham e W.C. Black. (2005)) Percebe-se que as somas dos quadrados para os dois fatores são 3,689 e 1,017 respectivamente. Como esperado, a solução fatorial extraiu os fatores na ordem de sua importância, com o fator 1 explicando a maior parte da variância e o fator 2 menos. Na extremidade à direita da linha está o valor de 4,676, que representa a soma de quadrados total (3,659 + 1,017). A soma total de fatores ao quadrado representa a quantidade total da variância extraída pela solução fatorial.

Matriz fatorial não-rotacionada da análise de componentes

	Fatores		Comunalidade
	1	2	
Princípio 1	0,921	-0,332	0,959
Princípio 2	0,926	-0,320	0,959
Princípio 3	0,925	-0,181	0,888
Princípio 4	0,884	0,359	0,910
Princípio 5	0,563	0,802	0,961
Soma de Quadrados	3,659	1,017	4,676
Percentual do Traço*	73,18	20,34	93,52

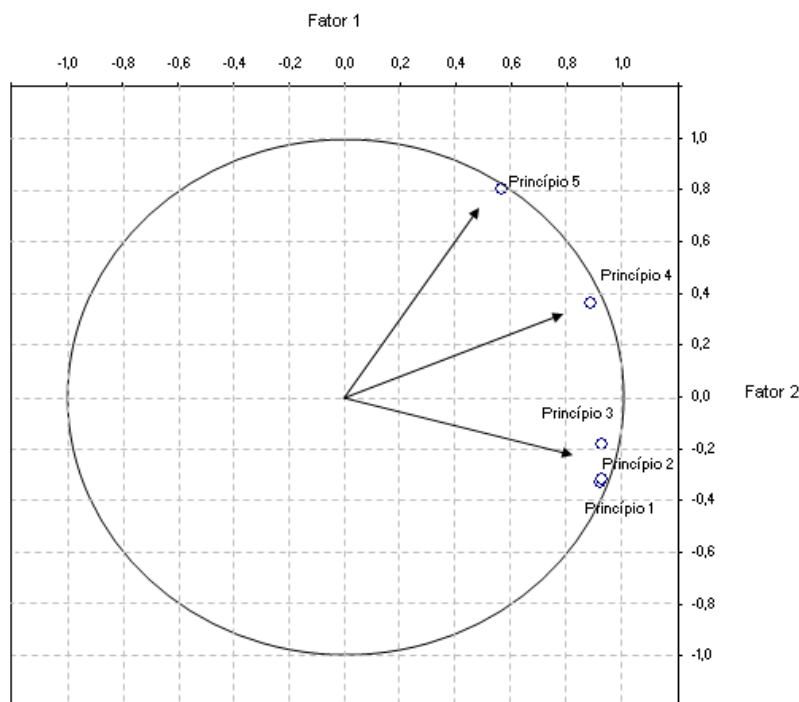
Traço = 5,0 (soma de autovalores)

Os dois fatores explicam 93,52% da variabilidade total existente nas 5 variáveis. O primeiro, explica 73,18% da variabilidade total e está fortemente correlacionado com as variáveis descritoras dos princípios 1 2 3 e 4. Cada uma dessas variáveis apresentou correlação linear maior que 0,88 com a 1ª componente. Sendo assim, o primeiro fator parece estar mais ligado as empresas em relação aos seus aspectos institucionais, em todas suas fases de produção, desde o comprometimento com sua política onde a organização define sua Política Ambiental e comprometer-se com ela, através da elaboração de um plano que desenvolva a capacitação e o apoio necessários para uma efetiva implementação de seus objetivos e suas metas ambientais e por último, o monitoramento e avaliação sistêmica contínuos de seu desempenho ambiental, que pode ser através das auditorias internas.

A importância de cada fator está diretamente ligada à proporção da variabilidade que ele consegue explicar. A variabilidade do primeiro fator é inferior a variabilidade total, possibilitando a escolha do segundo fator. O segundo fator está relacionado à Direção, que deve ter sistematizado a avaliação crítica e o aperfeiçoamento contínuo de seu Sistema de Gestão Ambiental com o propósito de aprimorar seu desempenho ambiental global. A figura a seguir mostra a representação gráfica dos dois fatores. A coordenada de cada variável em cada eixo principal representa a correlação linear entre a variável e a componente que define o eixo. O comprimento do vetor determinado pelas coordenadas de cada variável no plano principal expressa a correlação múltipla da variável em relação aos dois primeiros fatores.

Com relação à qualidade da representação das variáveis no espaço fatorial, as variáveis aos princípios 1, 2, 3 e 4 estão bem representadas pelo primeiro fator, isto é, mais de 73,18% da capacidade destas variáveis de diferenciar as empresas estão representadas na 1ª componente. Quando se agrega mais um fator, passa-se a trabalhar no primeiro plano principal, formado pelo 1º e 2º fatores que acumula o poder de explicação desses fatores em 93,52. No primeiro plano, destacam-se as variáveis: infra-estrutura e direção da empresa. Sendo assim, utilizando os dois componentes teríamos agrupados os princípios 4 e 5 que estão correlacionados e o outro grupo os princípios 1, 2 e 3.

Da análise descrita anteriormente, destacaram-se dois componentes principais que correspondem aos dois grandes fatores de explicação das diferenças entre as empresas. Em conjunto esses dois componentes explicam 93,52% da variabilidade total existente nas cinco variáveis. O primeiro fator diz respeito às variáveis relacionadas a aspectos institucionais, que explica 73,18 % da variabilidade total. Apresentou correlação linear forte e positiva com as variáveis relativas aos princípios 1, 2, 3 e 4.



O segundo fator refere-se a recursos relacionados à Direção, sendo explicado por 20,34 % da variabilidade total. Essa componente sugere a divisão das variáveis em dois grupos, empresas com uma boa Direção, sistematizada em relação à avaliação crítica e o aperfeiçoamento contínuo de seu Sistema de Gestão Ambiental com o propósito de aprimorar seu desempenho ambiental global e a outras com uma direção regular.

9. CONCLUSÕES

A pesquisa realizada em Papagaio, MG para verificar o grau de comprometimento das empresas de Mineração e Serraria verificou que, em geral, elas apresentam desempenho ruim considerando o modelo de gestão ambiental baseado no sistema ISO 14000. Algumas se destacam com desempenhos mais expressivos na avaliação, pois há uma heterogeneidade relevante entre as empresas observadas na amostra.

Não há uma diferença significativa entre os desempenhos médios dos dois grupos de empresas, Serrarias e Pedreiras, devido ao baixo desempenho ambiental avaliado por análise estatística descritiva e inferencial, ou seja, gráficos, medidas de tendência dos dados, medidas de dispersão dos dados, testes estatísticos de hipóteses avaliadas na pesquisa. Apresenta-se a seguir os resultados dos princípios analisados.

Princípio 1 – Comprometimento e Política: percebe-se que 50% das serrarias obtiveram valores até 0,20 e as mineradoras de até 0,10. Valor mais freqüente entre as mineradoras foi de 0,07, menor que a moda das serrarias que é 0,20. Verifica-se também, pelo coeficiente de variação, que as serrarias possuem variabilidade menor que as mineradoras, pois estas apresentam um valor maior que o obtido pelas serrarias. Quanto ao valor máximo, observa-se que as serrarias tiveram um valor igual a 0,80, enquanto as mineradoras igual a 0,90.

Princípio 2 – Planejamento: percebe-se que as mineradoras obtiveram mediana igual a 0,18 o que significa que até 50% delas obtiveram valores iguais a esse e 50% valores maiores

que o 0,18. As serrarias possuem valor mais freqüente igual a 0,20 e valor mínimo obtido de 0,4. Observa-se ainda, que o coeficiente de variação das mineradoras é de 0,72 o que significa que estas têm maior variabilidade que as serrarias.

Princípio 3 – Implementação e Operação: verifica-se que as mineradoras possuem mediana igual a 0,09, o que significa que pelo menos 50% delas tiveram valores abaixo desse e 50% acima. O valor mais repetido entre as serrarias foi 0,20 e entre as mineradoras a moda é de 0,9. O valor máximo obtido igual a 0,71 é o mesmo tanto para mineradoras quanto para serrarias. Observa-se ainda, que o coeficiente de variação das mineradoras é 1,16, o que significa que estas têm maior variabilidade que as serrarias. Nota-se ainda, pelo coeficiente de variação, que as mineradoras têm maior variabilidade, pois seu valor é superior ao observado nas serrarias.

Princípio 4 – Medição e Avaliação: no princípio 4 pode-se observar uma dispersão de resultados maior para o grupo de mineradoras quando comparado às serrarias, 50% das serrarias apresentam escores entre 0,2 e 0,34 enquanto que nas mineradoras os escores estão entre 0,04 a 0,33. Outra observação importante é a existência de valores discrepantes em relação ao conjunto dos resultados obtidos.

Princípio 5 – Revisão e Direção: observa-se que as serrarias obtiveram mediana igual a 0,20, o que significa que até 50% das observações obtiveram valores iguais a esse. O valor mais freqüente, ou a moda entre elas é 0,20, enquanto entre as mineradoras é 2,11, o que indica maior variabilidade entre elas quando comparadas com as serrarias. A avaliação de desempenho médio nas serrarias é melhor do que nas mineradoras em todos os princípios analisados da gestão ambiental (comprometimento e ética, planejamento, implementação, medição e avaliação, revisão e melhoria). Comprometimento e ética com o meio ambiente é princípio mais importante, tanto para as mineradoras quanto para as serrarias, onde se identifica maior interesse das empresas nesta ação estratégica. Revisão e melhoria do sistema de gestão ambiental foi o princípio analisado que mostrou menos interesse das empresas. A análise de agrupamento sugere a segmentação das empresas estudadas em grupos mais homogêneos em termos de comprometimento com a gestão ambiental. No caso específico da amostra, a divisão de dois grupos distintos de empresas seria suficientemente adequado para a segmentação. O trabalho sugere um estudo mais aprofundado com o intuito de fortalecer as análises estatísticas utilizando-se de novas variáveis ambientais, de comparações com outras pesquisas e de novas correlações de variáveis.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRY, M. J. A.; LINOFF, G. **Data Mining Techniques: for marketing, sales, and customer support**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1997

DIAS, REINALDO. Responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo : Atlas, 2006.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Estatística Básica**. LAVRAS: Editora Ufla, 2005....

J.F.Hair Jr., R.E. Anderson, R.L. Tatham e W.C. Black. **Análise Multivariada de Dados**. 5º ed., Bookman, 2005.

MORETTIN, P. A. , BUSSAB, W.O. **Estatística Básica**, Ed. Saraiva, 2002;

ROSES, C.F.; LEIS, R.P. **Um estudo das condições sócio-econômicas de municípios gaúchos através da análise de cluster**. FECAP. Administração On Line, ISSN 1517-7912, vol. 3, nro. 3 (julho/agosto/setembro – 2002)

SEIFERT, MARIA E. BERNARDINI. ISO 14001: sistemas de gestão ambiental : implantação objetiva e econômica – 3. ed. Ampl. – São Paulo : Atlas, 2007.

Vieira, Sonia, **Bioestatística - Tópicos Avançados** – 2ª ed. - ED CAMPUS 2004.