

## **AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS REALIZADAS POR INDÚSTRIAS (EPP) DE MÁRMORES E GRANITOS COM RELAÇÃO A IMPACTOS AMBIENTAIS UTILIZANDO O MÉTODO DA AHP**

Giovanna Frederici de Mello (\*), Admilson Írio Ribeiro, José Arnaldo Frutuoso Roveda, Sandra Regina Monteiro Masalskine Roveda

\* Unesp Sorocaba, [giovanna.frederici@hotmail.com](mailto:giovanna.frederici@hotmail.com)

### **RESUMO**

A extensa utilização de recursos naturais pela industrialização e consumismo da sociedade, evidenciou a importância de implementações de projetos de sustentabilidade que visem uma mudança de postura. A Empresa de Pequeno Porte (EPP) exercem um papel importante na economia do país, no entanto verifica-se a necessidade de projetos de sustentabilidade que analisem o funcionamento desses empreendimentos. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliação das práticas sustentáveis realizadas por indústrias de mármore e granitos, com relação a impactos ambientais. Foi realizado um levantamento de ações sustentáveis propostas e com a finalidade de avaliar práticas sustentáveis e seu grau de priorização de implantação, utilizou o Processo Analítico Hierárquico (AHP) para auxílio à decisão baseada em múltiplos critérios. Constata-se que a razão de consistência RC ficou significativamente abaixo do limiar de referência (10%), o que atesta a coerência na lógica de hierarquização dos critérios considerados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; Empresas de Pequeno Porte; Avaliação de Impacto Ambiental; AHP.

### **ABSTRACT**

The extensive use of natural resources by the industrialization and consumerism of society has highlighted the importance of implementing sustainability projects that aim at a change of posture. The Small Business Company (EPP) plays an important role in the economy of the country, however there is a need for sustainability projects that analyze the operation of these enterprises. Thus, the present work has the general objective of evaluating the sustainable practices carried out by marble and granite industries in relation to environmental impacts. A survey of proposed sustainable actions was carried out and, in order to evaluate sustainable practices and their degree of implementation prioritization, used the Hierarchical Analytical Process (AHP) to aid decision based on multiple criteria. It can be seen that the RC consistency ratio was significantly below the reference threshold (10%), which confirms the consistency in the hierarchy logic of the considered criteria.

**KEY WORDS:** Sustainability; Small Business; Environmental Impact Assessment; AHP.

### **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, a extensa utilização de recursos naturais pela industrialização e consumismo da sociedade, gerou uma maior preocupação com a questão ambiental, esse novo cenário evidenciou a importância de implementações de sistemas de gestão ambiental (SGA) e projetos de sustentabilidade que alterem os processos produtivos e que visem uma mudança de hábitos e costumes dentro e fora dos centros produtivos (BARTLETT, 2012).

De acordo com o Relatório de Brundtland (1987), sustentabilidade é a capacidade de “satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Desse modo é importante compreender a sustentabilidade ambiental, visto que as ações humanas geram impactos sobre o meio ambiente.

Goodland (1995), acrescenta que a humanidade esquece das limitações biofísicas do ambiente, e deveria viver de modo que houvesse um equilíbrio do que é utilizado e descartado, sendo assim, a sustentabilidade ambiental estaria interligada em compreender os padrões de produção e consumo da sociedade.

A sustentabilidade ambiental é um conceito que pode ser aplicado a qualquer atividade desempenhada pelo homem e sua avaliação recebe diferentes enfoques, dependendo do nível de estudo e do ambiente em questão (LINHARES; SELIGMAN, 1992). Este pode ser utilizado em estudos dentro de empresas, em órgãos governamentais e em instituições de ensino.

É crescente a valorização das questões ambientais no segmento empresarial, atendendo às novas exigências legais, de mercado e da sociedade em geral. O enfoque econômico, antes preponderante no planejamento, vem sendo substituído por um conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável, no qual as metas de crescimento estão associadas aos esforços de redução dos efeitos nocivos ao meio ambiente (Strobel et al., 2004).

A economia de energia é sem dúvida, uma ação sustentável. Após dois séculos de consumo incontrolável de energia, desconsideração as consequências ambientais da industrialização, consumismo, e esgotamento de recursos naturais, as últimas décadas do século 20 revelam uma mudança na conduta que se refere tanto nas políticas públicas quanto no grau de consciência e de exigências da população. Dois acontecimentos marcam esse período: a preocupação com a importância do meio ambiente para a Humanidade e a necessidade de um desenvolvimento mais sustentável.

Por isso, as empresas, devem procurar utilizar ferramentas de gestão estratégica alinhadas às ações de sustentabilidade e economia de energia, pois a gestão de recursos ambientais deve estar integrada a uma visão estratégica de desenvolvimento em longo prazo.

Visto a grande influência que as empresas exercem no crescimento econômico e social do país, o âmbito ambiental muitas vezes não é valorizado com sua devida importância. Este fato se deve à conjugação de dois fatores: a escassez de recursos financeiros; e a busca pelo progresso econômico, como meio de melhorar as condições de vida da população. Neste contexto, em que a viabilidade econômica por vezes assume importância vital em detrimento da ambiental, as organizações brasileiras vêm implementando ações no sentido de incorporar os conceitos que desenvolvimento sustentável

Contudo, o tema de sustentabilidade e economia de energia com relação à aplicação de indicadores ambientais ainda aparecem de forma incipiente dentro das empresas no Brasil

Dessa forma, tornam-se cada vez mais necessário, estudos que reproduzam a importância da sustentabilidade ambiental em todos os meios, principalmente em empresas.

Neste sentido, são necessários projetos político-sociais e tecnológicos que estimule o aperfeiçoamento do homem-cidadão enquanto ser político, auxiliando na conscientização tanto dos dirigentes, funcionários e fornecedores.

## OBJETIVO

Estabelecer uma avaliação das práticas sustentáveis realizadas por indústrias de mármore e granitos com relação a sustentabilidade utilizando o método da AHP.

## REVISÃO TEÓRICA

O presente capítulo realiza uma abordagem sobre as práticas sustentáveis realizadas por indústrias de mármore e granitos na região metropolitana de Osasco- SP.

## A INDÚSTRIA DE MÁRMORES E GRANITOS NA REGIÃO DE OSASCO

O beneficiamento final de rochas ornamentais em marmorarias é efetivada praticamente em todo o território nacional por aproximadamente 7.000 empresas empregando mais de 50.000 trabalhadores no país. Muitas são as dificuldades enfrentadas pelo segmento, dentre elas: falhas no gerenciamento referentes à organização do setor e concorrência, riscos de acidentes e riscos ambientais. Nesse segmento, os trabalhadores estão expostos a poeira contendo sílica e ruído, que podem causar doenças como silicose e câncer, e a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), além dos riscos de acidentes e ergonômicos, o grande problema é que maioria das empresas não dispõe de sistema gestão correto e adequado nesse aspecto (MEIGIKOS DOS ANJOS et al, 2008).

As rochas ornamentais, tais como mármore e granito, são muito usadas no Brasil. O mercado é amplo, já que os mármore e granitos podem ser usados em diversas situações, tais como na arquitetura e construção, a energia elétrica é o terceiro item no custo operacional numa empresa do setor de mármore e granito, chegando a representar, em algumas empresas, até 30% do custo operacional (SEBRAE/ES, 2015). Assim, seus custos devem ser minimizados, pois o problema fundamental é o custo elevado de energia elétrica nas indústrias de mármore e granitos.

Com gasto de energia relativamente alto e a grande acumulação de resíduos, ações de sustentabilidade do segmento são questões que estão a direcionar este trabalho de pesquisa.

## INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 2005), a inovação pode ocorrer em quatro vertentes: na implementação de um produto (bem ou serviço); no processo produtivo; em método de marketing novo ou significativamente melhorado; ou um novo método organizacional em práticas de negócio, local de trabalho ou relações externas.

A inovação, segundo Silva et al. (2010), é um processo de expressiva modificação industrial que revoluciona a cadeia de valor, sendo o planejamento e organização, prática responsáveis por reorganizar os processos de uma empresa com a finalidade de aumentar a produtividade e reduzir custos, otimizando recursos, reduzindo gastos e, conseqüentemente, aumentando a produtividade. Esse conceito é muito discutido nos dias de hoje, porém as pequenas empresas ainda não incorporam em seus processos.

A inovação sustentável é a criação de novos processos, produtos ou serviços que consigam amenizar os impactos ambientais e mesmo assim agregando valor aos seus produtos.

Porém, muitas organizações ainda não incorporam a sustentabilidade como inovação, alegando que os investimentos proporcionados não são viáveis. Segundo Silva et al. (2010), as organizações que conseguem identificar as oportunidades de inovação em conjunto com ações sustentáveis, conseguem gerar valor (desde fornecedores ao final do ciclo de vida do produto), e assim, aumentam a produtividade com vida mais longa, otimizando recursos e diminuindo os custos. Sendo uma importante decisão estratégica, pois agrega valor ao produto ou serviço por meio das variáveis ambientais.

## A IMPORTANCIA DA SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

Nas últimas décadas, a extensa utilização de recursos naturais pela industrialização e consumismo da sociedade, gerou uma maior preocupação com a questão ambiental, esse novo cenário evidenciou a importância de implementações de sistemas de gestão ambiental (SGA) e projetos de sustentabilidade que alterem os processos produtivos e que visem uma mudança de hábitos e costumes dentro e fora dos centros produtivos (BARTLETT, 2012; KATES; PARRIS; LEISEROWITZ, 2005).

Neste contexto, a sustentabilidade engloba três pilares o social, o econômico e o ambiental, de modo geral, esta evidencia que os países desenvolvam-se economicamente baseando-se nos pilares socioambientais. (DEMPSEY, 2011).

Segundo Hopwood; Mellor; O'Brien (2005), a sustentabilidade visa compreender a relação da humanidade com ela mesma e com a natureza. Desse modo é importante compreender a sustentabilidade ambiental, visto que as ações humanas geram impactos sobre o meio ambiente.

A sustentabilidade ambiental foi primeiramente definida como a esfera que visa melhorar o bem-estar do ser humano, protegendo os recursos naturais que são utilizados pela sociedade com o intuito de garantir que estes não sejam esgotados e nem causam danos aos seres humanos devido ao mau uso e a degradação (GOODLAND, 1995). O autor acrescenta que a humanidade se esquece das limitações biofísicas do ambiente, e deveria viver de modo que houvesse um equilíbrio do que é utilizado e descartado, sendo assim, a sustentabilidade ambiental estaria interligada em compreender os padrões de produção e consumo da sociedade.

A definição foi sendo ampliada com o passar dos anos, a OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development, ou em Português OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) no documento Environmental Strategy for the First Decade of the 21st Century ou em Português - Estratégias Ambientais para a Primeira Década do Século 21, evidenciou que a sustentabilidade ambiental pode ser definida por cinco objetivos principais:

- 1) Preservar a integridade dos ecossistemas, através da gestão dos recursos naturais;
- 2) Diminuir as pressões ambientais causadas pelo crescimento econômico;
- 3) Ampliar o conhecimento para tomada de decisão com a utilização de indicadores;
- 4) Melhorar a qualidade de vida através da esfera socioambiental;
- 5) Melhorar a governança global a fim de diminuir a interdependência com o meio ambiente (OCDE, 2005).

De modo geral, a sustentabilidade ambiental refere-se à interação do ser humano com o meio ambiente, ou seja, as atividades que a humanidade exerce sobre os ecossistemas (MORELLI, 2011).

A sustentabilidade ambiental é um conceito que pode ser aplicado a qualquer atividade desempenhada pelo homem e sua avaliação recebe diferentes enfoques, dependendo do nível de estudo e do ambiente em questão (LINHARES; SELIGMAN, 1992). Ou seja, pode ser utilizado em estudos dentro de empresas, em órgãos governamentais e em instituições de ensino.

Analisando as novas exigências legais, tanto de mercado e da sociedade em geral, é crescente a importância da sustentabilidade no segmento empresarial, o enfoque econômico, vem sendo substituído por um conceito amplo de desenvolvimento sustentável, onde o crescimento não é mais associado apenas a lucros, mas também a redução dos efeitos nocivos ao meio ambiente e aumento de produtividade (STROBEL et al., 2004).

Por isso, as empresas devem procurar utilizar ferramentas de gestão estratégicas alinhadas as ações de sustentabilidade, pois segundo Godard (1997), a gestão de recursos ambientais deve estar integrada a uma visão estratégica de desenvolvimento em longo prazo.

Este fato se deve, principalmente, a dois fatores: recursos financeiros escassos; e a busca pelo crescimento econômico, com finalidade de melhorar as condições de vida da população.

Contudo, o tema de sustentabilidade e a aplicação de indicadores ambientais ainda aparecem de forma incipiente dentro das empresas no Brasil. Dessa forma, tornam-se cada vez mais necessário, estudos que reproduzam a importância da sustentabilidade ambiental em todos os meios, principalmente em nas empresas que geram custos sociais e ambientais.

Neste sentido, são necessários projetos políticos-sociais e tecnológicos que estimule o aperfeiçoamento do homem-cidadão enquanto ser político. Desse modo, um cidadão consciente de sua realidade socioambiental mediante a obtenção de conhecimentos interdisciplinares sobre ela (ZITZKE, 2002).

Tais iniciativas precisam que internamente também existam trabalhos que evidenciem a importância da sustentabilidade ambiental e auxiliem na conscientização tanto dos dirigentes, funcionários e fornecedores.

## METODOLOGIA

As rochas ornamentais, tais como mármore e granito, são muito usadas no Brasil. O mercado é amplo, já que os mármore e granitos podem ser usados em diversas situações, tais como na arquitetura e construção, a energia elétrica é o terceiro item no custo operacional numa empresa do setor de mármore e granito, chegando em algumas empresas a representar até 30% do custo operacional (SEBRAE/ES, 2001, p.3), assim sendo, seus custos devem ser minimizados, pois o problema fundamental é o custo elevado de energia elétrica nas indústrias de mármore e granitos. De modo que algumas questões estão a direcionar este trabalho de pesquisa:

Foi realizado um levantamento de ações sustentáveis propostas para indústria de mármore e granitos seguindo o Manual de referência de Marmoraria: recomendações de segurança e saúde no trabalho (2008) a fim de estabelecer uma avaliação, onde as ações: Reuso de Água no Processo, Poço de Decantação, uso de Máquinas Pneumáticas para corte e acabamento das pedras e o Uso de Insumos Ecológicos foram levantadas.

Utilizando a metodologia de avaliação usada pelo Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e pequenas Empresas), o Radar de inovação, foi avaliada informações, em forma de questionário de ações sustentáveis realizadas em 20 EPPs (Empresas de Pequeno Porte) de Mármore e Granitos na Região de Osasco/SP.

O Radar da Inovação é um diagnóstico utilizado para mensurar o grau de inovação em empresas. O Radar da Inovação é composto por 13 dimensões: Oferta, Plataforma, Marca, Clientes, Soluções, Relacionamento, Agregação de Valor, Processos, Organização, Cadeia de Fornecimento, Presença, Rede e Ambiência Inovadora.

As primeiras 12 dimensões foram desenvolvidas por Bachmann e Destefani (2008), acrescentando a 13ª dimensão: Ambiência Inovadora. O Radar da Inovação é composto por 42 questões, que indicam o estágio atual dos esforços de inovação em uma empresa, baseados nestas dimensões que englobam os aspectos mais relevantes de sua gestão. Foram aplicadas 2 questões que abordam as ações Sustentáveis realizadas nas empresas, as perguntas englobam os temas: Características Ecológicas de Produtos, Impactos Negativos Causados ao Meio Ambiente, Perigos e Característica Ecológicas dos Insumos Utilizados.

Com a finalidade de avaliar práticas sustentáveis propostas pela entidade e seu grau de priorização de implantação utilizou o Processo Analítico Hierárquico (AHP) para auxílio à decisão baseada em múltiplos critérios (Multi Criteria Decision Aid - MCDA) A aceitação da AHP deve-se à sua capacidade de avaliar a consistência de julgamentos, mediante comparações pareadas pela atribuição de pesos aos critérios influentes no processo decisório (Paula & Cerri, 2012).

Para esta ponderação, Saaty (1994) propôs uma escala de valores que determinam se a influência de um critério prevalece sobre outro, variando de 1 que indica que ambos têm a mesma importância, até 9 que estabelece o mais alto grau de importância relativa. A atribuição destes pesos ocorre com uso de uma matriz de comparações (A) quadrada recíproca de ordem d, isto é, na qual um número d de critérios é disposto nas linhas e se repetem nas colunas. Assim, os valores são inseridos nas células (amn), sempre expressando a importância relativa do critério m disposto na linha sobre outro n descrito na coluna (Equação 1):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \text{ (Equação 1)}$$

Desse modo, caso o primeiro critério (m) não prevaleça sobre o segundo (n), são usados os valores fracionados (1/9;1). A partir desta matriz (A), os julgamentos do especialista são avaliados pela seguinte razão de consistência (RC)

$$RC = CI/RI \text{ (Equação 2)}$$

onde, RI corresponde a um índice aleatório de consistência, que é um valor tabelado específico para cada ordem d da matriz; e CI é o índice de consistência, dado por (Equação 3):

$$CI = (\gamma_{max} - d) / (d - 1) \text{ (Equação 3)}$$

onde,  $\gamma_{max}$  é o autovalor máximo da matriz (A), obtido por (Equação 4):

$$\gamma_{max, W=Aw} \text{ (Equação 4)}$$

onde,  $w$  é o autovetor principal, designado por  $w = (w_1, w_2, \dots, w_d)$ , composto pelos pesos médios normalizados calculados para cada elemento ( $m = 1, 2, \dots, d$ ) da matriz.

Conforme proposto por Saaty (1994), os julgamentos são considerados consistentes quando RC é inferior a 10%, devendo ser revistos ou descartados para valores iguais ou superiores.

## RESULTADOS

Para auxiliar a tomada de decisão e priorização de implantação de ações sustentáveis em empresas de mármore e granitos, os critérios (Reuso de água, Poço de decantação, Máquinas Pneumáticas e Insumos ecológicos) foram hierarquizados com uso da técnica AHP, com base no preenchimento da matriz de comparação pareada (A) apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1. Matriz de Comparação (A) para hierarquização dos critérios quanto a e priorização de implantação de ações sustentáveis em empresas de mármore e granitos.**

Ações Propostas	Reuso de água	Poço de decantação	Máquinas Pneumáticas	Insumos ecológicos
Reuso de água	1	9	5	3
Poço de decantação	0.11	1	0.20	0.11
Máquinas Pneumáticas	0.20	5	1	0.33
Insumos ecológicos	0.33	9	3	1

A partir destes valores e da aplicação das equações apresentadas anteriormente, resultaram os parâmetros de autovalor máximo, razão de consistência e autovetor (pesos médios normalizados), que estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2. Avaliação dos pesos médios normalizados (w) para construção da base de regras.**

Ações Propostas	WI (pesos)
Reuso de água	0.550
Poço de decantação	0.039
Máquinas Pneumáticas	0.128
Insumos ecológicos	0.282

Constata-se que a razão de consistência RC (0.068548) ficou significativamente abaixo do limiar de referência (10%), o que atesta a coerência na lógica de hierarquização dos critérios considerados, habilitando o uso do autovetor  $w$  de pesos médios normalizados.

## CONCLUSÕES

O planejamento e priorização de uma ação de sustentabilidade para marmorarias pode depender de várias diretrizes como legislação municipal, manual de referência, economia de energia e financeira, assim também como a disposição dos recursos, entretanto a seleção das ações propostas requer uma avaliação integrada de dados que na ausência de um procedimento lógico estruturado, pode ser comprometida pela visão dos técnicos envolvidos e uma série de outros fatores.

Nesse contexto, o presente estudo apresentou uma proposta de apoio de tomada de decisão e priorização de implantação de ações sustentáveis em empresas de mármore e granitos, utilizando os critérios (Reuso de água, Poço de decantação, Máquinas Pneumáticas e Insumos ecológicos) onde a razão de consistência RC (0.068548) ficou significativamente abaixo do limiar de referência (10%), o que atesta a coerência na lógica de hierarquização dos critérios considerados, habilitando o uso do autovetor  $w$  de pesos médios normalizados, priorizando a implantação do Reuso de Água e o uso de Insumos ecológicos, seguidos pelo uso de Máquinas Pneumáticas e Poço de Decantação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTLETT, A. A. The Meaning of Sustainability. Teachers Clearinghouse for Science and Society Education Newsletter, v. 31, n. 1, 2012.

2. BACHMANN, D. L. e DESTEFANI, J. H.. Metodologia para estimar o grau das inovações nas MPE. Curitiba, 2008.
3. BRUNDTLAND, G. H. (Org.) Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
4. GOODLAND, R. The concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 26, pp. 1–24, 1995.
5. HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O'BRIEN, G. Sustainable Development: Mapping Different Approaches. *Sustainability Development*, v. 13, pp. 38-52, 2005.
6. LINARES, C. A.; SELIGMAN, D. A. Urban environmental indicators: Quito case study. Washington: World Resources Institute, 1992. 56p.
7. KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 47, n. 3, 2005.
8. Marmorarias : manual de referência : recomendações de 1234567890segurança e saúde no trabalho / Alcinea Meigikos dos 1234567890Anjos Santos ... [et al.]. – São Paulo : FUNDACENTRO, 12345678902008. 123456789040 p. : il
9. MEDEIROS, M. M.; Análise de viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granito; Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
10. MORELLI, J. Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, v. 1, n. 1, pp. 1-10, 2011.
11. PAULA, B.L. & CERRI, L.E.S. Aplicação do processo analítico hierárquico (AHP) para priorização de obras de intervenção em áreas e setores de risco geológico nos municípios de Itapeçerica da Serra e Suzano (SP), Geociências
12. OCDE, Oslo Manual. Guidelines for Collection and interpreting innovation 3rd Editions. OECD Publications, 2005, Paris.
13. SAATY, T.L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *The Institute for Operations Research and the Management Sciences. Interfaces*, v. 24, n. 6, p.19-43, 1994.
14. SEBRAE. Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira: Relatório Executivo. Brasília: SEBRAE, 2015.
15. SILVA, C. L.; KOPITKE, B. H. Simulações e cenários a partir da cadeia de valor: uma aplicação na indústria de celulose. *Revista da FAE, Curitiba*, v. 5, 2010
16. STROBEL, J. S.; CORAL, E.; SELIG, P. M. Indicadores de sustentabilidade corporativa: uma análise comparativa. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 28., Curitiba, 2004, Anais...Curitiba: ANPAD, 2004. CD-ROM.
17. ZITZKE, V. A. Educação Ambiental e Ecodesenvolvimento. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. v. 9, 2002. Disponível em: <http://www.fisica.furg.br/mea/remea/vol9/a13art16.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2016.