

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE  
AGREGAÇÃO DE ATRIBUTOS E PONDERAÇÃO  
DE VALORES PARA AVALIAÇÃO DA  
SIGNIFICÂNCIA DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

**Isabela Coelho Moreira**

**Belo Horizonte  
2012**

**Isabela Coelho Moreira**

**Proposta de Metodologia de Agregação de Atributos e Ponderação  
de Valores para Avaliação da Significância de Impactos  
Ambientais**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2012

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família e à Deus.

## RESUMO

A Política Nacional do Meio Ambiente instituída pela Lei 6.938/1981 exige que empreendimentos geradores de impactos ambientais significativos se submetam ao processo de licenciamento ambiental orientado pela Resolução CONAMA nº 237/1997. O presente trabalho visa apresentar uma proposta de metodologia quantitativa para avaliação da significância de impactos ambientais. Foram realizadas pesquisas em artigos científicos, Estudos de Impactos Ambientais, legislações ambientais brasileiras e informações da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais para composição do estudo. O trabalho desenvolveu um método de agregação de atributos e ponderação de valores numéricos, criou uma fórmula aplicada através de um algoritmo e propõe a apresentação dos resultados em uma matriz. Por fim, foram testados os resultados e comparados a um estudo ambiental o qual desenvolveu sua AIA com método qualitativo. Verificou-se que o método qualitativo foi aplicável, trazendo, porém resultados mais severos, com níveis de significância maiores. Concluiu-se que a junção de métodos quali e quantitativos para o desenvolvimento da AIA, tornam esta prática mais próxima da realidade para proposição de ações de controle ambiental.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 HISTÓRICO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: O CENÁRIO NACIONAL E INTERNACIONAL 16	
3.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA).....	18
3.3 OS CONCEITOS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	19
3.4 METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	20
3.4.1 <i>Método Ad hoc</i> .....	21
3.4.2 <i>Listas (check-list)</i> .....	21
3.4.3 <i>Matrizes</i> .....	22
3.4.4 <i>Diagramas de interação</i> .....	23
3.5 MÉTODOS QUANTITATIVOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	24
3.6 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL .....	28
3.6.1 <i>Escopo para Avaliação de Impacto Ambiental</i> .....	29
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
4.1 LEVANTAMENTO DE ATRIBUTOS PARA AIA .....	30
4.2 COMBINAÇÃO DE ATRIBUTOS .....	31
4.3 ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO PARA SEVERIDADE E MAGNITUDE .....	31
4.4 PROCEDIMENTOS PARA PONDERAÇÃO DE ATRIBUTOS .....	31
4.5 ELABORAÇÃO DE ALGORITMO .....	33
4.6 PREENCHIMENTO DA MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	33
4.7 TESTE DO MODELO.....	36
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
5.1 RESULTADOS DO TESTE DO MODELO.....	42
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>49</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>51</b>
<b>8 ANEXOS</b> .....	<b>56</b>
8.1 ALGORITMO.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ADA - Área Diretamente Afetada

AIA – Avaliação De Impacto Ambiental

AID – Área De Influência Direta

AII – Área De Influência Indireta

CONAMA – Conselho Nacional De Meio Ambiente

P – Valor do peso

Qa= quantidade de atributos

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SISNAMA – Sistema Nacional Do Meio Ambiente

Va= valor do atributo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de Leopold.....	23
Figura 2: Modelo de ponderação de valores.....	25
Figura 3: Tabela da escala dos impactos ambientais negativos.....	26
Figura 4: Resultados do sistema Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural. ....	27
Figura 5: Escala de pesos atribuídos á combinação dos atributos.....	28
Figura 6: Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais .....	35
Figura 7 :Matriz de AIA Te jucana Mineração S.A. ....	43
Figura 8 :Matriz de Significância de AIA – Teste do modelo .....	44
Figura 9 : Gráfico de comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Físico .....	46
Figura 10: Gráfico de comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Biótico .....	46
Figura 11: Comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Socioeconômico .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Combinação de atributos para a caracterização do critério Severidade de um impacto .....	39
Tabela 2 : Critérios adotados para a caracterização da magnitude de um impacto. ....	40
Tabela 3: Ponderação de valores .....	41
Tabela 4: Valores de significância.....	42
Tabela 5: Análise comparativa do método qualitativo para avaliação da Significância.	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fatores Ambientais para elaboração de diagnóstico ambiental em EIA/RIMA .....	12
Quadro 2: Critérios adotados para a caracterização da Severidade de um impacto.....	38

# 1 INTRODUÇÃO

Diante da evolução das leis ambientais para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental do país, cada vez mais são gerados esforços para o aprimoramento da aplicação das normas e leis para que estas sejam guias das tomadas de ações que contribuem para o desenvolvimento e crescimento da sociedade.

O Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, recente no Brasil, ainda é um sistema com lacunas, principalmente em relação ao ato de fiscalização e controle. Fato apontado por Agnes et. al. (2009) ao afirmar que o SISNAMA apresenta sobreposições e problemas de aplicação da legislação ambiental pela falta de foros adequados à resolução de impasses gerados por interesses conflitantes. Este fato decorre, principalmente, pela falta de equipe capacitada para atuar em consonância com o proposto pelas leis ambientais. Vive-se, portanto, um conflito entre a estrutura proposta pelas leis ambientais brasileiras para a administração e controle do desenvolvimento econômico do país e a realidade da aplicação e fiscalização destas leis, diante de um cenário fragmentado e desordenado na estrutura organizacional da Política Nacional do Meio Ambiente.

Milaré (2005) ratifica esse ponto de vista ao apontar que há um desajuste entre as estruturas formais (legislação, planejamento e projetos governamentais) e as estruturas reais (divergências entre a administração pública e os segmentos de organizações particulares) no cenário brasileiro da política ambiental.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente, criada em 1981, instituiu normas legais as quais, atualmente, todo empreendimento deve se submeter para contribuir com o desenvolvimento sustentável do país (BRASIL, 1981). Além disso, também foram criadas novas ferramentas para controle e fiscalização para os processos de desenvolvimento e atividades empresariais e suas implicações para o meio ambiente, surgindo, portanto na legislação brasileira os termos: Avaliação de Impacto Ambiental e Licenciamento Ambiental (SÁNCHEZ, 2008).

Uma das principais ferramentas para aplicação da legislação supracitada é o processo de Licenciamento Ambiental, orientado pela Resolução CONAMA nº237/1997, cuja determina a realização de estudos ambientais para que os futuros empreendimentos

sejam instalados e operados com controle ambiental, mediante a concessão de licenças conferidas pelos órgãos do SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1997). Este procedimento é definido no artigo 1º da referida resolução como:

[...] procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL,1997).

Os estudos ambientais possuem caráter de apresentar um levantamento local contemplando os meio socioeconômico, biótico e físico do ambiente, prevendo também os impactos ambientais e suas possíveis medidas, mitigadoras ou compensatórias, as quais os empreendedores devem assumir o compromisso de cumprir em concomitância as ações de implantação e operação do empreendimento.

Conforme exposto por Derani e Cristiane (2008), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é, na verdade, estratégia preventiva da política ambiental, pois engloba esforços para melhor informar sobre possíveis danos ambientais e permite a tomada de medidas adequadas antes que o prejuízo se estabeleça. Sob este contexto, o EIA pode ser classificado como parte de uma política ambiental de caráter cautelar, baseado no planejamento das atividades humanas. Branquinho (2010) ainda ressalta que, o que se pretende com o Estudo de Impacto Ambiental é dar a Administração Pública uma base confiável de informação, afim de ponderar os interesses, para que se possa tomar decisões mais equilibradas, levando sempre em conta a finalidade superior, qual seja a sustentabilidade.

De acordo com Milaré (2004) as abordagens da ética nos procedimentos para construção dos estudos ambientais devem girar em torno de três aspectos:

[...] a abordagem social do meio ambiente como patrimônio da coletividade, a perspectiva política do meio ambiente como objeto de gestão do Poder Público e o enfoque biocêntrico do meio ambiente como requisito de sobrevivência humana planetária (MILARÉ, 2004, p. 88).

Corroborando com o exposto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) (BRASIL, 2012), apresenta em seu Termo de

Referência geral para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) as orientações para os empreendedores para composição dos estudos ambientais que serão julgados para concessão de licenças, sendo apontado neste documento a necessidade de caracterização dos “fatores ambientais” considerando o meio físico, meio biótico e meio socioeconômico que deverão contemplar os aspectos descritos no quadro síntese abaixo relativos:

**Quadro 1: Fatores Ambientais para elaboração de diagnóstico ambiental em EIA/RIMA**

Meio Físico	caracterização do clima e condições meteorológicas da área potencialmente atingida pelo empreendimento
	caracterização da qualidade do ar na região
	caracterização dos níveis de ruído na região
	caracterização geológica da área potencialmente atingida pelo empreendimento
	caracterização geomorfológica da área potencialmente atingida pelo empreendimento
	caracterização dos solos da região na área em que os mesmos serão potencialmente atingidos pelo empreendimento
	caracterização dos recursos hídricos, podendo-se abordar: hidrologia superficial, hidrogeologia, qualidade da águas
Meio Biótico	caracterização e análise dos ecossistemas terrestres na área de influência do empreendimento;
	caracterização e análise dos ecossistemas aquáticos na área de influência do empreendimento.
Meio Socioeconômico	caracterização da dinâmica populacional na área de influência do empreendimento;
	caracterização do uso e ocupação do solo, com informações, em mapa, na área de influência do empreendimento;
	quadro referencial do nível de vida na área de influência do empreendimento;
	dados sobre a estrutura produtiva e de serviços;

**Fonte: Brasil, 2012**

Após a identificação dos fatores e aspectos ambientais diagnosticados numa dada área de influência de um empreendimento, o mesmo Termo orienta a realização de uma análise relativa aos impactos ambientais de forma a identificar, interpretar e valorar estes impactos a cerca de uma série de parâmetros de avaliação, a saber: “impactos diretos e indiretos; impactos benéficos e adversos; impactos temporários, permanentes e

cíclicos; impactos imediatos, a médio e longo prazos; impactos reversíveis e irreversíveis; impactos locais, regionais e estratégicos” (BRASIL, 2012).

Evidencia-se que este Termo de referência, instrumento regulador disposto pela SEMAD, está em consonância com a Resolução CONAMA nº001/1986 que define como impacto ambiental

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem - estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - à biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais”(BRASIL, 1986).

A mesma resolução ainda propõe que os impactos ambientais sejam avaliados com uma série de critérios que avaliam o impacto com relação à sua magnitude e importância (BRASIL, 1986), o que vem de encontro ao exposto no Termo de referência da SEMAD quando orienta à realização de uma análise dos impactos ambientais que inclua, necessariamente, identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância de cada um deles, permitindo uma apreciação abrangente das repercussões do empreendimento sobre o meio ambiente, entendido na sua forma mais ampla (BRASIL, 2012)

Ainda sobre a Avaliação de impactos, Prado Filho e Souza (2004) afirmam que além da íntima relação com o licenciamento ambiental, como se cristalizou no Brasil, a AIA é considerada mundialmente como importante instrumento de gestão e proteção ambiental (BITAR; ORTEGA, 1998), principalmente no que diz respeito à indicação de ações preventivas que visam a sustentabilidade ambiental

Porém, atualmente, não existe nenhum instrumento legal regulamentado que determina uma metodologia padrão para que esta avaliação seja executada. Diante desta realidade, os estudos ambientais atuais são elaborados com uma grande variedade de métodos de avaliação de impacto ambiental que podem ser mais generalistas ou detalhados,, qualitativas ou quantitativas, o que permite, em determinados casos, que não haja clareza da dimensão de um determinado impacto oriundo de um empreendimento. Essa problemática permite que metodologias diversas sejam aplicadas, sendo que nem

sempre os impactos ambientais são avaliados com critérios pertinentes. Neste sentido, Oliveira e Bursztyn, (2001) expressam que diante destas falhas e limitações evidenciam a necessidade de se fazer um balanço crítico da aplicação da AIA, com o objetivo de aperfeiçoar o instrumento ou de buscar alternativas que possibilitem aumentar sua efetividade.

Prado Filho e Souza (2004) ratificam esta ideia apontando que a prática tem demonstrado que há ainda muito para ser desenvolvido para se obtenha a eficácia desejada, já que inúmeros são os problemas verificados, desde a sua implementação oficial da AIA, em 1986, até os dias de hoje.

Outro aspecto relevante desta questão é o uso AIA como ferramenta para os Sistemas de Gestão Ambiental – SGA ao que tange a mensuração do desempenho ambiental de um empreendimento, pois para realizar esta análise são necessários “resultados mensuráveis, do sistema de gestão ambiental, relacionados com o controle da organização sobre os aspectos ambientais, baseados na sua política ambiental, seus objetivos e metas”(NBR ISO 14004) (ISO, 2003). Para tanto, a mesma norma aponta em um de seus princípios que “uma organização deve avaliar, monitorar e medir seu desempenho ambiental” e ainda afirma que a em metodologias de avaliação de impactos ambientais a quantificação da significância dos impactos pode ajudar o julgamento deste processo.

Diante deste cenário, o presente trabalho vem apresentar uma metodologia para avaliação da significância dos impactos ambientais de forma quantitativa, que através da agregação de atributos e ponderação de valores numéricos visa contemplar as proposições da Resolução CONAMA nº001/1986, e não se restringir às considerações relativas á escala, severidade e frequência (TORQUETTI, 2001), além de ser aplicada de forma diferenciada para os três setores ambientais: socioeconômico, biótico e físico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 *Objetivo geral***

Propor uma metodologia de ponderação de valores numéricos para atributos da Avaliação de Impacto Ambiental, a fim de mensurar a significância de cada impacto, tendo como referência principal a Resolução CONAMA nº 001/1986.

### **2.2 *Objetivos específicos***

- criar uma escala para o critério de magnitude do impacto;
- criar uma escala para o critério de severidade do impacto através da combinação de atributos;
- verificar e testar a aplicação da metodologia proposta em estudo ambiental comparando com um método de AIA qualitativa.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### **3.1 Histórico da Avaliação de Impacto Ambiental: O cenário nacional e internacional**

O cenário brasileiro na década de 1970 caracterizava-se, principalmente, pelo crescimento econômico que vinha sendo desenvolvido através da implantação de grandes empreendimentos e pela expansão do uso territorial, adentrando as regiões do cerrado e da Amazônia brasileira. Sánchez (2008, p. 62) aponta que a "expansão econômica e territorial foi impulsionada por investimentos governamentais de grande monta em projetos de infraestrutura, como a rodovia Transamazônica e a Usina de Itaipu). Moreira (2009) também ressalta que este período foi marcado pelo avanço econômico dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, a reflexo do crescimento econômico dos países desenvolvidos

Neste mesmo período, nos Estados Unidos, em função do crescimento econômico abrupto, a sociedade passou a pressionar o governo para que houvesse um estabelecimento de normas legislativas para os aspectos ambientais (MORRIS, 1995, p. 1 *apud* STAMM, 2003). Diante disto, criou-se a *National Environment Policy Act* (NEPA), lei que se aplica a decisões do governo federal que possam acarretar modificações ambientais significativas. Neste documento surgiu uma tendência de utilização da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como processo para análise da variedade de impactos, visando integrá-los na tomada de decisão dos projetos (STAMM, 2003).

Camargo (2008) evidencia que somente na década de 1970 que tornou-se fato que estava esgotado o ciclo no qual a natureza era considerada um bem gratuito e substituível, com a capacidade de regeneração necessária para corrigir as devastações provocadas em nome da civilização e do progresso.

Contudo, complementando o cenário vivido na época, em 1972, ocorreu a primeira conferência global voltada para o meio ambiente, a Conferência de Estocolmo,

organizada pelo Organização das Nações Unidas (ONU), que segundo Magalhães *apud* Martins (2008, p.36), “trouxe novos conceitos de bem-estar para a humanidade e traçou o caminho a ser trilhado pela economia no futuro, dando à preservação ambiental uma dimensão universal”.

O somatório dos eventos e contextos em que a sociedade e a economia caminhavam corroboraram para que na década de 1980 fosse instituída a Política nacional do Meio Ambiente Brasileira, estabelecida pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diante do contexto da sustentabilidade, em que estão atrelados os aspectos sociais, econômicos e ambientais, esta lei apresenta e orienta a aplicação de seus mecanismos com

[...] o objetivo de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

Dentre seus instrumentos, o inciso III, do artigo 9º aponta a Avaliação de Impactos ambientais como uma de suas ferramentas para aplicação das proposições instituídas. Esta avaliação vem compor e agregar informações aos estudos ambientais que se submetem aos processos de licenciamento ambiental disposto pela Resolução CONAMA nº 237 de 1997 como o

[...] procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Apesar do contexto histórico da construção das políticas ambientais desde a década de 80, sabe-se que tanto o Brasil, como em outros países sul-americanos, carecem de fiscalização eficaz para que as legislações sejam cumpridas, além de uma política de ação preventiva e repressiva dos governos por danos causados ao meio ambiente (ROCHA; CANTO; PEREIRA, 2005). Contudo, ainda assim, a avaliação do impacto ambiental torna-se alternativa inerente na composição dos estudos de impacto ambiental como objetivo principal de antever e gerir as ações, a fim de minimizar os possíveis impactos oriundos de um empreendimento.

### **3.2 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)**

A Avaliação de Impacto Ambiental pode ser definida sinteticamente, como o processo de identificar as conseqüências futuras de uma ação presente ou proposta (IAIA, 1999).

Stamm (2003) corrobora apontando que o objetivo da Avaliação de Impacto Ambiental é identificar os impactos ambientais causados pelo empreendimento sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, de forma que permita uma decisão lógica e racional sobre a sua implementação ou não. Rodriguez e Campanhola (2003), salientam que é importante incluir na AIA as dimensões de manutenção da capacidade de suporte dos ecossistemas, a conservação da qualidade do ambiente, e as dimensões socioculturais, econômicas e institucionais.

A AIA não deve ser encarada somente como um método utilizado para prevenir efeitos adversos, mas também para auxiliar e orientar as tomadas de decisões para que ao planejar a instalação de novos empreendimentos seja possível explorar as possibilidades de intervenção ambiental de forma sustentável, maximizando seus possíveis benefícios.

A Norma Brasileira ISO 14.004 afirma que política ambiental, os objetivos e as metas de uma organização devem estar baseados no conhecimento dos aspectos ambientais e impactos ambientais significativos, associados com suas atividades, produtos ou serviços (NBR ISO 14.004) (ISO, 2003). Isto pode assegurar que os impactos ambientais significativos, associados com estes aspectos, sejam levados em conta na formulação dos objetivos ambientais.

Visto isso, o caráter de previsão e antecedência da AIA prevalece seja para as conseqüências que acarretam aspectos positivos ou negativos. E, tem-se então, a AIA como método de aplicação do SGA – Sistema de Gestão Ambiental disposto pela Norma Brasileira ISO 14004 (ISO, 2003).

Por fim, salienta-se que na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida em 1992, a Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento apresenta em seu princípio 17 que a avaliação de impacto ambiental é o “instrumento nacional que deve ser empreendido para atividades

planejadas que possam vir a ter impacto negativo considerável sobre o meio ambiente e que dependam de uma decisão de autoridade nacional competente” (DECLARAÇÃO, 2002).

### **3.3 Os conceitos de Impacto Ambiental**

Existem diversos conceitos para se definir o que é um impacto ambiental, embora não controversos, alguns autores definem o impacto ambiental de forma mais sintética ou generalista como apresentado a seguir:

- “Qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes provocada por uma ação humana” (Moreira, 1992, p. 113);
- “O efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem”(Westman, 1985, p. 5);
- “A mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada”( Wathern, 1988, p.7);
- “Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” (NRB ISO 14004, 1996).

Contudo, diante da diversidade de conceitos apresentadas, o presente estudo adota como base, o conceito proposta pela Resolução CONAMA nº 01 de 1986, cuja defini o impacto ambiental como

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

### **3.4 Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais**

Os métodos de aplicação da Avaliação de Impacto Ambiental tem o objetivo de identificar e avaliar a significância dos impactos ocasionados para um determinado projeto com relação aos meios físico, biótico e socioeconômico, como orientado pela Resolução CONAMA nº 001 de 1986.

De acordo com Bisset (1982) os métodos de avaliação de Impacto Ambiental são mecanismos estruturados para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados sobre os impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meio para a apresentação escrita e visual dessas informações no público e aos responsáveis pela tomada de decisão.

Atualmente, ainda não existe uma legislação vigente que direcione ou defina uma metodologia padrão para ser aplicada nos estudos de impacto ambiental. Tal fato se deve a diversidade de situações e que podem ser encontradas, que estão ligadas às características intrínsecas de cada empreendimento. Frequentemente, para adoção de uma metodologia será levado em conta um conjunto de fatores, a saber: a legislação vigente, das exigências dos órgãos de controle ambiental, dos organismos internacionais de financiamento, muitas vezes, dos próprios empreendedores e até da evolução das técnicas disponíveis (STAMM, 2003).

Esta ausência de modelagem para se realizar a avaliação de impactos ao mesmo tempo que não restringe e não limita os aspectos que devem ser avaliados, também torna permissível a ocultação de fatores de grande significância para a caracterização do cenário de impactos que serão decorrentes de determinado empreendimento. De acordo com Sánchez (2008, p. 296) "não há receitas universais para a avaliação de impacto ambiental). O autor propõe que metodologias deverão ser aplicadas, adaptadas, ou mesmo criadas, para cada caso. Lembrando também, que as metodologias podem ser agregadas e aplicadas conjuntamente para melhor avaliação dos impactos em determinados casos.

Identificou-se a seguir as metodologias cujos princípios possam ser utilizados ou adaptados às condições específicas de cada estudo ambiental e de cada realidade local e nacional.

### **3.4.1 Método Ad hoc**

O método *Ad hoc* consiste no levantamento de informações com base em entrevistas com grupos com a aplicação de questionários, e desta forma toma-se conhecimento do ponto de vista do grupo. Também são identificados os aspectos fora de consenso e todas estas informações são tabuladas em matrizes ou listas em um curto espaço de tempo. Essas reuniões são organizadas com a finalidade de se obter, em um tempo reduzido, respostas integradas, baseadas no conhecimento individual de cada indivíduo (CARVALHO; LIMA, 2010).

Este método foi muito utilizado quando do início do surgimento do conceito de AIA, porém, foi exposto por Stamm (2003) que após algumas experiências este método se mostrou pouco eficaz visto que as Avaliações de Impacto Ambiental tornavam-se desestruturadas e não identificavam todos os impactos significantes. Elas também resultavam em coleções prolongadas, descritivas de informação que não forneciam uma base satisfatória para a tomada de decisão e nem a interação entre ação e impacto ambiental.

### **3.4.2 Listas (*check-list*)**

As listas ou *check list* apresentam a identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas dos meios físico, biótico e sócioeconômico. Os analistas relacionam os impactos decorrentes das fases de implantação e operação do empreendimento, categorizando-os em positivos ou

negativos, conforme o tipo da modificação antrópica que esteja sendo introduzida no sistema analisado (COSTA, CHAVES, 2005).

O método de listas não permite a agregação de conceitos aos impactos, e também não relaciona as ações com os aspectos ambientais. De maneira geral, todas as listas são generalistas, não possibilitando o enfoque em aspectos intrínsecos de cada empreendimento. Porém, este tipo de técnica é válida para uma primeira aproximação à identificação dos impactos de um projeto, além, é claro de poder ser agregada à outro método na fase de identificação de impactos coleta de dados.

### **3.4.3 Matrizes**

As matrizes de interações são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. As matrizes tiveram início a partir da tentativa de suprir as deficiências das listagens (*check-list*) (COSTA; CHAVES, 2005).

As matrizes consistem em duas listas dispostas em linhas e colunas de forma a conjugar as atividades (ações) de um empreendimento com os aspectos ambientais a que estão relacionados, buscando assim, identificar as possíveis interações entre os componentes do projeto e os elementos do meio (SÁNCHEZ, 2008, p. 203)

#### **3.4.3.1 Matriz de Leopold**

A matriz proposta por Leopold *et. al.* (1971) foi uma das primeiras ferramentas para AIA. Esta metodologia consiste, basicamente, na sistematização das ações causadoras de impactos em relação aos componentes ambientais que podem ser afetados. Após esta combinação, caracteriza-se a magnitude e a importância das relações através de escala numérica de 1 a 10. A magnitude é disposta na lateral superior, a esquerda e a

importância na lateral inferior, a direita (**Erro! Auto-referência de indicador não válida.**).

Atualmente, existem uma série de derivações desta primeira proposta a fim de se aprimorar e contemplar ao máximo as necessidades de cada projeto contemplando suas peculiaridades.

		II B. b.	II B. d.	II B. h.	II C. a.	II C. b.	II D. f.	II G. c.	II H. c.	II J. b.
		Industrial sites and buildings	Highways and bridges	Transmission lines	Blasting and drilling	Surface excavation	Mineral processing	Trucking	Emplacement of tailings	Spills and leaks
I A. 2. d.	Water quality					2/2	1/1		2/2	1/4
I A. 3. a.	Atmospheric quality						2/3			
I A. 4. b.	Erosion	2/2			1/1				2/2	
I A. 4. c.	Deposition, Sedimentation	2/2			2/2				2/2	
I B. 1. b.	Shrubs				1/1					
I B. 1. c.	Grasses				1/1					
I B. 1. f.	Aquatic Plants				2/2				2/3	1/4
I B. 2. c.	Fish				2/2				2/2	1/4
I C. 2. e.	Camping and hiking				2/4					
I C. 3. a.	Scenic views and vistas	2/3	2/1	2/3	3/3			2/1	3/3	
I C. 3. b.	Wilderness qualities	4/4	4/4	2/2	1/1	3/3	2/5	3/5	3/5	
I C. 3. h.	Rare and unique species		2/5		5/10	2/4	5/10	5/10		
I C. 4. b.	Health and safety							3/3		

Figura 1: Matriz de Leopold

Fonte: Leopold *et. al.* (1971)

### 3.4.4 Diagramas de interação

O diagrama de interação indica as relações sequenciais de causa e efeito a partir de uma ação, podendo ser chamado também de cadeia de impacto. É um método de inferir os impactos ambientais a partir de uma ação através do raciocínio lógico-dedutivo. O seu

objetivo é fornecer diagnósticos e prognósticos sobre a qualidade ambiental dentro de uma determinada área de influência do projeto.

Morgan (1998, p. 131) aponta que através da metodologia de diagramas podem ser determinados os efeitos das ações e o comportamento do sistema, avaliando a intensidade dos impactos e Stamm (2003) afirma que os diagramas podem ser aplicados a vários tipos de sistemas e, portanto, podem assumir formas complexas. Contudo, este método possui a desvantagem de não avaliar intensidade de ruídos, fatores estéticos e variáveis culturais e sociais.

### **3.5 Métodos quantitativos de Avaliação de Impacto Ambiental**

Uma estratégia para mensurar e tornar mais tangível a AIA se dá através da aplicação de metodologias quantitativas, que podem se dar por meio da quantificação tanto dos impactos ambientais, como dos atributos que avaliam estes impactos.

Os métodos quantitativos têm como principal qualidade o fato de procurarem eliminar a maior parte da subjetividade envolvida nas análises. No entanto, tal característica pode, muitas vezes, comprometer a flexibilidade do instrumento. (SOUSA, 2000).Rodriguez

Rodrigues e Campanhola (2003) apontam em seu estudo que o grau de subjetividade de um método de AIA é reduzido na medida em que são estabelecidos critérios para cada um dos indicadores e seus subcomponentes. E Carvalho e Lima (2010) acrescentam ainda que os métodos quantitativos buscam associar valores aos aspectos qualitativos e para aplicação deste método faz-se necessário a utilização de equipes multidisciplinares, sendo que tudo isso favorece a diminuição da subjetividade da avaliação.

Portanto, o estudo ora apresentado irá propor uma metodologia que se identifica interessante no âmbito da AIA na busca de agregar maior certeza ao nível de significância de impactos ambientais originados por empreendimentos.

### 3.5.1.1 Caso 1

O estudo de Torquetti (2001) apresenta um modelo de método quantitativo o qual avalia os impactos com critérios ambientais e gerenciais.

Os Critérios Ambientais são divididos em três níveis de avaliação, os quais receberam pontuação relativa, ou “pesos”, iguais a 1- BAIXO, 3 - MÉDIO ou 5- ALTO, dependendo da situação real observada quanto à extensão de cada impacto no meio ambiente. Quanto maior o valor numérico do peso relativo de cada nível (TORQUETTI, 2001, p. 1). “

Posteriormente, devido ao fato dos números de critérios de cada categoria (ambiental e gerencial) serem diferentes, são atribuídos pesos aos resultados para que eles possam ser comparados entre si. Assim, a soma de pontos em cada categoria será dividida pelo valor máximo que pode ser obtido se todos os critérios receberem pontuação máxima.

A Figura 2 demonstra como foi aplicado a ponderação e valores numéricos no referido estudo.

PONTUAÇÃO	VALOR OBTIDO	CLASSE DE IMPORTÂNCIA DO IMPACTO
abaixo de 50% do valor máximo	$score \leq 0,99$	POUCO SIGNIFICATIVO
entre 50 e 75 % do valor máximo	$1,0 \leq score \leq 1,49$	MODERADO
entre 75 e 100% do valor máximo	$1,50 \leq score \leq 2,0$	CRÍTICO

**Figura 2: Modelo de ponderação de valores**

**Fonte: Torquetti, 2001**

### 3.5.1.2 Caso 2

A Figura 3 apresenta outro estudo que adotou uma metodologia quantitativa de AIA para avaliar impactos de uma hidrelétrica. A tabela ilustrada apresenta a transformação da escala qualitativa para uma escala numérica, tanto para os impactos negativos, sendo que o mesmo pode ser feito também para os impactos positivos.

**Tabela 4 - Transformação da escala dos impactos ambientais negativos**

Critério	Escala quantitativa			Escala numérica	
	Símb	Definição	Avaliação relativa do critério (C)	Pontuação do critério (A)	
<b>Periodicidade</b> Retrata a avaliação do período ou tempo de duração do impacto	Temporários	T	Impactos que ocorrem apenas durante certo período	1	1
	Cíclicos	C	Impactos que ocorrem durante períodos diferentes ou que se repetem ciclicamente	1	2
	Permanentes	P	Impactos que não têm fim previsível	1	4
<b>Ocorrência</b> Retrata a avaliação da probabilidade de ocorrência do impacto no contexto de seus fatores condicionantes	Certos	Ct	Impactos que seguramente ocorrem independentemente da existência de outros fatores	1	4
	Prováveis	Pr	Impactos com grande probabilidade de ocorrência em função da existência de alguns fatores condicionantes	1	2
	Incertos	In	Impactos com alguma probabilidade de ocorrência em função da existência de um grande número de fatores condicionantes	1	1

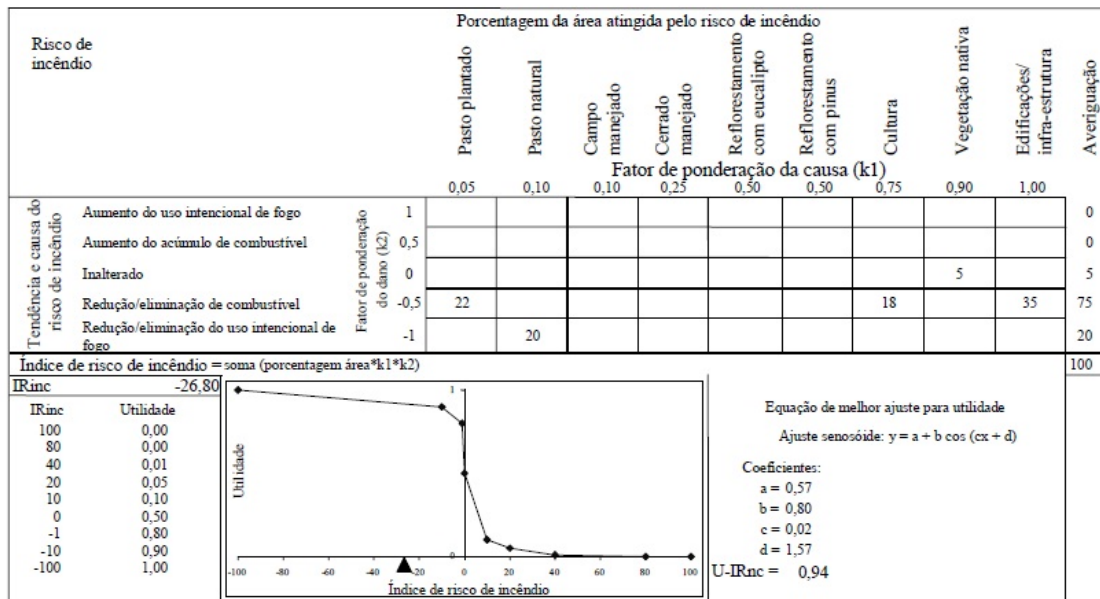
**Figura 3: Tabela da escala dos impactos ambientais negativos**

**Fonte: WFSM. 2011**

### 3.5.1.3 Caso 3

O estudo que apresenta o sistema Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural, utiliza 62 indicadores para compor a partir de uma revisão de métodos de AIA para alteração causada nos indicadores em consequência da efetiva implantação da atividade, nas condições específicas do estabelecimento rural avaliado. Em síntese:

Os resultados são, então, agregados pelo valor médio de utilidade para o conjunto de indicadores primários, em cada dimensão, e expressos em um gráfico-síntese de impacto ambiental da atividade nas cinco dimensões. Finalmente, o valor médio de utilidade para os 62 indicadores primários expressa o índice de impacto ambiental da atividade em avaliação. (vide Figura 4). (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003)



**Figura 4: Resultados do sistema Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural.**

**Fonte; Rodriguez e Campanhola (2003)**

### 3.5.1.4 Caso 4

Este último caso apresenta a junção de dois métodos de AIA: a combinação de atributos e agregação de valores numéricos, de forma que foram considerados os parâmetros julgados mais importantes para a tomada de decisão dos atributos agregados e, posteriormente, atribuiu-se pesos à cada impacto como apresentado na figura a seguir.

TABELA 4.2 - Escala de pesos atribuídos à combinação dos atributos

PESOS	COMBINAÇÃO DOS ATRIBUTOS
0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação da PCH.
1	local/direto- indireto/reversível/magnitude baixa
2	local/direto-indireto/reversível/magnitude média
3	local/direto-indireto/reversível/magnitude alta
4	regional/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
5	regional/direto-indireto/reversível/magnitude média
6	regional/direto-indireto/reversível/magnitude alta
7	local/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
8	local/direto-indireto/irreversível/magnitude média
9	local/direto-indireto/irreversível/magnitude alta
10	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
11	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude média
12	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude alta

Figura 5: Escala de pesos atribuídos á combinação dos atributos

Fonte: Barbosa (2004)

### 3.6 Critérios para Avaliação do Impacto Ambiental

A importância de cada impacto ambiental identificado pode variar de uma organização para outra de acordo com o tipo e classe do empreendimento. A NBR ISO 14004 apresenta que a avaliação de um impacto pode ser facilitada, levando-se em conta:

- escala do impacto;
- severidade do impacto;
- probabilidade de ocorrência;
- duração do impacto.

Além do exposto, outros autores também utilizam outros critérios como o momento de ocorrência do impacto, a temporalidade, a cumulatividade, se o efeito é benéfico ou adverso e se a origem é direta ou indireta (SANCHEZ, 2008).

Mas toda aplicação de AIA deve ser orientada por um escopo previamente definido ao qual irá conferir as diretrizes e apontar os aspectos e atributos que devem ser utilizados para aplicação de qualquer método de AIA adotado.

### 3.6.1 Escopo para Avaliação de Impacto Ambiental

O Termo de Referência, segundo MMA (1995, p. 55), é o instrumento orientador para a elaboração de qualquer tipo de Estudo de Impacto Ambiental. Sanchez (2008, p. 150) também "recomenda a *International Association for Impact Assessment* – IAIA como fonte de diretrizes e recomendações das boas práticas no âmbito da avaliação de impactos".

No estado de Minas Gerais, tem-se como guia o Termo de Referência Geral para elaboração de EIA/RIMA disposto pela Secretaria Estadual de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas gerais – SEMAD, o qual propõe que

os impactos sejam avaliados nas áreas de estudo definidas para cada um dos fatores estudados, caracterizados no item “Diagnóstico ambiental da área de influência”, podendo, para efeito de análise, ser considerados como:

- impactos diretos e indiretos
- impactos benéficos e adversos
- impactos temporários, permanentes e cíclicos
- impactos imediatos, a médio e longo prazos
- impactos reversíveis e irreversíveis
- impactos locais, regionais e estratégicos. (BRASIL, 2012)

O mesmo, além de estar de acordo com a Resolução CONAM nº001/86, ainda indica que faz parte da AIA a identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância de cada um deles, para que seja possível obter uma apreciação abrangente das repercussões do empreendimento sobre o meio ambiente.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizadas buscas de artigos científicos e teses acadêmicas publicadas entre os anos 2000 a 2012 dentro da temática ambiental com o uso das palavras –chaves: Avaliação de Impacto Ambiental, AIA, Metodologia quantitativa de AIA, Metodologias de AIA, Significância, Ponderação de valores.

Além disso, foram utilizados livros da bibliografia da temática do Direito Ambiental e da Gestão Ambiental, além de dados das legislações ambientais brasileiras. Outra ferramenta para pesquisa se deu com a busca do Sistema Integrado de Informações Ambientais - SIAM e o site da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.

Para base comparativa e aplicação de teste da metodologia ora proposta, foi utilizado o Estudo de Impacto Ambiental do setor de mineração no estado de Minas Gerais, o qual utilizou uma metodologia de AIA qualitativa disposta em matrizes.

### **4.1 *Levantamento de atributos para AIA***

Com o objetivo do trabalho exposto, primeiramente será realizado o levantamento dos atributos de avaliação de impacto ambiental propostos pela Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Além disto, será apontado também a proposição da adoção de outros atributos de avaliação com o intuito de tornar mais tangível a mensuração do critério de severidade de um impacto.

## **4.2 Combinação de atributos**

Com a definição dos atributos adotados para avaliar os impactos, será realizada a combinação de alguns atributos para a determinação do conceito de Severidade, sendo importante destacar que alguns conceitos avaliativos não são adequados para definir a importância de um impacto. Para isso, utilizar-se-á a metodologia de combinação de atributos (SANCHEZ, 2008, p. 298) que determina os seguintes passos:

1. Definir os atributos que serão utilizados;
2. Estabelecer uma escala para cada um deles;
3. Combiná-los mediante um conjunto de regras lógicas (critério de avaliação).

## **4.3 Escala de classificação para Severidade e Magnitude**

Além da combinação de atributos, será elaborada uma escala para classificar o grau de severidade de um impacto, bem como para delimitar o alcance do impacto, definindo, portanto, o conceito de magnitude.

A escala será composta por numeração de 1 à 5, sendo que conforme a ascendência numérica, mais intenso classifica-se o grau dos critérios de severidade e magnitude.

O modelo de escala proposta foi baseado nas escalas utilizados em alguns estudos de Impacto Ambiental, a saber: Estudo de Impacto ambiental Te jucana Mineração S.A (EIA, 2011), Estudo de Impacto Ambiental TCLD GERDAU (EIA, 2011), Estudo de Impacto Ambiental Mineração fazenda Bota (2010).

## **4.4 Procedimentos para ponderação de atributos**

Por fim, será elaborada uma equação matemática simplificada para aplicar a ponderação de valores numéricos conforme bibliografias (TORQUETTI, 2001; SANCHEZ, 2008; RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003; BARBOSA, 2004). Para isso, conforme demonstrado na equação (1), cada atributo será assimilado a um valor numérico numa escala de 0 à 2. Quanto mais elevado o valor, maior será seu grau de importância. Este valor será associado, através de multiplicação de um peso (escala de 2 à 4) relativo a cada atributo que irá conferir o grau de importância do atributo.

Realizada todas as relações supracitadas, soma-se ao final o valor ponderado de cada atributo, que irá conferir a significância do impacto. Esta significância será conferida determinada por uma escala de valores numéricos que também serão associados a cores para serem preenchidas na matriz de AIA. Sendo que os impactos serão classificados como: pouco significantes, significância média, significativo, muito significativo e significância crítica.

Após a obtenção da avaliação final, os resultados poderão ser dispostos numa matriz que relacionam as ações do empreendimento com os aspectos e impactos ambientais.

(1)

$$\sum^{Qa} = (Va \times P)$$

Onde:

Qa= quantidade de atributos

Va= valor do atributo (Varia de 0 à 2.)

P – Valor do peso (Varia de 2 à 4).

Este somatório resultará em valores entre 11 e 30, e será criada elaborada um escala numérica, com atribuição de cores, para valorar por fim a Significância do impacto.

#### **4.5 Elaboração de algoritmo**

Para sistematização e aplicação dos passos descritos acima, foi criado através do programa VisuAlg - Editor e Interpretador de Pseudocódigos um algoritmo que contempla todas as fases da metodologia ora apresentada, sendo que, após o fornecimento dos dados solicitados, o programa fornece o resultado da significância do impacto avaliado e indica a cor relativa para o preenchimento da matriz de impactos.

O algoritmo foi construído com a linguagem de programação apropriada ao programa supracitado e possui a disposição apresentada no Anexo 1.

#### **4.6 Preenchimento da Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais.**

A matriz adotada para apresentação da Avaliação de Impacto Ambiental de um estudo ambiental (Figura 6) irá compilar o resultado da avaliação juntamente às ações do empreendimento vinculadas aos aspectos que as mesmas desencadeiam, e por fim a ao impacto gerado. Para isso, a mesma poderá ser construída no programa para construção de planilhas eletrônicas Microsoft Office Excel, e deverá ser preenchida conforme os seguintes procedimentos:

1. Listar cada ação proposta pelo empreendimento associado a sua fase de planejamento, implantação, operação e encerramento.
2. Listar todos os aspectos ambientais que estão relacionado às ações propostas pelo empreendimento;
3. Marcar com “X” cada quadrícula correspondente a uma ação relacionando-a a um aspecto ambiental;

4. Apresentar todos os impactos ambientais oriundos pelo empreendimento, dividindo entre os meios associados: físico, biótico e socioeconômico;
5. Preencher a quadrícula que relaciona o aspecto ambiental com o impacto que causará com a referida cor da significância pré- avaliada do determinado impacto.

Fases do empreendimento												Efeitos	Impactos ambientais																										
Planejamento				Implantação				Operação					Encerramento				Meio físico				Meio biótico				Meio sócioeconômico														
								1																															

**Figura 6: Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais**

Fonte: adaptado de EIA TCLD Gerdau, 2011 e EIA Tejucana Mineração, 2011.

#### **4.7 Teste do modelo**

Para testar a metodologia quantitativa para valoração da significância de um impacto, buscou-se uma AIA aplicada no Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Te jucana Mineração S/A, cuja metodologia utilizada neste caso era apenas qualitativa. A partir da matriz preenchida com as mesmas ações e impactos, será refeita a AIA com o método quantitativo proposto e posteriormente serão comparados os resultados para verificar a eficácia do modelo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, adotou-se as proposições da Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, cuja indica que a análise do impacto ambiental seja realizada através da identificação da magnitude e da importância do impacto, sendo que para classificar a importância são avaliados os seguintes atributos do impacto (BRASIL, 1986) :

- Imediato, médio ou longo prazo;
- Temporário ou permanente;
- Reversível ou Irreversível;
- Cumulativo sinérgico ou não cumulativo.

Além dos atributos supracitados, serão adicionados os atributos que avaliam se o impacto ambiental atinge um indicador protegido ou não por lei, se o impacto causa modificação em determinado indicador ambiental a probabilidade de ocorrência do impacto. Estes últimos atributos visam aprimorar a definição da severidade do impacto.

Ressalta-se que os critérios de expressão e origem, a saber: positivo / negativo e direto / indireto, apesar de indicados pela Resolução citada, não serão utilizados para a classificação a severidade, visto que, conforme exposto por Sanchez, 2008, estes atributos não tornam o impacto menos ou mais significativo. Logo, são atributos utilizados na AIA, mas neste caso, não aplicados à mensuração da significância.

Para definição do conceito de severidade, foram combinados atributos referentes aos critérios de: Reversibilidade, Duração, Indicador com proteção legal e Modificação (Quadro 2), que em conjunto possibilitam a classificação de cinco estágios distintos de severidade .

**Quadro 2: Critérios adotados para a caracterização da Severidade de um impacto.**

<b>Critério</b>	<b>Atributo</b>	<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>
Reversibilidade	Reversível	R	O indicador ambiental afetado não retorna às condições originais uma vez cessada a ação geradora do impacto*.
	Irreversível	Ir	O indicador ambiental não retorna à condição original quando cessada a ação.*
Duração	Temporário	T	O efeito do impacto se manifesta somente durante a atividade geradora.*
	Permanente	Pe	O efeito do impacto se manifestar numa escala a longo prazo (anos), ainda que interrompida a atividade geradora.*
Alteração em indicador ambiental protegido	Não altera indicador ambiental	X	O impacto não altera o indicador ambiental com, ou sem proteção legal.
	Altera indicador ambiental	Y	O impacto altera o indicador ambiental sem proteção legal.
	Altera indicador ambiental protegido	Z	O impacto altera o impacto ambiental com proteção legal
Modificação da realidade local	Modificador	MM	O impacto modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.
	Não Modificador	NM	O impacto não modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.

\* Definições adaptadas de Sánchez, 2008, p.292.

Com isso exposto, o Tabela 1 apresenta as seguintes combinações de critérios para classificação da severidade de um impacto:

**Tabela 1 : Combinação de atributos para a caracterização do critério Severidade de um impacto**

Atributo	Sigla	Definição	Combinação	Valor
Severidade baixa	S1	O impacto é reversível, temporário, não altera indicador ambiental e não modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.	R T X NM	0,4
Severidade pequena	S2	O impacto é reversível, temporário, altera indicador ambiental sem proteção legal e não modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.	R T Y NM	0,8
Severidade média	S3	O impacto é reversível, temporário, altera indicador ambiental com proteção legal e não modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.	R T Z NM	1,2
Severidade grande	S4	O impacto é reversível, temporário, altera indicador ambiental com proteção legal e modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.  ou  O impacto é irreversível, permanente, altera indicador ambiental com ou sem proteção legal e não modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.	R T Z MM  ou  Ir Pe (X/ Y/Z) NM	1,6
Severidade crítica	S5	O impacto é irreversível, permanente, altera indicador ambiental com ou sem proteção legal e modifica a realidade local dos aspectos socioeconômicos, dos aspetos físicos e da flora e fauna.	Ir Pe (X/ Y/Z) MM	2

É importante salientar que o impacto classificado como irreversível, inerentemente também será considerado permanente. O que agrega um grau de severidade mais alto, não sendo necessário avaliar se o impacto altera o indicador ambiental protegido, ou não, por lei.

**Para definição do critério de magnitude foram propostas cinco classes que caracterizam o alcance o alcance do impacto ambiental, conforme apresentado no**

Tabela 2.

**Tabela 2 : Critérios adotados para a caracterização da magnitude de um impacto.**

<b>Critério</b>	<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>	<b>Valor</b>
Magnitude localizada	M1	O alcance do impacto se limita ao local de origem do impacto, ou seja, atinge a área diretamente afetada (ADA)	0,4
Magnitude pequena	M2	O alcance do impacto se limita a área de inserção do empreendimento. Atinge a equipe de funcionários atuantes no empreendimento.	0,8
Magnitude média	M3	O alcance do impacto extrapola os limites do empreendimento e atinge área de influência direta (AID).	1,2
Magnitude grande	M4	O alcance do impacto extrapola os limites do empreendimento e atinge a área de influência indireta (AII).	1,6
Magnitude muito grande	M5	O alcance do impacto extrapola os limites do empreendimento e extrapola a área de influência indireta (AII)	2

Com todos os atributos de avaliação de impacto definidos, será proposto a atribuição de valores para cada um destes critérios a fim de definir um grau de significância ao impacto.

Para mensurar a significância dos impactos ambientais, foi proposto para cada atributo de avaliação de impacto a assimilação dos valores de 0 à 2, sendo que estes serão atribuídos à três pesos distintos, sendo que os atributos relativos à probabilidade de ocorrência possuem peso igual a 4; os atributos relativos à escala temporal têm peso igual a 2 e os atributos relativos à cumulatividade, à severidade e à magnitude têm peso igual a 3 (Tabela 3).

**Tabela 3: Ponderação de valores**

<b>Critério</b>	<b>Atributo</b>	<b>Valor do atributo</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor ponderado (Va x P)</b>
Probabilidade de ocorrência	Ocorrência certa	2	4	8
	Ocorrência incerta / baixa probabilidade	1		4
Escala temporal	Imediata	1	2	2
	Médio prazo / Longo prazo	2		4
Cumulatividade	Cumulativo	2	3	6
	Não cumulativo	1		3
Severidade	Severidade baixa	0,4	3	1,2
	Severidade pequena	0,8		2,4
	Severidade média	1,2		3,6
	Severidade grande	1,6		4,8
	Severidade crítica	2		6
Magnitude	Localizada	0,4	3	1,2
	Pequena	0,8		2,4
	Média	1,2		3,6
	Grande	1,6		4,8
	Muito grande	2		6

Ao final, a soma dos valores ponderados representa a significância do impacto que será expressa conforme valores e representação através de cores baseado em Signus Vitae (2010), como apresentado na Tabela 4 a seguir.

**Tabela 4: Valores de significância**

<b>Valor</b>	<b>Cor</b>	<b>Significância</b>
11 a 15	Verde	Impacto pouco significativo
16 a 20	Marrão	Impacto média significância
21 a 24	Amarelo	Impacto significativo
25 a 27	Laranja	Impacto muito significativo
28 a 30	Vermelho	Impacto chave /crítico

### **5.1 Resultados do teste do modelo**

A Figura 7 e a Figura 8 apresentam respectivamente a matriz de AIA do Estudo de Impacto Ambiental de um empreendimento, e a matriz resultante com a aplicação do modelo de avaliação da significância proposto.

Foi realizada a avaliação da significância de 3 impactos ambientais para cada meio (físico, biótico e socioeconômico), considerando a fase de instalação e operação do EIA da Te jucana Mineração S/A. Desta forma, obtiveram-se 33 avaliações sendo apresentados os resultados expressos na Tabela 5.





Os resultados demonstram que a aplicação da metodologia quantitativa tornou de forma geral a significância dos impactos avaliados mais elevada. Em todos os meios avaliados, pode-se perceber o crescimento do nível de significância dos impactos. Para o meio físico e biótico verificou-se o crescimento em 45% dos impactos avaliados em um nível de significância, já para o meio socioeconômico, constatou-se que houve aumento em 82% dos impactos avaliados em 2 níveis da significância, o que pode-se dizer que este método torna a avaliação da significância mais severa para o meio socioeconômico (Tabela 5).

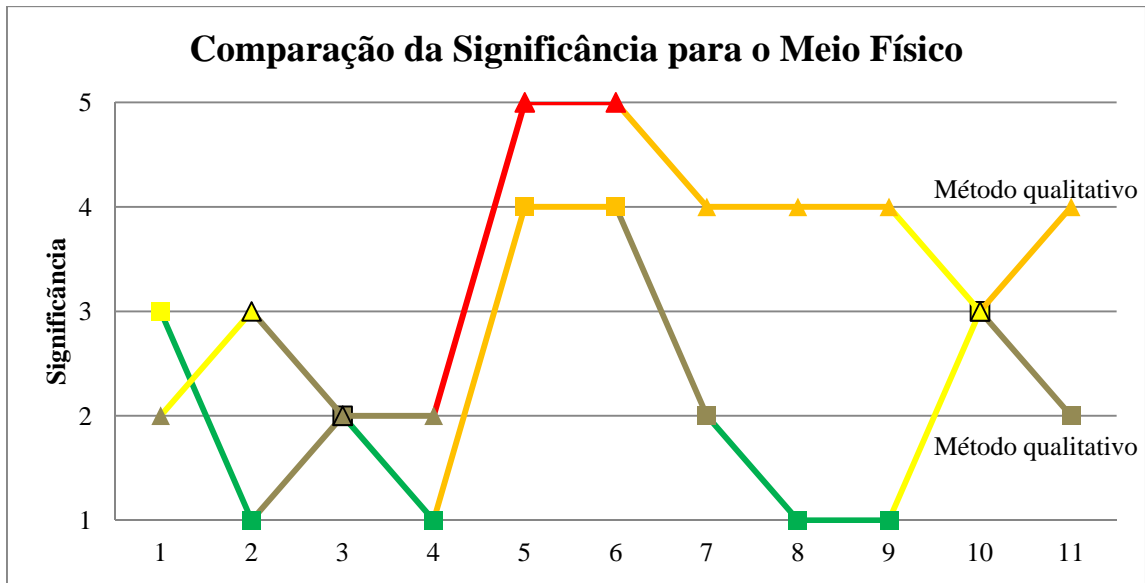
Dentre as 33 avaliações realizadas, apenas 1 obteve um resultado com menor grau de significância, representando apenas 3% do todo, o que mais uma vez demonstra que o método quantitativo ora apresentado pode ser classificado como mais rígido.

Alguns autores apontam que a valoração e quantificação de impactos ambientais pode ser reconhecida como uma fragilidades da AIA, visto a dificuldade de se atribuir valor para certos elementos, sendo que ainda não existem métodos, normas ou padrões para tal (OLIVEIRA; BURSZTYNB, 2001), ao passo que pode-se também verificar que a não quantificação da significância dos impactos pode subestimar sua importância o que poderia futuramente acarretar em medidas de mitigação, compensação ou potencialização não satisfatórias ou eficazes ao contexto real.

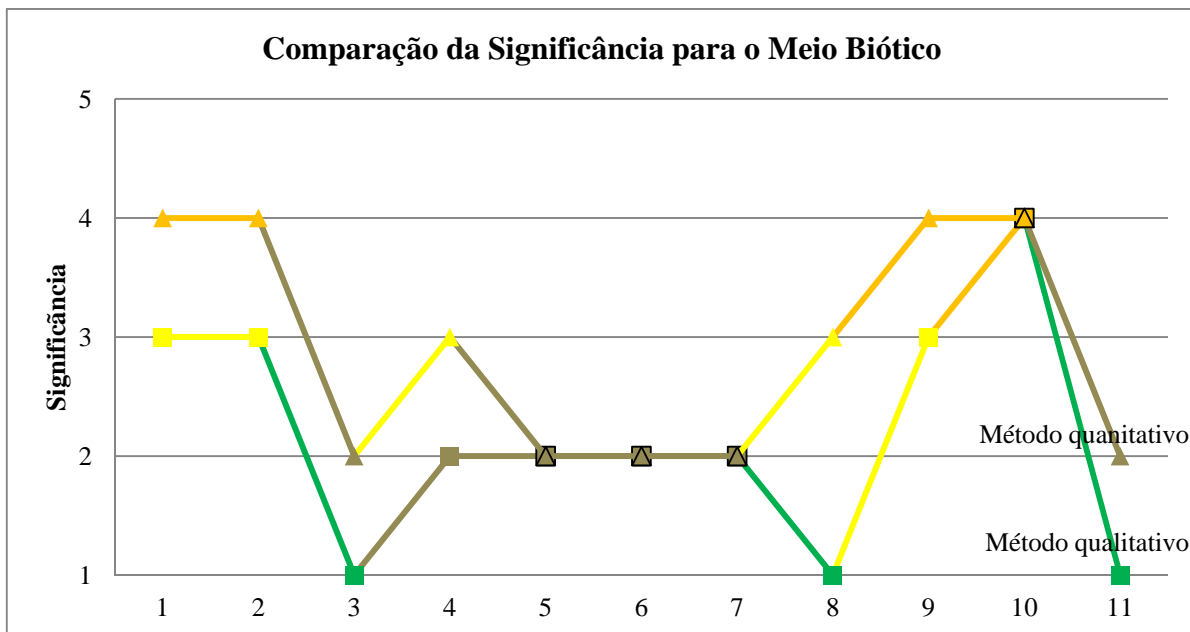
**Tabela 5: Análise comparativa do método qualitativo para avaliação da Significância.**

	Nº de impactos avaliados	Resultados iguais	Resultados diferentes			
			Aumento da Significância		Diminuição da Significância	
			1 nível acima	2 níveis acima	1 nível abaixo	2 níveis abaixo
<b>Análise para o Meio Físico</b>						
valor absoluto	11	2	5	3	1	0
Porcentagem	100%	18%	45%	27%	9%	0%
<b>Análise para o Meio Biótico</b>						
valor absoluto	11	3	5	2	0	0
Porcentagem	100%	27%	45%	18%	0%	0%
<b>Análise para o Meio Socioeconômico</b>						
valor absoluto	11	2	0	9	0	0
Porcentagem	100%	18%	0%	82%	0%	0%
<b>Análise geral</b>						
valor absoluto	33	7	10	14	1	0
Porcentagem	100%	21%	30%	42%	3%	0%

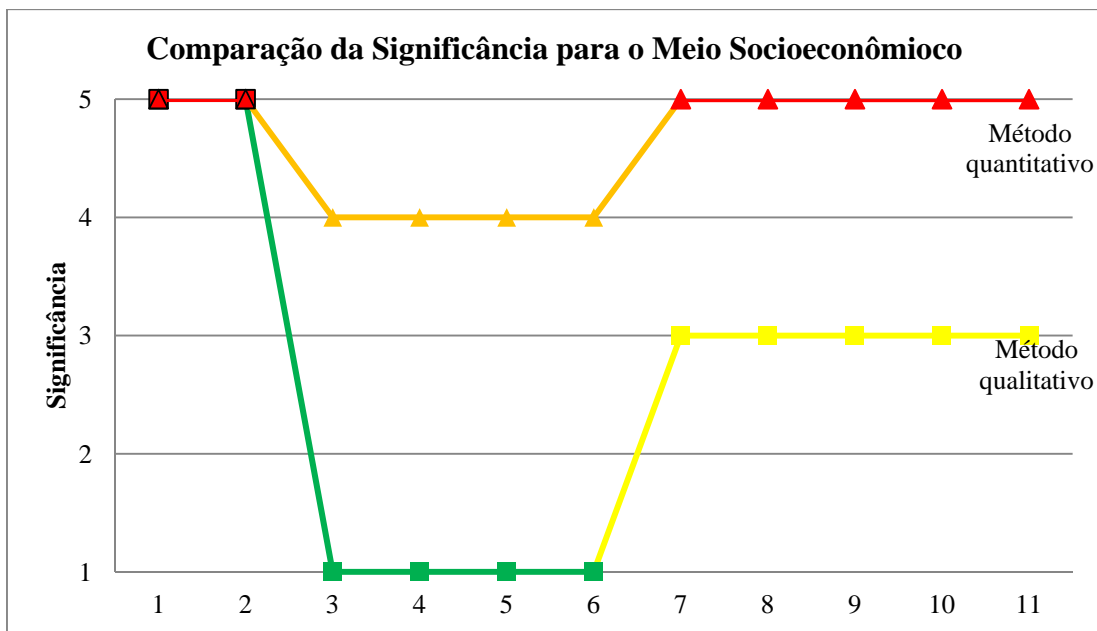
**Figura 9 : Gráfico de comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Físico**



**Figura 10: Gráfico de comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Biótico**



**Figura 11: Comparação dos métodos qualitativo e quantitativo para avaliação da Significância para o Meio Socioeconômico**



A ilustração dos gráficos (Figura 9, Figura 10, Figura 11) demonstra esse aumento do grau da significância dos impactos avaliados com o modelo quantitativo. Avalia-se portanto que, sendo um modelo de resultados mais severos poderá não ser adotado por determinados empreendimentos. Em contrapartida, esta rigidez conferida a esta metodologia pode ser transformada em benefícios aos aspectos ambientais impactados, visto a necessidade das ações de controle ambiental que deverão ser tomadas baseada nestes resultados.

Carvalho e Lima (2010) ressaltam que as diferentes formas existentes para a avaliação de impacto ambiental têm gerado grandes debates científicos na busca por métodos cada vez melhores para a definição correta dos impactos visando a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, mas deve-se considerar as limitações do conhecimento científico no estabelecimento de impactos potenciais. Ou seja, diante do exposto não se pode garantir que apenas a utilização deste método seja satisfatória para sanar todas as falhas existentes acerca da AIA. Porém, verifica-se também que, como exposto por outro autores, constata-se a importância de que a aplicação do método seja realizada por equipe multidisciplinar, bem como que hajam inovações para aplicação da AIA, a fim de que cada impacto vinculado a um dado meio, seja avaliado com suas características

intrínsecas , aproximando-se ao máximo da situação real. Isto é de extrema importância para a validade do dado analisado que será valorado através de um peso. Stamm (2003), enfatiza que com uma equipe multidisciplinar, com técnicos de diversas especialidades e representantes da comunidade, a estimativa para a valoração das matrizes de AIA (de acordo com em um estudo de caso no setor de energia) será consideravelmente maior.

Rodrigues e Campanhola (2003) também contribuem ao enfatizar que um dos requisitos mais importantes para a eficácia do método quantitativo de AIA proposto em seus estudos é a coleta de informações confiáveis quanto à situação do empreendimento.

Torquetti (2001) expõe que um ponto crítico do planejamento do SGA nos moldes da NBR ISO 14.001 recai sobre a tarefa de avaliação da importância ou significância dos impactos ambientais. como esta tarefa fornece a base para o estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais em cada empresa, atenção especial deve ser dada à mesma, para que o SGA realmente seja implementado com sucesso. isso posto, pode-se considerar que o método quantitativo de avaliação da significância poderá, além de ser aplicada para estudos de impacto ambiental (eia), também poderá ser aplicada como método de identificar indicadores ambientais de um empreendimento para prevenção aos danos ambientais e, também, visto que os resultados da aia podem ser transcritos em gráficos, tem-se, desta maneira, um instrumento de análise e síntese para o planejamento e a gestão ambiental. desta forma, a empresa deve sempre orientar sua tomada de decisões visando migrar os resultados da avaliação de impactos, representada graficamente, no sentido da cor vermelha (crítico) para a cor verde (pouco significativo).

Contudo, conclui-se que os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados e se demonstraram aplicáveis ao se analisar um estudo de caso comparativo com outra metodologia, neste caso, qualitativa. Por fim, pode-se também verificar que muito ainda tem-se que aprimorar acerca da temática da Avaliação de Impactos Ambientais para torná-la cada vez mais uma ferramenta eficaz tanto para estudos ambientais , como para o Sistema de Gestão Ambiental.

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia de ponderação de valores e agregação de atributos para a avaliação da significância dos impactos ambientais de um empreendimento se mostra pertinente ao que tange os objetivos propostos pela legislação ambiental vigente que apresenta os critérios de avaliação de impactos para os estudos ambientais. Este estudo, além de utilizar os atributos propostos, agrega valores numéricos a fim de diminuir o nível de subjetividade da AIA.

É possível afirmar que a metodologia apresentada, além de se adequar à elaboração de estudos ambientais que se submetem ao processo de licenciamento ambiental (como demonstrado no capítulo anterior), também se apresenta como uma tentativa de somar no cenário dos estudos que visam contribuir com o aprimoramento e desenvolvimento da avaliação de impacto ambiental no Brasil.

Estudos apontam que devido ao fato de que existem muitas formas distintas para se avaliar os impactos ambientais, tem-se gerado grandes debates científicos na busca por métodos cada vez melhores para avaliar corretamente os impactos, visando a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Porém, é de extrema importância considerar que mesmo a aplicação de um método que objetiva enquadrar a AIA através de pesos, em uma escala pré-definida, ainda assim deve-se considerar a existência da subjetividade, visto que a análise poderá apresentar resultados distintos de um avaliador para outro. Por isso, verifica-se mais uma vez a dificuldade de se limitar a uma análise caracterizada apenas com critérios qualitativos ou quantitativos. A junção de ambos e outras técnicas agregam mais aproximação com a realidade e confiabilidade à AIA.

Por isso, métodos distintos aplicados conjuntamente, sejam estes quali ou quantitativos, vêm a somar à AIA no sentido de aproximar ao máximo a avaliação do contexto ambiental real diagnosticado, o que é, de fato o foco da Avaliação de Impactos Ambientais, como foi expresso ao longo deste trabalho pela legislação ambiental e outro autores.

Ao que tange o SGA, a AIA deve ser integrada ao processo de planejamento e não ser considerada como uma experiência adicional para a obtenção de autorizações governamentais, que ocorre no final da preparação do projeto. Isso posto, pode-se considerar que a valoração da significância para AIA pode ser uma ferramenta para aplicação dos sistemas de controle e gestão ambiental.

Traduzir a avaliação de impactos em valores numéricos e adotar uma escala representativa de cores confere maior facilidade de compreensão dos resultados, tanto para fins de licenciamento, como para gerenciamento ambiental da empresa durante sua operação. Desta forma, as medidas de mitigação, controle e/ou compensação poderão ser definidas visando a diminuição do valor agregado ao determinado impacto.

Por fim, considera-se que o estudo vem de encontro com os objetivos das legislações ambientais vigentes. Ademais, o método se faz eficaz para a avaliação dos impactos que atingem os setores relativos à socioeconomia, à fauna, à flora, à conservação da biodiversidade e aos aspectos fisiográficos, ou seja, todos os aspectos consideráveis para a concessão de licenças ambientais ao se avaliar um estudo ambiental para implantação e operação de um empreendimento.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNES, C. C.; CALEGARI, L.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M. Uma discussão sobre a descentralização da gestão ambiental. **Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal**. São Paulo, n. 14. ago. 2009. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal/pages/artigos/6.gestao%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 2 nov.2012.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR ISO 14001**. Sistemas de gestão ambiental- Especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, out. 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR ISO 14004**. Sistema de gestão ambiental, Diretrizes Gerais, Princípios, Sistema e Técnicas de Apoio. São Paulo, mar. 2003.

BARBOSA, Tania A. S. Análise do estudo de impacto ambiental da PCH ninho da água proposta de otimização do processo de licenciamento ambiental utilizando uma matriz simplificada. Dissertação. (Mestrado em Engenharia da Energia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá Itajuba, 2004.

BISSET, R.. **Training Resource Manual** - EIA: Issues, Trends and Practice, Training Manual. 1982. Disponível em <<http://www.environment.gov.au/epg/eianet/manual/bisset/chapter1.html>>. Acesso em: 03.set.2011.

BLOCK, M. R. **Identifying environmental aspects and impacts**. Milwaukee, American Quality Press.1999. 145 p.

BRANQUINHO, Polianny Marques Freitas. Estudo de impacto ambiental como instrumento de proteção do meio ambiente. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. 14, n. 92, set. 2011. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=10340&revista\\_caderno=5](http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=10340&revista_caderno=5)>. Acesso em: 2 nov. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de março de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 17. fev. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 273, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 22. dez. 1997.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 02. set. 1981.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA. **avaliação de impacto ambiental: agentes** sociais, procedimentos de ferramentas. Brasília: IBAMA, 1995, 134 p.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD. **Termo de Referência geral para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA)/Relatórios de Impacto Ambiental - RIMA**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/1167-terminos-de-referencia-para-elaboracao-de-estudo-de-impactorelatorio-de-impacto-ambiental-eiarima>>. Acesso em: 3 nov. 2012.

CAMARGO, A. Governança para o século 21. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. 5 ed. Campinas: Armazém do Ipê, 2008. P. 306 – 312.

CARVALHO, Lellis D.; LIMA, Adriana V. Metodologias para avaliação de impactos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos. ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. – CRISE, PRÁXIS E AUTONOMIA: ESPAÇOS DE RESISTÊNCIA

E DE ESPERANÇAS. ASSOCIAÇÃO DE GEÓGRAFOS BRASILEIRO. ENG. , 16.,  
**Anais...** Porto Alegre, 2010.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V. A análise e o uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. In: **XXVIII congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**. Rio de Janeiro. set. 2005.

DECLARAÇÃO do Rio de Janeiro Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.  
Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro. 1992.

DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. 3 ed. -São Paulo:Saraiva, 2008.

INTERNATIONAL ASSOCIATION DOR IMPACT ASSESSMENT. IAIA.  
**Principles of environmental impact assessment best practice**. Fargo: IAIA, Special publication v.1. 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **NORMA ISO 14004. Sistemas de gestão ambiental, diretrizes gerais, princípios, sistema e técnicas de apoio**. São Paulo, mar. 2003.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, JR. **A procedure for evaluating environmental impact**. Geological Survey Circular 645, Government Printing Office, Washington, DC.1971. p. 13.

MARTINS, J. X. F. **A importância dos princípios constitucionais ambientais na efetivação da proteção do meio ambiente**. Revista Científica ANAP Brasil, Tupã. n.1, p. 34 – 52, jul.2008.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**, 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MOREIRA, I. V. D. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. Rio de Janeiro,Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (FEEMA/RJ)e Petrobrás. 4 ed. 1992. p.13.

MORGAN, R. K. **Environmental Impact Assessment**. Dordbrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 307 p.

MORRIS, P., THERIVEL, R. **Methods of Environmental Impact Assessment: the natural and built environmental series 2**. Londres:UCL Press Limited, 1995. 378 p.

OLIVEIRA, A. A.; BURSZTYNB, M. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, V. 2, n. 3, set. 2001.

ROCHA, C. A.; CANTO, J. L.; PEREIRA, P. C. Avaliação de Impactos Ambientais nos Países do Mercosul. **Ambiente & Sociedade**, V. 8, n. 2, jul./dez. 2005.

RODRIGUEZ, Geraldo Stachetti; Campanhola, Clayton. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 38, n. 4, p. 445-451, abr. 2003.

PRADO FILHO, José Francisco; SOUZA, Marcelo Pereira de. O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais: uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. v.n9, n. 4, p. 343-349, 2004. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522004000400012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400012)

>. Acesso em: 30 Out. 2012.

SANCHES, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e metas**. São Paulo. Oficina de textos, 2008. 495 p.

SIGNUS VITAE. **Manual de identificação e avaliação dos impactos do empreendimento: Estudo de Impacto ambiental EIA/RIMA Mineração Fazenda Botanical Indústria de Calcinação Ltda**. 2010.

STAMM, H. R. **Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2003.

SOUZA, Wanderley Lemgruber de. **Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. 154f. 2000. Tese de doutorado (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

TORQUETTI, Zuleika Stela Chiacchio. Planejamento do sistema de gestão ambiental – SGA – nas pequenas e médias industriais . CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001. **Anais...** Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-060.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2012

WATHERN, P. **An introductory guide to EIA**, In: Wathern, P. (Ed.), Environmental Impact Assessment. Theory and Practic, London, Unwin Hyman. 1998, p. 7

WESTSMAN, W. E. **Ecology, Impact Assessment, and Enviorenmental Planning**. New York: Wiley, 1985, p. 5.

WESTSMAN, W. E. **Ecology, Impact Assessment, and Enviorenmental Planning**. New York: Wiley, 1985, p. 5.

## 8 ANEXOS

### 8.1 Anexo 1: Algoritmo

#### Linguagem de programação para o programa

```
algoritmo "AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - SIGNIFICÂNCIA"  
// Função :AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL  
// Autor : ISABELA COLEHO MOREIRA  
// Data : 28/11/2012  
// Seção de Declarações  
var  
ocorrencia, tempov, cumulatividade: inteiro  
comb, reversibilidade, duracao, indicador, modificador, ocorrencia, tempo, cumulatividade, mag, efeito,  
efeito1, origem, origem1, impacto: caractere  
soma, sevv, magv: real  
inicio  
soma<-0  
  
Escreval ("PARA FINALIZAR O PROGRAMA DIGITE IMPACTO : 'FIM' ")  
  
repita  
  Escreval ("Qual é o impacto?")  
  leia (impacto)  
  se impacto <> "fim" entao  
    escreval ("o impacto é POSITIVO (P) ou NEGATIVO (N) ?")  
    leia (efeito)  
    se efeito = "P" entao  
      efeito1<- "POSITIVO"  
    senao  
      efeito1<- "NEGATIVO"  
    fimse  
    escreval ("o impacto é DIRETO (D) ou INDIRETO (I) ?")  
    leia (origem)  
    se origem = "D" ENTAO  
      origem1<- "DIRETO "  
    senao  
      origem1 <- "INDIRETO"  
    fimse  
    repita  
      escreval ("O impacto é: REVERSÍVEL (R) / IRREVERSÍVEL (IR) ?")  
      leia ( reversibilidade)  
      ate (reversibilidade = "R") ou (reversibilidade = "IR")  
      comb<- reversibilidade  
      repita  
        escreval ("O impacto é TEMPORÁRIO (T)/ PERMANENTE (P) ?")  
        leia ( duracao)  
        ate (duracao = "T") ou (duracao = "P")  
        comb<- comb + duracao  
      repita  
        escreval ("O impacto NÃO ALTERA INDICADOR AMBIENTAL (X), ALTERA INDICADOR  
AMBIENTAL (Y), ALTERA INDICADOR AMBIENTAL PROTEGIDO POR LEI (Z) ?")  
        leia ( indicador )  
        ate (indicador = "X") ou (indicador = "Y") ou (indicador = "Z")
```

```

comb<- comb + indicador
repita
  escreval ("O impacto é MODIFICADOR DOS ASPECTOS AMBIENTAL (MM), NÃO
MODIFICADOR DOS ASPECTOS AMBIENTAIS (NM) ?")
  leia ( modificador )
  ate (modificador = "MM") ou (modificador = "NM")
  comb<- comb + modificador
  escolha comb
  caso "RTXNM", "RTXMM"
    sevv<- 0.4
  caso "RTYNM"
    sevv<- 0.8
  caso "RTZNM"
    sevv<- 1.2
  caso "RTZMM", "IRPXNM", "IRPYNM", "IRPZNM"
    sevv<- 1.6
  caso "IRPXMM", "IRPYMM", "IRPZMM"
    sevv<- 2
  fimescolha

  escreval ("o impacto possui MAGNITUDE LOCALIZADA (M1), PEQUENA (M2), MÉDIA (M3),
GRANDE (M4), MUITO GRANDE (M5) ? - Digite a sigla- :")
  leia ( mag )
  escolha mag
  caso "M1"
    Magv<-0.4
  caso "M2"
    Magv<-0.8
  caso "M3"
    Magv<-1.2
  caso "M4"
    Magv<-1.6
  caso "M5"
    Magv<-2
  fimescolha

  escreva ( "O impacto possui probabilidade de ocorrência CERTA (C) ou INCERTA /BAIXA (I) ?")
  leia (ocorrenciav)
  se ocorrenciav = "C" entao
    ocorrenciav<-2
  senao
    ocorrenciav<-1
  fimse
  escreva ( "O impacto ocorre em tempo IMEDIATO (I) ou MÉDIO/LONGO PRAZO (ML) ?")
  leia (tempo)
  se tempo = "I" entao
    tempov<-1
  senao
    tempov<-2
  fimse
  escreva ( "O impacto é CUMULATIVO (C)ou NÃO CUMULATIVO (NC)?")
  leia (cumulativadev)
  se cumulativadev = "C" entao
    cumulativadev<-2
  senao
    cumulativadev<-1
  fimse
  soma<- (ocorrenciav*4)+(tempov*2)+(cumulativadev*3)+(sevv*3)+ (magv*3)
  se (soma >=11) e (soma<=15.9) entao
    escreval (" O impacto ", impacto, " é ", efeito1, ", ", origem1, " e POUCO SIGNIFICATIVO")

```

```

    escreval ("COR VERDE")
fimse
se (soma >=16) e (soma<=20.9) entao
    escreval (" O impacto ", impacto, " é ", efeito1," ", origem1, " e possui média significância")
    escreval ("COR BEGE")
fimse
se (soma >=21) e (soma<=24.9) entao
    escreval ("O impacto ", impacto, " é ", efeito1," ", origem1, " e significativo")
    escreval ("COR AMARELA")
fimse
se (soma >=25) e (soma<=27.9) entao
    escreval (" O impacto ", impacto, " é ", efeito1," ", origem1, " e muito significativo")
    escreval ("COR LARANJA")
fimse
se (soma >=28) e (soma <=30) entao
    escreval ("O impacto ", impacto, " é ", efeito1," ", origem1, " e crítico/chave")
    escreval ("COR VERMELHA")
fimse
fimse
ate impacto = "Fim"

// Seção de Comandos
finalgoritmo

```