

## MAPEAMENTO DAS ÁREAS MINERADAS DE AREIA E ARGILA E ANÁLISE DAS NÃO CONFORMIDADES COM A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DO SIG NAS ÁREAS PRÓXIMAS AS MARGENS DO RIO TIJUCAS NO MUNICÍPIO DE TIJUCAS – SC

Marlon Bruno Nicoletti<sup>1</sup>  
Luís Vinícius Mundstock Porto de Souza<sup>2</sup>  
Efigênia Soares Almeida<sup>3</sup>

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)  
Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar)  
Rua Uruguai, 458 – 88302-202 – Caixa Postal 360 – Centro – Itajaí – SC – Brasil

<sup>1</sup>engamb\_marlon@hotmail.com

<sup>2</sup>vinicius@univali.br

<sup>3</sup>efigenia@univali.br

**Abstract.** Nearby to Tijucas river, in Tijucas city, there are several mining companies. In fact, the proximity of water courses and the environmental impacts caused by these companies makes this subject become relevant as a study. As known, there are environmental laws which forbid the exploitation use of riverside areas, and there are laws embracing the recovery of these injured areas. This study has, as first objective, chart the argil and sand exploitation areas, identify and evaluate the existence of variance between the areas and Permanent protection areas by the local environmental laws. To chart those areas, a QuickBird Image was used. By SIG, the exploited areas were delimited. After all this procedures, campaign was used to validate and collect information about the exploited areas. After the charts validation, the geospatialization was completed, attempting to the CONAMA resolution 303/02, Forestry Laws Code and Santa Catarina's State Environmental Laws Compilation. To identify the lacks, the collected data about exploited areas were related to the data found by geospatialization of environmental laws. The study has shown that the occupied areas make up about 187.655 ha, what represents 4,7 % from the studies area and belongs to 21 different companies. Concerning to the lacks, the study has shown 6,0% (11,227 ha) from the total exploited area.

**Palavras-chave:** Mineração de Argila e Areia; conflitos; Código Florestal; Código Florestal de Santa Catarina; Argil and sand mining; conflicts; Forestry Laws Code, Santa Catarina's State Environmental Laws Compilation.

### 1 Introdução

Devido a sua localização e características de um típico rio de planície, o Tijucas possui abundância de areia e argila em sua planície de inundação. A disponibilidade deste recurso levou a instalações de cerâmicas e comércios de areia no município de Tijucas.

Segundo Almeida (1992), entre a década de 60 e 70 a produção cerâmica cresceu, devido ao desenvolvimento dos pólos industriais de Blumenau, Joinville, e o aumento da população e urbanização de Florianópolis. Neste período empresas de cerâmica artesanais foram evoluindo para se tornar mais competitiva. Com isso, também cresceu visivelmente o número de lavras de areia e argila, devido ao aumento na demanda por matéria prima exigida pela da indústria cerâmica e construção civil.

A mineração tem um papel muito importante, contribuindo na geração de muitos empregos, diretos e indiretos e impostos para o município. No entanto, a exploração mineral pode causar conflitos em decorrência das potencialidades de um local em possuir diferentes usos.

Os conflitos de uso geralmente ocorrem devido à aptidão de uso de uma determinada área e o uso a ela atribuído. No caso da exploração de areia e argila, estes conflitos são conferidos à disponibilidade dos minerais, nos locais destinados à proteção dos recursos hídricos.

Considerando a existência de legislações que visam à proteção ambiental e o uso adequado do solo, podem ser evidenciados os conflitos de determinada área, através da geoespacialização de parâmetros legais e a comparação entre o uso desenvolvido na área. Um exemplo a título de ilustração é a retirada da mata ciliar de um curso d'água caracterizada como infração segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303/02 (BARROS, et.al., 2007; SANTOS, 2007; LAFIN, 2003).

Assim, este trabalho tem como tema de estudo, a questão das não conformidades entre as áreas mineradas de areia e argila e a legislação ambiental que protege a mata ciliar.

## 2. Metodologia

### 2.1. Características da área de estudo

A área do estudo abrange a zona rural e urbana do município de Tijucas, numa faixa de 1,5 Km ao longo de cada uma das margens do Rio Tijucas. A escolha desta área justifica-se em decorrência da grande concentração de mineradoras neste local. A Figura 1 ilustra onde está localizada a área de estudo e o município.

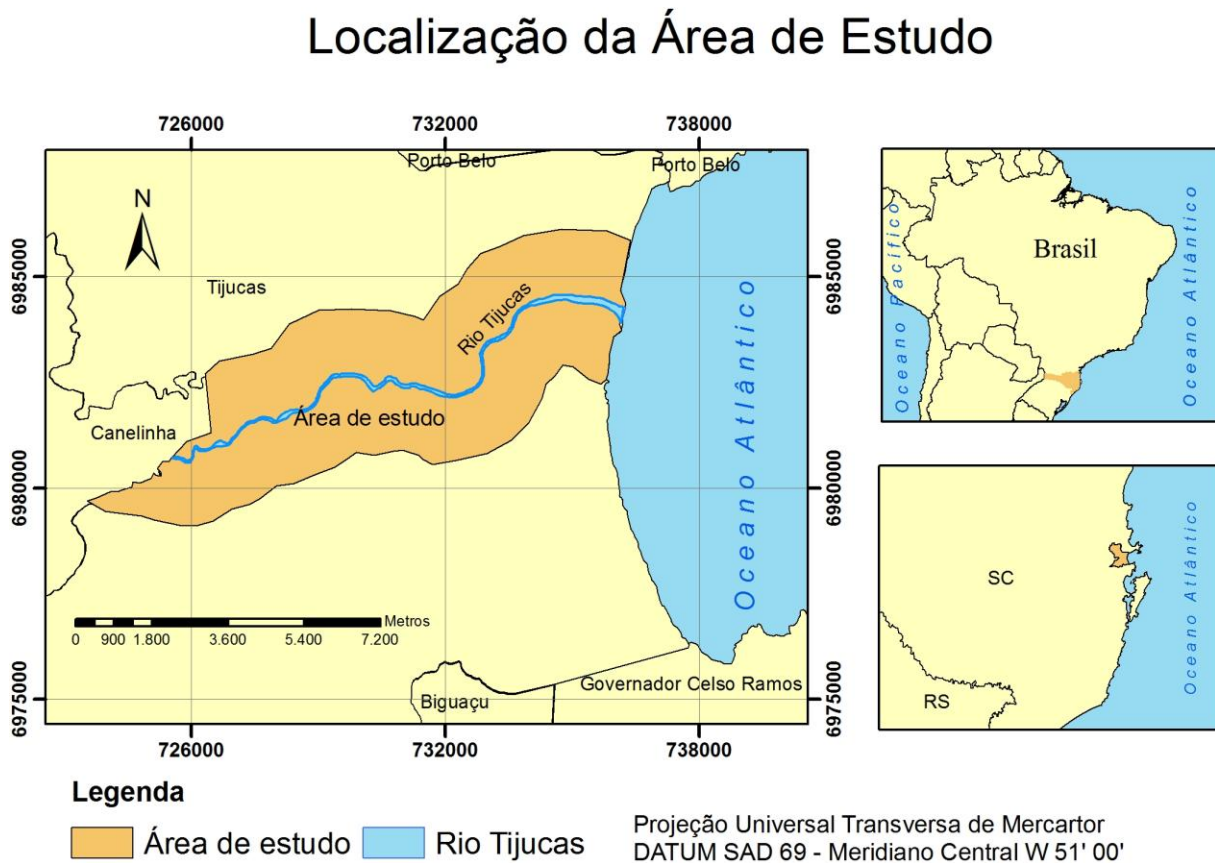


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, em que a área em laranja representa a área de estudo.

O clima é caracterizado como subtropical sem estação de seca, a temperatura média encontra-se na casa dos 18° e a precipitação média anual é de 1700 mm (IBGE, 2007).

Segundo Caruso (2004), as precipitações no Vale do Tijucas são distribuídas uniformemente por todo o ano, apresentando em sua totalidade, ausência de deficiência hídrica, e bons índices de excedentes hídricos, além de verões quentes.

Estão presentes diferentes rochas de distintas idades. As litologias estão representadas por rochas graníticas da suíte intrusiva Valsungana / Indaiá / Guabiruba / São Pedro de Alcântara e da suíte Pedras Grandes. As coberturas cenozóicas estão representadas por vários depósitos sedimentares, que tem origem de tipos de sistemas deposicionais: (1) Sistema Depositional Continental, que inclui Depósitos de Encostas, Depósitos de Planície Aluvionares e os Depósitos Fluviais Sub-Atuais e Atuais; e (2) Sistema Depositional Costeiro, que corresponde aos Depósitos de Planícies de Cheniers, Depósitos Paludiais/Paleolagunares, Depósitos Flúvio-Marinhas e os Depósitos Praiais Marinhas/Eólicos (Caruso, 2004).

## 2.2. Base cartográfica

Os dados cartográficos foram obtidos através das cartas topográficas disponibilizados gratuitamente através da página eletrônica da EPAGRI/CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina). Estas cartas têm sua origem de mapas do IBGE (SG-22-Z-D-II-2. e SG-22-Z-D-II-4) e são disponibilizadas em formato digital ESRI Shape (.shp) na escala 1:50000.

A área de estudo está distribuída dentro de duas cartas topográficas do IBGE/EPAGRI, sendo estas Biguaçu e Camboriú, ambas em coordenadas métricas com projeção UTM e Datum Horizontal SAD-69.

Estas cartas representam a base cartográfica utilizada, compreendendo limites políticos, hidrografia, malha rodoviária e topografia. Para visualização e manipulação das informações contidas nas cartas foi adotado como plataforma SIG o software ESRI ArcMap 9.3.

## 2.3. Mapeamento das áreas mineradas

A origem das informações necessárias para elaboração do mapa é a imagem de satélite *QuickBird* do dia 01 de julho de 2009. A extração das informações ocorre através de análise espacial que compreende a pré-classificação, a validação em campo e reclassificação com base nas informações em campo.

A imagem foi georreferenciada no SIG a partir da base cartográfica preparada anteriormente, através da identificação de pontos notáveis na imagem, os quais, por sua vez, são associados aos mesmos pontos na base cartográfica vetorial. O georreferenciamento também foi complementado por pontos com coordenadas conhecidas obtidos em campo, através de um levantamento com GPS. Segundo Fitz (2008), para obter bons resultados é imprescindível que os pontos estejam distribuídos de maneira equidistante dentro da área de estudo, abrangendo-a em sua totalidade.

A classificação foi realizada através da interpretação visual da imagem *QuickBird*. Buscou-se por alterações no relevo decorrentes da exploração de areia e argila, fator que gera áreas alagadas similares a lagoas. Desta forma, as primeiras feições procuradas foram locais onde havia acúmulos de água com dimensões relativamente grandes.

Contudo, as áreas de mineração de tamanho relativamente grande, superior a 2.500 m<sup>2</sup>, são muito fáceis de visualizar; no entanto, quando inferiores a 500 m<sup>2</sup> constituem-se um desafio, exigindo muita atenção de quem interpreta a imagem.

Depois de realizar a pré-classificação da imagem foi realizada a validação. Em campo, as informações contidas no mapa temático foram checadas através de reconhecimento visual e checagem das coordenadas de localização. No campo também foram coletados dados sobre as

empresas responsáveis pelas áreas mineradas. Cada empresa recebeu uma identificação fictícia.

Com os dados coletados em campo dispostos dentro do Sistema de Informações Geográficas foram realizadas as devidas correções com base nas informações adquiridas em campo. O resultado final é o mapa validado das áreas mineradas para a área de estudo.

## 2.4. Identificação e geoespacialização da legislação ambiental

A seleção das legislações a serem geoespacializadas teve como ponto de partida as legislações empregadas no desenvolvimento do projeto GERCO (DIEHL et. al., 2002). Como resultados foram selecionados as seguintes legislações ambientais: Código Florestal – Lei nº 4.771/65; Resolução CONAMA nº 303/02; Artigo 114 do Código Ambiental de Santa Catarina – Lei nº 14.675/09.

Estas legislações definem as áreas que devem ser preservadas e outros itens associados à conservação da qualidade ambiental. **O Erro! Fonte de referência não encontrada.** lista as categorias de APP (Áreas de Preservação Permanente) que podem ser geoespacializadas.

Área de APP	Código Florestal (lei n 4.771/65)	CONAMA 303/02	Código Ambiental de Santa Catarina (Lei nº 14.675/2009)
Cursos de água	Art. 2º... a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1 - de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura; 2 - de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinquenta metros) de largura; 3 - de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;	Art. 3º... I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de: a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura; b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura; c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;	Art. 114... I) Ao longo dos rios ou de qualquer curso de água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: a) para propriedades com até 50 (cinquenta) ha: 1. 5 (cinco) metros para os cursos de água inferiores a 5 (cinco) metros de largura; 2. 10 (dez) metros para os cursos de água que tenham de 5 (cinco) até 10 (dez) metros de largura; 3. 10 (dez) metros acrescidos de 50% (cinquenta por cento) da medida excedente a 10 (dez) metros, para cursos de água que tenham largura superior a 10(dez) metros;
Nascentes	Art. 2º... c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;	Art. 3º... II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;	Art. 114... III - nas nascentes, qualquer que seja a sua situação topográfica, com largura mínima de 10 (dez) metros, podendo ser esta alterada de acordo com critérios técnicos definidos pela EPAGRI e respeitando-se as áreas consolidadas;

Quadro 1. Áreas de preservação segundo as legislações.

Além das áreas da Quadro 1, outras áreas também são consideradas de proteção ambiental pela legislação, como os topos de morros, e locais com declividade superior a 45°, porém

estas não foram geoespacializadas neste estudo, em razão das características topográficas (planície) da área de estudo. Ainda, o Código Ambiental de Santa Catarina adota faixas de proteção distintas, em razão do tamanho da propriedade. Segundo (EPAGRI), o perfil de 90% dos mais de 194 mil estabelecimentos rurais catarinenses compõe-se de pequenas propriedades. Então, adotou-se como hipótese nesse estudo que todas as propriedades possuem área menor que 50 hectares.

Para geoespacializar as faixas de proteção da mata ciliar e nascentes, foi empregada a operação de *buffer*. Entretanto, as legislações adotam faixas distintas em função das larguras dos rios, e a hidrografia da base cartográfica não possui essa medida. Então, para obter as larguras dos cursos d'água foi utilizada a medição por imagem de satélite da largura dos rios em vários pontos. Após obter-se a largura dos cursos d'água, procedeu-se à geoespacialização aplicando-se a operação *buffer* de acordo com as faixas estabelecidas pelas legislações. O resultado desta etapa são os mapas das APP segundo cada legislação.

### 2.5. Análise das não conformidades entre as áreas mineradas e legislação ambiental

Para identificar e quantificar as não conformidades entre as áreas mineradas com as APP da área de estudo, foram cruzados os mapas de APP com o mapa das áreas mineradas, gerados nas etapas anteriores.

As operações de análise geoespaciais empregadas na determinação das não conformidades são consideradas elementares em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). As operações são: intersecção de camadas de informações, a união e dissolução de áreas. O resultado desta etapa é um mapa onde é possível identificar as áreas em conflito entre a legislação ambiental e as áreas mineradas.

## 3. Resultados e Discussão

Através da interpretação da imagem *QuickBird* e visitas em campo foi possível mapear 42 locais de extração de areia e argila na área de estudo, destes, 41 são em cavas (formação de lagoas) e apenas 1 no leito do Rio. No mapa (Figura 2) observa-se que as cavas estão distribuídas principalmente na parte central da área de estudo, a montante da confluência entre o Rio Tijucas e Rio Oliveira. No mapa também foram identificados as empresas responsáveis pelas áreas. No total as áreas de extração mineral ocupam 187.655 ha, que representa 4,7% da área de estudo.

### 3.1. Não conformidades das áreas mineradas com Resolução CONAMA 303/02

Na Tabela 1, estão detalhadas as áreas não conformes identificadas na área de estudo, num total de 11,227 m<sup>2</sup>. Cerca de 60% (67.588 m<sup>2</sup>) das áreas não conformes estão enquadradas nas áreas destinadas a proteção de cursos d'água com largura superior a 50 metros (Art. 3 I c), isso se deve a grande concentração de mineradoras próximas às margens do Rio Tijucas e a maior largura da faixa de proteção. Nas áreas protegidas pelo Art. 3 I a (cursos d'água menores que 10 metros de largura) as não conformidades totalizam 21,2% (23.762 m<sup>2</sup>). Já para cursos d'água entre 10 e 50 metros de largura (Art. 3 I b), as não conformidades representam 18,6% (20.920 m<sup>2</sup>).

Tabela 1. Não conformidades entre a Resolução CONAMA 303/02 e as áreas mineradas

CONAMA 303/02	Área não conforme (ha)	% não conforme
Art. 3 I a	2,376	21,2%
Art. 3 I b	2,092	18,6%
Art. 3 I c	6,759	60,2%
<b>Total</b>	<b>11,227</b>	<b>100,0%</b>

## Localização das áreas mineradas

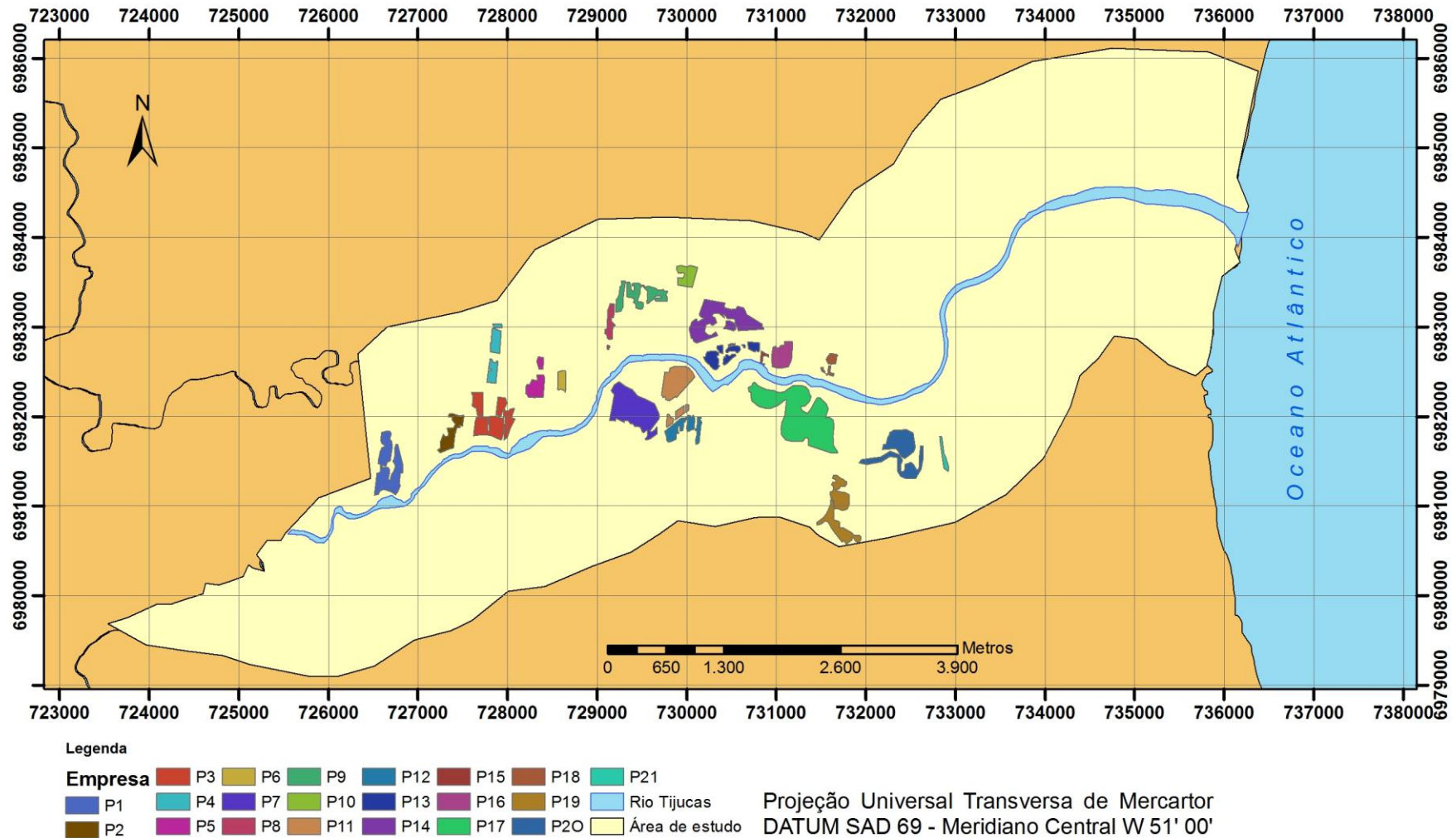


Figura 2. Mapa de localização das áreas mineradas para área de estudo com a identificação das empresas onde a área total minerada ocupa 187.655 ha, que representa 4,7% da área de estudo.

### 3.2. Áreas de exploração mineral X Código Ambiental de Santa Catarina

As áreas não conformes totalizam 17.744 m<sup>2</sup> (Tabela 2). As não conformidades correspondem ao conflito com as faixas de proteção de cursos d'água menores que 5 metros (Artigo 114 I a 1) e com as faixas de proteção dos cursos d'água maiores que 10 metros (Artigo 114 a 3). Conforme demonstrado pela Tabela 2 as áreas em desconformidade correspondem a 13,9% (2.470 m<sup>2</sup>) para o Art. 114 I a 1 e 86,1% (15.272 m<sup>2</sup>) para o Art. 114 I a 3.

Tabela 2. Não conformidades entre o Código Ambiental de SC e as áreas mineradas.

Cod. Amb SC	Área não conforme (ha)	% não conforme
Art. 114 I a 1	0,247	13,9%
Art. 114 I a 3	1,527	86,1%
<b>TOTAL</b>	<b>1,774</b>	<b>100,0%</b>

### 3.3. Código Florestal/Resolução CONAMA 303/02 X Código Ambiental de Santa Catarina

Através dos dados gerados pelas etapas anteriores foi possível comparar de maneira prática as legislações utilizadas no estudo. Na Tabela 3 podemos notar a que a legislação estadual é mais permissível que a federal no que tange as áreas de proteção permanente.

Tabela 3. Comparação entre o Código Florestal/Resolução CONAMA 303/02 e Código Ambiental de Santa Catarina nos itens analisados para a área de estudo.

Item comparado	Resolução CONAMA 303/02 e Código Florestal	Código Ambiental de Santa Catarina
Área total protegida	587,09 ha	174,07 ha
Área não conforme	11,227 ha	1,774 ha
Empresas não conforme	14 empresas	7 empresas

No total a área protegida pelo Código Ambiental de Santa Catarina na área de estudo é cerca de três vezes menor que a da Resolução CONAMA 303/02.

Quanto às não conformidades existentes entre as APP e as áreas mineradas, o Código Ambiental de Santa Catarina também se mostrou mais permissivo que a legislação federal. A área não conforme para a Resolução CONAMA 303/02 observada na área de estudo é cerca seis vezes maior que do Código Ambiental de Santa Catarina. Enquanto a legislação estadual enquadrou 7 empresas em APP, a Legislação Federal enquadrou 14 empresas.

Apesar do Código Ambiental de SC ser menos restritivo, que a legislação federal, ainda foi evidenciado um número considerável de empresas não conformes na área de estudo. Com isso fica claro o descaso das empresas com as APP que não respeitam nem as faixas de proteção da Legislação Estadual.

Podemos notar que a Legislação Federal adota critérios mais preservacionistas que a legislação estadual. Contudo a Legislação Estadual, como dito anteriormente apresenta incoerências com a hierarquia das leis prevista na Constituição Federal de 1988, ao qual estabelece que, a legislação federal é superior à estadual, e esta por sua vez é superior às leis municipais. Pela Constituição, a legislação estadual não pode ser mais branda que a federal. Quando isso ocorre deve-se desprezar a legislação de menor hierarquia. Então para as empresas que exploram areia e argila na área, o que deve-se seguir os critérios de preservação da legislação federal.

#### 4. Conclusões

Através deste estudo foi possível constatar que a utilização de SIG foi uma ótima ferramenta para identificar e dimensionar as não conformidades entre as APP e as áreas mineradas. Por ter grande precisão e confiabilidade a utilização deste recurso permite diminuição de tempo e custo.

A imagem de satélite *QuickBird* mostrou-se ser capaz fornecer dados da superfície terrestre. Logicamente que ela não deve ser usada como única fonte de dados, mas sim ser utilizada conjuntamente com outras ferramentas à disposição do pesquisador, citando-se aqui a importância do trabalho de campo, para o reconhecimento dos dados obtidos através da interpretação das imagens.

O estudo não contemplou o monitoramento das áreas mineradas e sua evolução, porém ele poderá servir de fonte de dados para trabalhos futuros que desejem fazer o acompanhamento dos conflitos e do avanço da atividade.

O desrespeito às áreas destinadas a proteção previstas na legislação é aparente, através do estudo foi possível observar o uso inapropriado pelas mineradoras das áreas protegidas por lei, caracterizando uma não conformidade legal. O estudo demonstrou que (11,23 ha) 6,0% do total de áreas mineradas ocorrem em APP.

Quanto às legislações utilizadas pode-se verificar através das informações geradas no estudo que o Código Ambiental de Santa Catarina é mais permissível que a Resolução CONAMA em todos os itens geoespacializados. Ressalta-se, porém o fato de a Legislação Estadual não representar a fonte a ser considerada em qualquer estudo ambiental ou obra de engenharia, pois que é conflitante com a Constituição de 1988.

#### Referências

ALMEIDA E. S. **O Pólo Cerâmico do Vale do Rio Tijucas**: Análise da exploração mineral e de degradação ambiental. 1992. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 1992.

BARROS, E. K. E. et.al., Mapeamento de uso em áreas de preservação permanente na microbacia Santa Cruz, município Porto Nacional – Tocantins – Brasil. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico 2007, Taubaté. **Anais**. Disponível em: <<http://agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/94/1/155-161.pdf>> Acesso 15 de setembro de 2010.

CARUSO JR. F et. al. **RELATÓRIO DE IMPACTO AO MEIO AMBIENTE**: Atividade de mineração de areia, argila e saibro na Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas / Santa Catarina, 2004 (In press).

DIEHL, F. P. ,SIQUEIRA, C. B., POLETTE, M., SPERB, R. M. **Estudo sobre a legislação ambiental e turística(federal,estadual e municipal) para o projeto gerenciamento costeiro integrado nos municípiosda península de Porto Belo e entorno e da foz dos rios Camboriú e Itajaí/SC**. Itajaí:PNMA II: SDM, 2002 (In press).

FITZ P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Ed Oficina de Textos, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **IBGE Cidades**, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30 novembro 2009.

LAFIN, N. A. **Uso de solo e legislação ambiental na Bacia do Rio Itajaí - Mirim, Santa Catarina**:Identificação das não conformidades através de Sistemas de Informações Geográficas. 65p. Monografia (Bacharel em engenharia ambiental) Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2003.

SANTOS, S. B. **Análise do Uso e Ocupação do Solo de Áreas de Preservação Permanente Utilizando Ferramentas de SIG na Gestão de Bacias Hidrográficas**: O Caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Lourenço. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da Energia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal De Itajubá, Itajubá, 2007. Disponível em:<<http://adm-net-a.unifei.edu.br/phl/pdf/0032111.pdf>> Acesso 13 de setembro de 2010.