

DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DAS MINAS DO CAMAQUÃ, CAÇAPAVA DO SUL, RIO GRANDE DO SUL

Dynamic use and land cover in the region of Minas of Camaquã, Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul

Roberta Aparecida Fantinel¹
Aline Nogueira Palmeira²
Maria Aparecida Possati dos Santos¹
Ana Caroline Paim Benedetti¹

¹ **Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA**

Av. Antônio Trilha, 1847 – São Gabriel - RS, Brasil
roberta.fantinel@bol.com.br;
cida-possati@hotmail.com;
anabenedetti@unipampa.edu.br

² **Universidade Federal de Santa Maria - UFSM**

Av. Roraima, s/n – Camobi, Santa Maria – RS, Brasil
palmeira.aline@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar quantitativa e qualitativamente as formas de uso e cobertura da terra na região de exploração mineral das Minas do Camaquã, localizada no município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. Algoritmos de classificação MAXVER foram utilizados em cenas Landsat 5/TM de três datas distintas: 10/05/1987, 07/09/1996 e 20/10/2009. Os resultados obtidos a partir da análise temporal das imagens de satélite demonstraram significativo aumento na cobertura vegetal na área de estudo. Essa expansão pode estar ligada à desativação das Minas do Camaquã, a qual deixou de ser explorada no ano de 1996.

Palavras-chave: Classificação digital. MAXVER. Landsat 5.

ABSTRACT

The present work aims to quantitative and qualitatively analyze the ways of use and land cover in the area of mineral exploitation at Mines of Camaquã, located in *Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul*. MAXVER classification algorithms were used in Landsat 5/TM scenes from three different dates: 10/05/1987, 07/09/1996 and 20/10/2009. The results obtained from the temporal analysis of satellite images showed a significant increase in vegetation cover in the study area. This expansion may be linked to the deactivation of Mines of Camaquã which ceased to be exploited in 1996.

Keywords: Digital classification. MAXVER. Landsat 5.

1 INTRODUÇÃO

A alteração da composição florística, assim como a redução da cobertura vegetal nativa, tem sido motivada por práticas como a agropecuária, a expansão das cidades, a agricultura, a construção de estradas, os cortes seletivos de espécies para exploração

madeireira, a introdução de espécies exóticas e também pela exploração de minérios.

Os impactos ambientais gerados na mineração, segundo Taveira (2004), podem ser relacionados com os focos de erosão, devido ao processo de desgaste das rochas ou solo que se manifesta na decorrência da topografia, da vegetação e do tipo de rocha, sendo o principal

e mais característico impacto, causado pela atividade minerária, a retirada da cobertura vegetal, bem como a presença de imensas cavações e depósitos de rejeitos.

Conforme Mendes (2012), ainda que em graus variados, minas a céu aberto levam à supressão completa da vegetação na área a ser minerada, para que se tenha acesso ao minério; a vegetação também é impactada com a questão de rejeitos da escavação, que não interessam à empresa mineradora e por ela são descartados. De acordo com Ross (2001), a mineração a céu aberto abrange grandes áreas, que resultam em extensas marcas no relevo e volumosas quantidades de rejeitos de minério, acentuando a deterioração do cenário paisagístico.

A poluição da água pode ser evidenciada pelo depósito de rejeitos, que são materiais retirados da natureza sem expressivo valor econômico, que acabam contaminando os corpos de água. Segundo o estudo de Laybauer (1995), foi realizada a análise das séries temporais de monitoramento da qualidade das águas da região das Minas do Camaquã - RS, evidenciando incrementos significativos, tanto das concentrações quanto dos fluxos totais da maior parte dos metais pesados, da área controle para a região sob influência da mineração. A influência desta atividade antrópica foi confirmada empregando-se um modelo baseado no balanço de massa dos fluxos de metais, considerando a segregação entre as componentes natural e antrópica (LAYBAUER; BIDONE, 1998).

Na região abrangida pelas Minas do Camaquã, evidencia-se a exploração econômica da mineração de cobre, tendo o ouro e a prata como subprodutos (BRUCH, 2006).

Diante do exposto, uma das questões reside em como monitorar a dinâmica de uso e ocupação de uma área mineradora em deterioração antrópica. O sensoriamento remoto já se consolidou como uma ferramenta potencial para estudos de monitoramento ambiental. Constitui uma ciência que permite a aquisição de dados de forma global, confiável, sendo estes dados de grande importância para

o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação de uma dada região (ROSA, 2003).

O uso de fotografias aéreas e a disponibilização de imagens de satélites ampliaram as possibilidades de análise das condições da cobertura vegetal (PONZONI, 2001), que se constitui hoje num dos mais importantes papéis do sensoriamento remoto sobre os ecossistemas naturais (ACCIOLY et al., 2002).

Esses estudos permitem o conhecimento e o controle da dinâmica das alterações, além de depender de comparações de levantamentos e qualificações efetuadas em diferentes períodos, ou seja, o monitoramento, no qual é feita uma comparação entre mapas elaborados a partir de imagem que permitem inferências retrospectivas na análise de séries temporais para o conhecimento de razões históricas que deram origem às modificações eventualmente constadas no presente (KRONKA et al., 2005).

A intervenção humana na área de estudo pode ser identificada pela degradação ambiental e pelo uso inadequado das áreas, exigindo, assim, uma revisão da relação que o homem mantém com a natureza, que por muito tempo vem alterando-a e provocando desequilíbrios pelos impactos ambientais decorrentes da atividade da mineração, modificando os aspectos da fauna e da flora local.

O objetivo deste trabalho é analisar, de forma quantitativa e qualitativa, o uso e cobertura da terra na região de exploração mineral das Minas do Camaquã, localizada no município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul.

1.1 Características da área de estudo

Minas do Camaquã constitui uma pequena vila situada no 3º distrito do Município de Caçapava do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Localiza-se entre as coordenadas 30°55'40,28" e 30° 58'56,17" de latitude Sul e 53°28'14,51" e 53°24'12,54" de longitude Oeste (Figura 1).

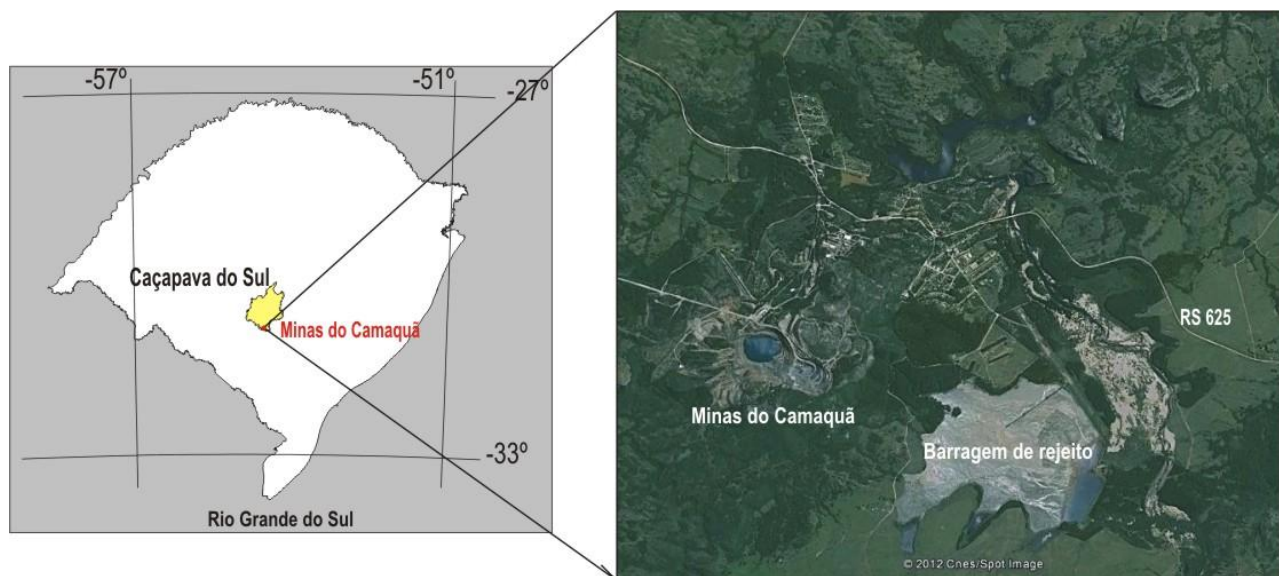


Figura 1: Localização das Minas do Camaquã no município de Caçapava do Sul - RS e sua visão geral sobre a imagem do satélite Spot de 17/04/2008.

Fonte: Google Earth (2012).

O município de Caçapava do Sul, por sua vez, situa-se entre as coordenadas 30° 30' 43" e 30° 31' 26" de latitude Sul e 53° 29' 27" e 53° 29' 34" de longitude Oeste. Sua população total compreende 33.235 habitantes,

1.1.1 Aspectos históricos

Os principais eventos acontecidos no decorrer de mais de um século de atividade extrativa, nas Minas do Camaquã, estão reunidos nos trabalhos de Teixeira et al. (1978); Teixeira e Gonzalez (1988) e Harres (2000).

A descoberta de minério de cobre na região deu-se em 1865 por mineiros ingleses que garimpavam ouro em Lavras do Sul, cidade vizinha de Caçapava do Sul, sendo que a primeira galeria foi aberta pelo Engenheiro H. Blood, explorando então o minério filoneado com altos teores de cobre, entre os anos de 1870 e 1887. A partir desse momento, sucedem-se vários ciclos de exploração mineral. Entre eles tem-se o ciclo alemão, o belga, o do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, o da Laminação Nacional de Metais, o do Governo Federal, com sua subsidiária do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e, por fim, o *holding* formado por funcionários em 1988, e

segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), possui como base de sua economia o setor primário, destacando-se a pecuária, a agricultura, a indústria e a mineração.

encaminhamento para o fechamento da empresa em 1996.

1.1.2 Aspectos fisiográficos

O clima na região das Minas do Camaquã, segundo a classificação de Rossato (2011), é subtropical, chove entre 1200 e 1500 mm anuais, distribuídos em 80 e 100 dias de chuva. A temperatura média anual varia entre 17 e 20 °C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11 e 14 °C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 20 e 26 °C.

A vegetação predominante da região da Serra do Sudeste, onde estão localizadas as Minas, caracteriza-se por mosaicos de floresta e campo, sendo as florestas desenvolvidas junto às faixas ciliares de rios e arroios (TRINDADE; BORBA, 2011).

Segundo Boldrini (1997), a vegetação campestre, em geral, é rala, especialmente nas partes das encostas, onde pelo solo mais ralo

ocorre uma alta percentagem de solo descoberto com grande ocorrência de arbustos.

2 METODOLOGIA

2.1 Processamento digital das imagens Landsat 5, sensor TM

O processamento digital compreendeu a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor observação das feições de interesse nas imagens (NOVO, 1998; JENSEN, 2009). Para execução do trabalho, foram obtidas as imagens digitais através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2012) e, posteriormente, importadas em um banco de dados espaciais do SPRING 5.1.6 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas).

Foram interpretadas imagens da série Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM), a órbita-ponto no sistema de referência WRS (*World Reference System*) é 222-081, com resolução espacial 30 metros, de 10/05/1987, 07/09/1996 e 29/10/2009. As cenas utilizadas não são da mesma data devido à indisponibilidade de imagens gratuitas com cobertura de 0% de nuvens, no quadrante referente à área de estudo.

Podem ser elaboradas distintas combinações de bandas TM durante o seu processamento digital, o qual se constitui na manipulação e análise de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo sejam também imagens (RECHIUTI, 1996). Nessa etapa, foram então elaboradas as seguintes composições coloridas RGB (Red, Green e Blue), mostradas nas Figuras 2, 3 e 4, a partir das bandas espectrais, conforme DGI (2012):

Bandas 1, 2 e 3: imagens em "cor natural", com boa penetração na água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas. O solo exposto aparece na tonalidade bege.

Bandas 2, 3 e 4: define melhor os limites entre o solo e a água, ainda mantendo algum detalhe em águas pouco profundas, e mostrando as

diferenças na vegetação que aparece em tonalidades de vermelho.

Bandas 3, 4 e 5: mostra mais claramente os limites entre o solo e a água, com a vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades de verde e rosa.

Para a análise da evolução da cobertura e do uso da terra por meio da classificação digital, foram definidas as classes temáticas descritas na Tabela 1.

2.2 Classificação digital das imagens

O processo de classificação consiste na extração de informações das imagens, sendo muito utilizado na confecção de mapas temáticos; através dela, busca-se identificar e reconhecer objetos e padrões existentes em determinada área de estudo. O resultado final de uma classificação é um mapa temático, no qual um grupo de *pixels* é definido como pertencente a uma determinada classe (VENTURIERE; SANTOS, 1998).

Crósta (1992) afirma que classificar imagens de sensoriamento remoto é associar a cada *pixel* uma informação qualitativa (atributo), na qual os valores de nível de cinza que cada *pixel* possui podem ser associados à refletância dos materiais que compõem o terreno, estando cada *pixel* ou conjunto de *pixels* associados a uma classe ou tema. Um processo auxiliar à classificação de imagens é a categorização ou rotulação dos valores dos níveis de cinza, que é feita utilizando-se algoritmos estatísticos de programas computacionais para o reconhecimento de padrões espectrais.

De acordo com o algoritmo utilizado neste procedimento, a classificação é dita supervisionada ou não supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a fase de classificação propriamente dita (MOREIRA, 2003).

Utilizou-se o método MAXVER para classificação supervisionada; ele estima o vetor médio da matriz de variância e covariância de cada classe, assumindo-se que a frequência de distribuição dos *pixels* de cada classe possua probabilidade de distribuição normal (MATHER, 1999).

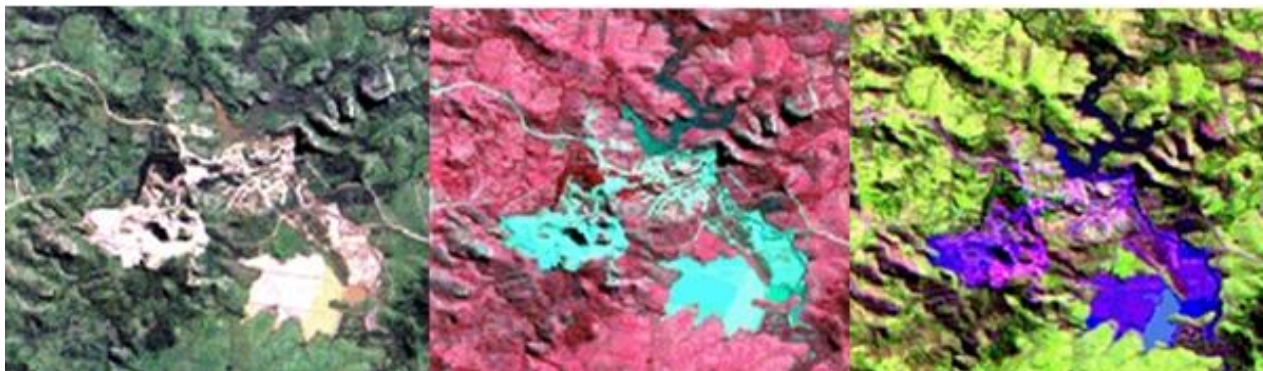


Figura 2: Composições sintéticas das bandas RGB 321, RGB 432 e RGB 543 de 10/05/1987

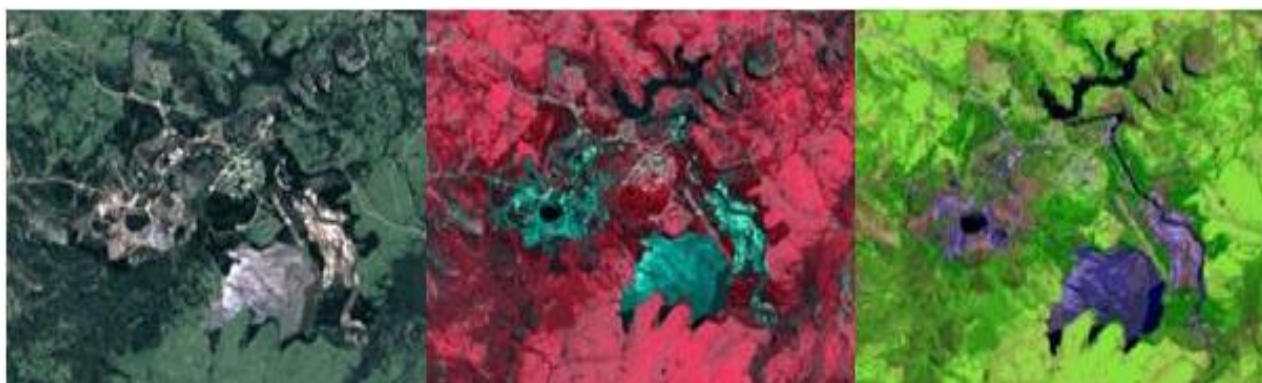


Figura 3: Composições sintéticas das bandas RGB 321, RGB 432 e RGB 543 de 07/09/1996

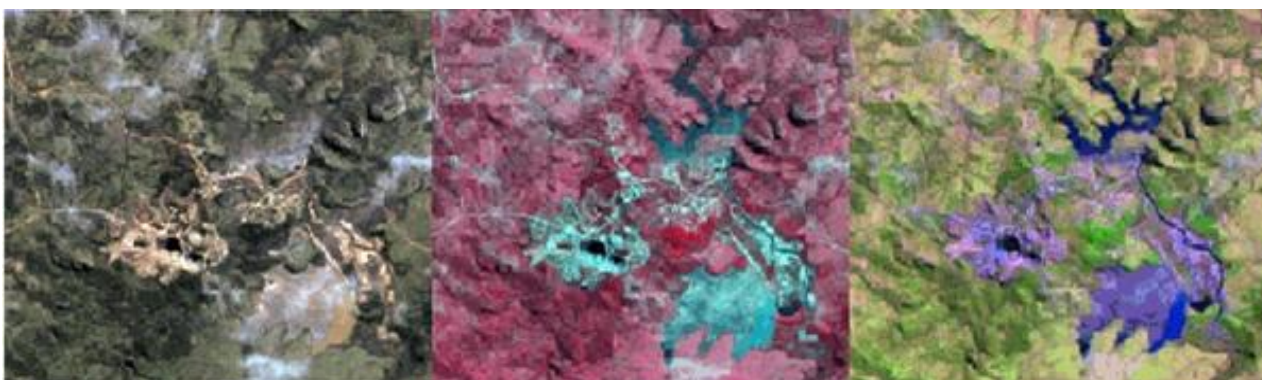


Figura 4: Composições sintéticas das bandas RGB 321, RGB 432 e RGB 543 de 29/10/2009

Conforme Moreira (2003), nesse método, a fase de treinamento é fundamental para fornecer um conjunto de *pixels* representativo de cada alvo na imagem. Os *pixels* escolhidos devem representar fielmente suas respectivas classes.

Durante a fase de treinamento, para coletar as amostras de floresta e de campo, foram utilizadas as composições RGB 432; quanto às amostras de solo exposto, água e rejeito, foram utilizadas as composições RGB 543 das diferentes datas.

Após a classificação, as imagens foram recortadas para o cálculo das áreas das classes quantificadas para os anos de 1987, 1996 e 2009. Esta operação foi feita após o recorte das imagens, tendo em vista que o objetivo da pesquisa se restringe ao entorno e às Minas do Camaquã.

Para avaliar a qualidade dos resultados obtidos na classificação digital, utilizou-se o índice Kappa, que avaliou a concordância das amostras obtidas na fase de treinamento, cujos limiares de referência são mostrados na Tabela 2.

Tabela 1- Descrição das classes temáticas observadas na região das Minas do Camaquã, Caçapava do Sul

Classe	Descrição
Água	Compreende açudes, barragens e canais fluviais, podendo aparecer também, em alguns casos, áreas cobertas com água para o cultivo do arroz.
Campo	Vegetação nativa composta de gramíneas.
Solo exposto	Áreas de terra preparadas para o cultivo, áreas de voçorocas e ravinas provocadas por processos erosivos e ainda afloramento de rochas.
Floresta	Formações florísticas de porte arbóreo, nas quais as florestas nativas são as de ocorrência natural, localizadas geralmente nas áreas de encosta, as matas ciliares encontradas ao longo da rede de drenagem, e ainda florestas implantadas com espécies exóticas.
Rejeito	Decorrentes do processo de beneficiamento e da deposição de materiais estéreis, ou inertes, não aproveitáveis, proveniente do decapeamento superficial.

Tabela 2: Valores de referência para o índice Kappa

Índice Kappa	Concordância
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito Boa
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977, p. 165)

O Kappa é considerado uma medida de precisão associada à matriz de erro, leva em conta todos os seus elementos e não apenas aqueles que se situam na diagonal principal da matriz de erro (GRONDONA, 2009).

A confiabilidade da matriz de erros depende da amostragem, do registro e conhecimento, é importante que a amostra de treinamento seja homogênea e representativa da classe de interesse, sendo calculada pela seguinte relação (CONGALTON; GREEN, 1998):

$$K = \frac{X \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{X^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}$$

Em que:

K = coeficiente Kappa de concordância;

N = quantidade total de pontos amostrais;

r = número de linhas da matriz de erro;

x_{ii} = valor na linha i e coluna i;

x_{i+} = soma da linha i;

x_{+i} = soma da coluna i.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a metodologia proposta, foi realizado o mapeamento e a quantificação das classes temáticas de uso e cobertura da terra na área de estudo, possibilitando uma análise das mudanças ocorridas no entorno e nas Minas do Camaquã no período de 22 anos.

Para os resultados da classificação digital das imagens de 1987, obteve-se um índice Kappa igual a 1,0. Para as classificações de 1996 e 2009, o índice Kappa foi estimado em 1,0 e 0,99, respectivamente. Tais concordâncias são consideradas excelentes, conforme Landis e Koch (1977).

Nas Figuras 5, 6 e 7, observa-se os mapas temáticos gerados para os anos de 1987, 1996 e 2009, respectivamente. Nestes mapas é possível observar mudanças significativas na distribuição espacial destas classes, decorridas no intervalo analisado.

Após a classificação digital, obteve-se a quantificação das classes temáticas para os anos de 1987, 1996 e 2009 (Tabela 3) e,

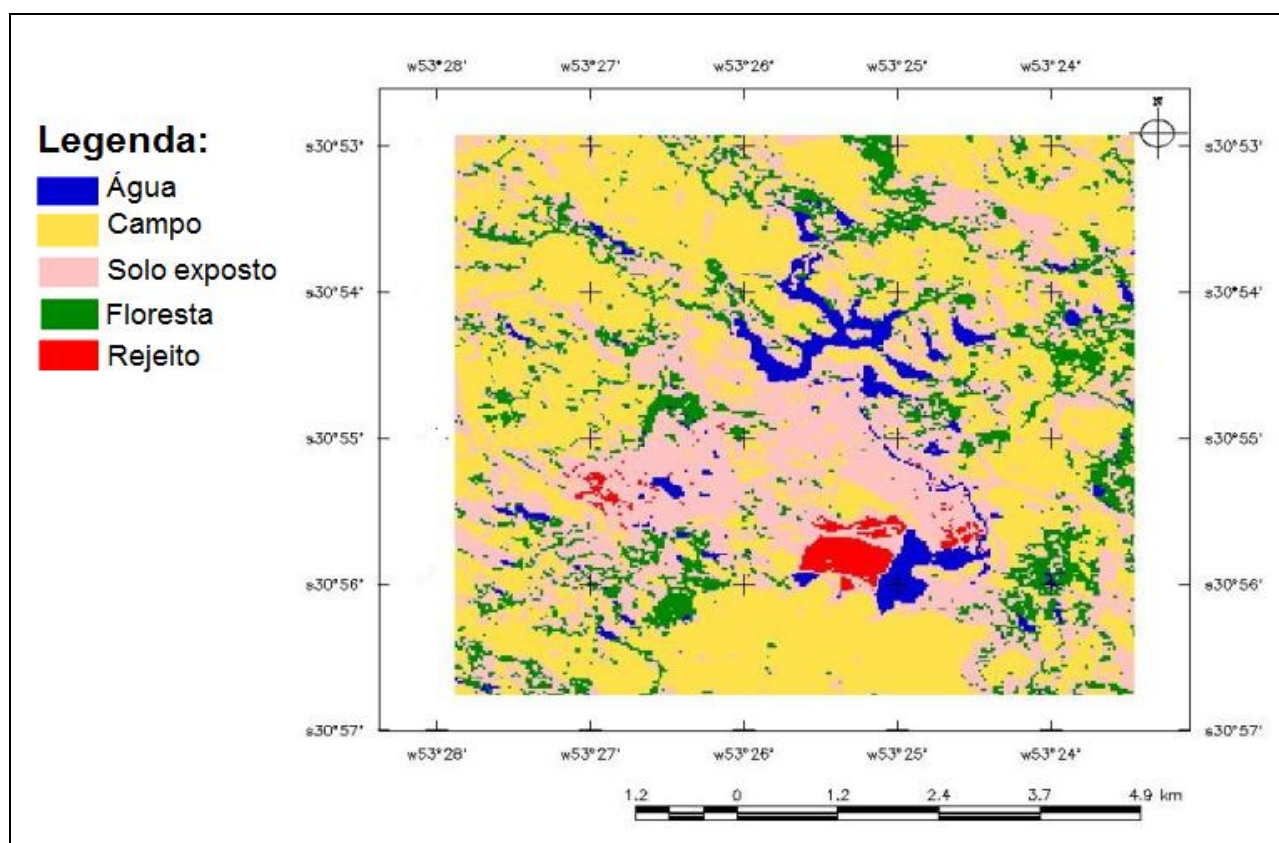


Figura 5: Mapa temático de uso e cobertura da terra na região das Minas do Camaquã em 10/05/1987

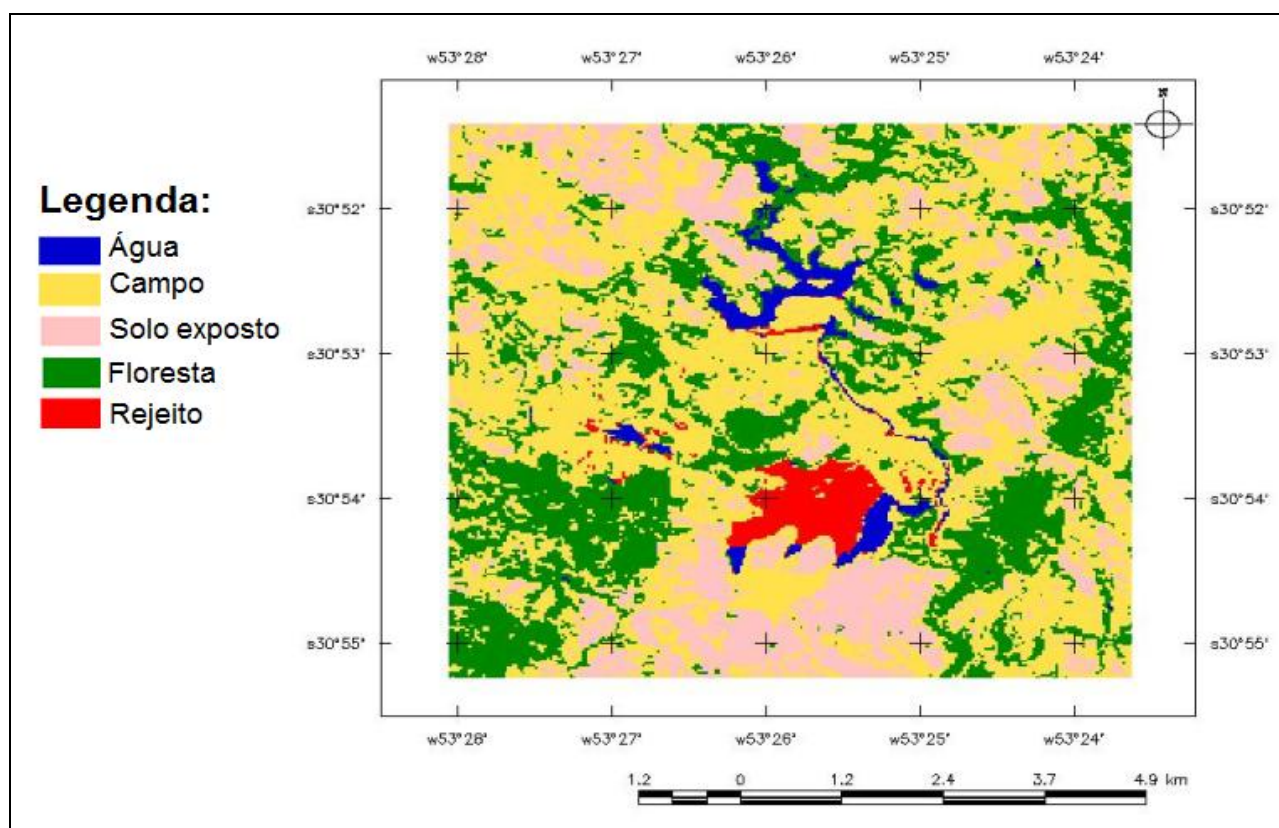


Figura 6: Mapa temático de uso e cobertura da terra na região das Minas do Camaquã em 07/09/1996

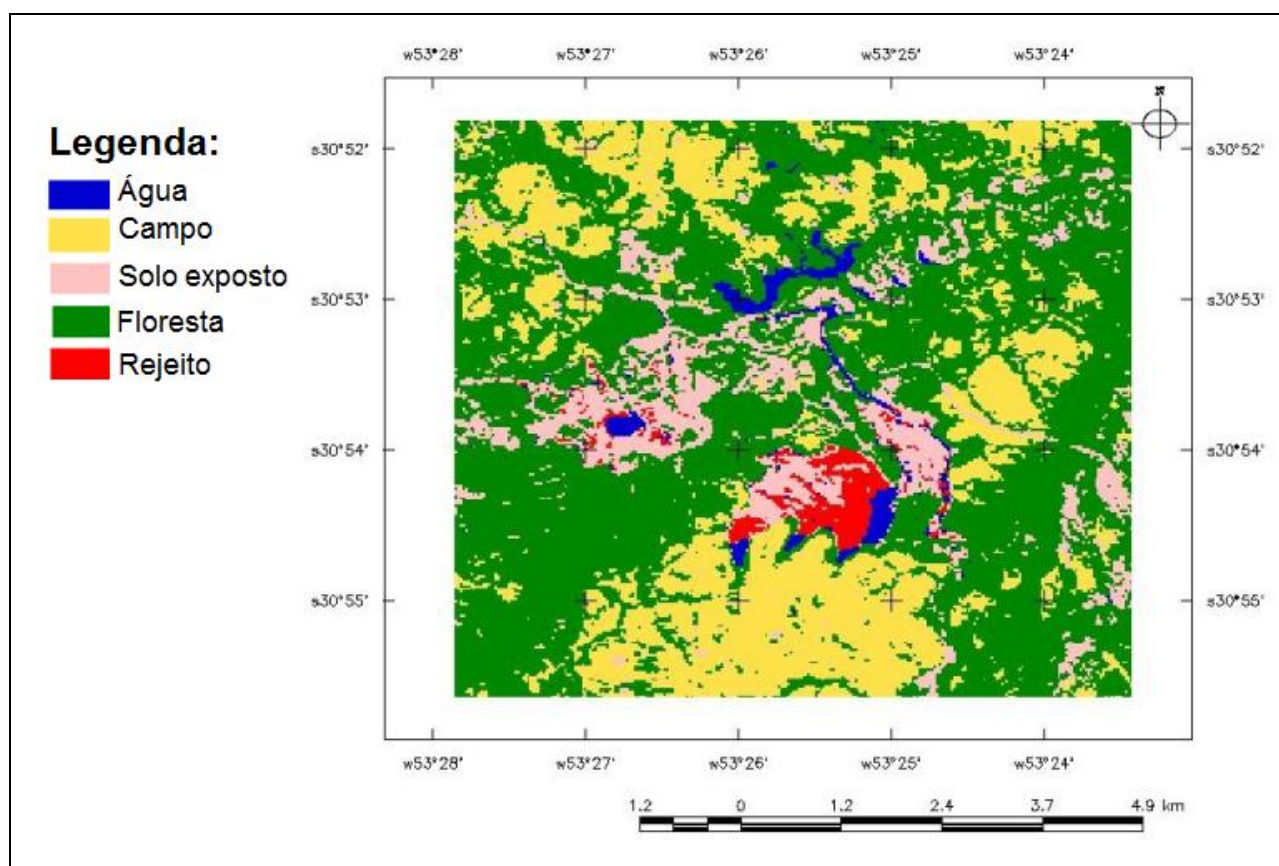


Figura 7: Mapa temático de uso e cobertura da terra na região das Minas do Camaquã em 29/10/2009

Tabela 3: Quantificação das classes temáticas na região das Minas do Camaquã em 10/05/1987, 07/09/1996 e 29/09/2009

Classe Temática	Área (ha) 1987	Área (ha) 1996	Área (ha) 2009
Água	237,15	145,54	111,87
Campo	2.717,01	2.951,90	1.474,11
Solo exposto	2.038,41	1.028,70	741,96
Floresta	723,96	1.512,53	3.352,14
Rejeito	81,99	159,85	118,44
Total	5.798,52	5.798,52	5.798,52

Tabela 4: Quantificação das classes temáticas entre os anos de 1987 e 1996, 1996 e 2009 e entre 1987 e 2009

Classe Temática	Variação em área (ha)		
	1987-1996	1996-2009	1987-2009
Água	-91,61	-33,67	-125,28
Campo	234,89	-1.477,79	-1.242,9
Solo exposto	-1009,71	-286,74	-1.296,45
Floresta	788,57	1.839,61	2.628,18
Rejeito	77,86	-41,41	36,45

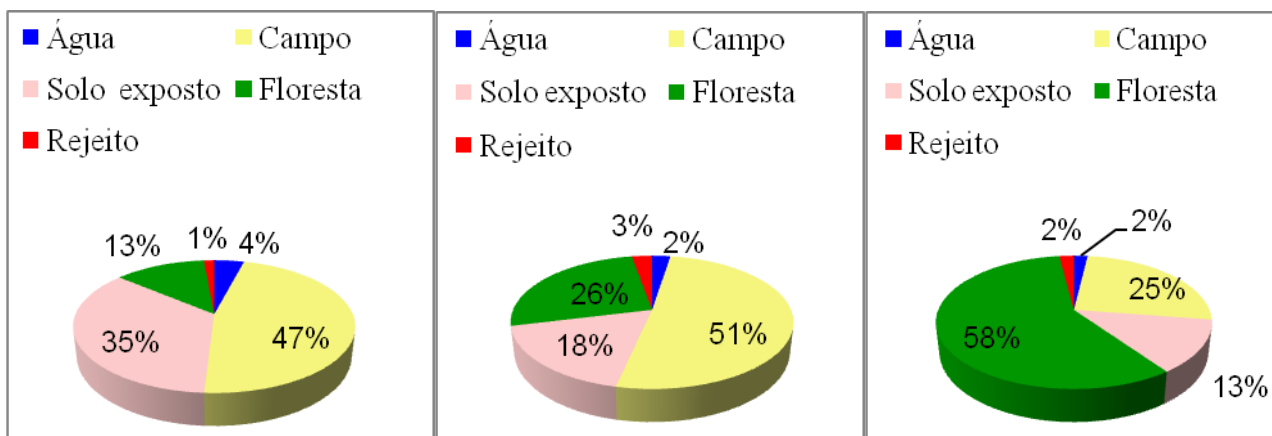


Figura 8: Evolução percentual das classes temáticas na região das Minas do Camaquã entre 10/05/1987, 07/09/1996 e 29/09/2009

posteriormente, calculou-se a variação em área (ha) entre os dois períodos (Tabela 4).

A Figura 8 apresenta o percentual de evolução das classes temáticas e sua contribuição em relação à totalidade da área de estudo ao longo do período.

Durante o período de 22 anos, mudanças significativas ocorreram em todas as classes temáticas analisadas. Em relação às classes água e rejeito, embora as alterações analisadas sejam em áreas pequenas, as mesmas mostram-se bastante expressivas. Essas categorias são as que mais afetam o meio ambiente, pela contaminação da água através dos rejeitos e produtos usados para o beneficiamento do minério.

Com a desativação das Minas do Camaquã, ocorrida no ano de 1996, foi possível perceber um aumento considerável da área florestal, esse acréscimo é ainda mais importante ao fim do período, no ano de 2009.

As classes campo e solo exposto diminuíram no ano de 2009; entretanto, em 1996, somente a classe campo teve um aumento expressivo pois, com a desativação da mineradora, o campo avançou sobre o solo exposto.

A falta de informações sobre as restrições de uso da terra e o planejamento adequado da sua utilização tem ocasionado frequentes impactos negativos ao meio ambiente.

Os principais problemas relacionam-se com a utilização inadequada dos seus recursos naturais, sem considerar a legislação vigente e

as limitações de uso da terra no processo de planejamento.

4. CONCLUSÃO

Com o mapeamento das classes temáticas (água, campo, solo exposto, floresta e rejeito), foi possível verificar, de forma quantitativa e qualitativa, o modo como a área do entorno e das Minas do Camaquã teve sua paisagem modificada ao longo do tempo, devido à suspensão das atividades exploratórias.

Nesse sentido, a metodologia utilizada permitiu definir que houve a recomposição dos recursos naturais ao longo do período. O presente trabalho pode servir como fonte de consulta para novas pesquisas que visem o monitoramento espaço-temporal dessa área de estudo, seja para análise da vegetação ou para avaliação dos recursos minerais.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, L. J. O. et al. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/LANDSAT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 492-498, 2002.
- BOLDRINI, I. L. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de**

Biociências, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997.

BRUCH, A. F. **Impactos sócio-ambientais causados pela deposição de rejeitos de mineração na localidade de Minas do Camaquã, Caçapava do Sul/RS**. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/CH_00478.rtf.<http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/tm.html>>. Acesso: jan. 2012.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1998.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Unicamp, 1992.

GOOGLE EARTH. 2012. Disponível em: <<http://www.googleearth.com.br>>. Acesso em: jul. 2012.

GRONDONA, A. E. B. Avaliação da acurácia dos classificadores de máxima verossimilhança, mínima distância euclidiana e isodata na classificação de imagens da região do Pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, CORUMBÁ, 2., 2009. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 433-442.

HARRES, M. M. Minas do Camaquã (Caçapava do Sul - RS): a exploração do cobre no Rio Grande do Sul. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (Ed.). **As Minas do Camaquã**. São Leopoldo: Unisinos, 2000. p. 21-53.

IBGE. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jan. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagens. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>. Acesso em: jan. 2012.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

KRONKA, F. J. N. et al. Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE / SELPER, 2005. Disponível em: <<http://www.itid.inpe.br/sbsr2005>>. Acesso em: jul. 2012.

LAYBAUER, L. **Análise das transferências de metais pesados em águas e sedimentos fluviais na região das Minas do Camaquã, RS**. 1995. 164 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 1995.

LAYBAUER, L.; BIDONE, E. D. Mass balance estimation of natural and anthropogenic heavy metal fluxes in streams near Camaquã Copper Mines, Rio Grande do Sul, Brazil. In: WASSERMAN, J. C.; SILVA-FILHO, E. V.; VILLAS-BOAS, R. (Ed.). **Environmental geochemistry in the tropics**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 127-137.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, New York, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.

MENDES, P. A. B. O impacto da mineração na água. **GTÁguas: a Revista das Águas**, Brasília, DF, v. 6, n. 11, 2012. Disponível em: <<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-atual/materias/impacto-da-mineracao-na-agua>>. Acessado em jan. 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENEZES, P. R.; NETO, J. S. M. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância nos alvos naturais**. Brasília, DF: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 157-199.

RECHIUTI, L. V. **Processamento de imagens digitais**. São José dos Campos: INPE - CTA, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia: UFU, 2003.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: USP, 2001.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2011.

TAVEIRA, L. C. **Impacto ambiental da mineração**. In: HOMMES, V. S. Julgar: percepção do impacto ambiental. São Paulo: Globo, 2004.

TEIXEIRA, G. et al. Contribuição ao estudo das mineralizações cupríferas disseminadas no Distrito das Minas do Camaquã. In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Natal: SBG-Núcleo Nordeste, 1978. v. 4, p. 1644-1654.

TEIXEIRA, G.; GONZALES, M. Minas do Camaquã, Município de Caçapava do Sul, RS. In: SHOBENHAUS, C. (Ed.). **Principais depósitos minerais do Brasil: metais básicos não ferrosos, ouro e alumínio**. Brasília, DF: DNPM, 1988. v. 3, p. 34-40, 1988.

TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S. **O manejador e a conservação dos ecossistemas campestres**. In: O BIOMA Pampa:

contribuições Científicas. Bagé: Ediurcamp, 2011. p. 72-83.

VENTURIERE, A.; SANTOS, J. R. dos. Técnicas de classificação de imagem para análise da cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org.). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 1998. p. 351-371.

Data de submissão: 16.04.2012

Data de aceite: 22.08.2012

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.