

Prognose dos Componentes ambientais utilizando-se Fotografias aéreas

Prof. M.Eng. Roque A. Sánchez Dalotto ¹
Prof. Dr. Carlos Loch ²

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Cx. Postal 476 - Campus Universitário
88040-900 Florianópolis SC, Brasil

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
✉ sanlotto@hotmail.com

² Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento
✉ loch@ecv.ufsc.br

| | |
|-----------------|--|
| Conteúdo | <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterização da Área estudada 2. Objetivo 3. Material 4. Método 5. Resultados 6. Conclusões 7. Referência Bibliográfica |
|-----------------|--|

Resumo: No município de Siderópolis, estado de Santa Catarina, Brasil, conjugam-se antagonicamente situações ambientais críticas a partir da exploração de carvão mineral com políticas firmes de recuperação da paisagem. Estas situações, combinadas com as atividades rurais preexistentes na região, determinaram um âmbito complexo no qual aplicou-se um estudo de prognose baseado em séries históricas de fotografias aéreas para conhecer as tendências de quatro componentes ambientais. Analisou-se a variação da cobertura arbórea do solo e a ocupação por mineração, quantificando-se a área ocupada em 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996, datas correspondentes aos vãos aerofotográficos disponíveis. Analisou-se a variação no comprimento e forma da rede hidrográfica e da rede viária, quantificando-se as relações entre os componentes das mesmas para as datas citadas. Considerando o critério que prognosticar é deduzir a partir do que já aconteceu, prognosticaram-se as situações dos componentes ambientais estudados para a década posterior à última análise (1996-2006).

Palavras chave: prognóstico – componentes ambientais – fotografias aéreas - Brasil

1. Caracterização da Área estudada

A área estudada encontra-se no município de Siderópolis, estado de Santa Catarina, Brasil. Está limitada aproximadamente pelas coordenadas geográficas 28°33'S e 28°37'S em latitude e 49°22'W e 49°28'W em longitude, cobrindo um setor de 4' por 6'. Na latitude meia da área, este setor de 4' por 6' representa aproximadamente 7,4Km no sentido Norte-Sul por 9,8Km no sentido Leste-Oeste.

A população urbana do município é 9.349 habitantes, e a rural, 4.241 habitantes. A área está localizada na unidade de relevo das Depressões Periféricas da Bacia do Paraná, caracterizada pelo clima temperado, com solos correspondentes aos podzólicos vermelho-amarelos e terra roxa estruturada. A estrutura geológica corresponde à Cobertura Sedimentar Gonduânica, Formação Rio Bonito. Incluída na região fitogeográfica da Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica, apresenta grandes áreas sob o controle das leis federais e estaduais de preservação. A rede hidrográfica tem relação com o Atlântico, formando parte da Bacia Sudeste do Brasil.

2. Objetivo

O objetivo da pesquisa foi determinar a evolução espaço-temporal da vegetação arbórea, mineração, hidrografia e rede viária na área de estudo entre 1957 e 1996, prognosticando as tendências destes componentes ambientais para a década posterior à última análise (1996-2006).

3. Material

O estudo baseou-se no aproveitamento e aplicação de séries temporais de fotografias aéreas disponíveis em diferentes organismos, abrangendo a área de estudo.

Vãos fotogramétricos utilizados na área de estudo

As fotografias aéreas analisadas foram 38, correspondentes aos vãos feitos durante os anos 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996.

Na Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul (SEDEIM), Diretoria de Geografia, Cartografia e Estatística, na cidade de Florianópolis, Brasil, foram disponibilizadas as fotografias aéreas correspondentes aos vãos realizados nos

anos 1957, 1966 e 1978. No Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (LFSRG) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, Brasil, foram disponibilizadas as fotografias aéreas dos vôos realizados em 1992 e 1996.

Vôo fotogramétrico preto e branco ano 1957

Planejado originalmente em escala 1:25.000. As fotografias disponíveis foram dez: N°259, N°260, N°261, N°262, N°263, N°264, N°275, N°276, N°277 e N°278. Pela falta dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, distância focal, hora e data do levantamento. Foram utilizadas na análise da situação as fotos N°260, N°261, N°262 e N°263.

Vôo fotogramétrico preto e branco ano 1966

Planejado originalmente em escala 1:60.000. As fotografias disponíveis foram três: N°63177, N°63178 e N°63179. Também pela falta dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, distância focal, hora e data do levantamento. Não foi possível obter informação da sensibilidade espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. Foram utilizadas na análise da situação todas as fotos.

Vôo fotogramétrico preto e branco ano 1978

Planejado originalmente em escala 1:25.000. As fotografias disponíveis foram oito: N°21120, N°21121, N°21122, N°21162, N°21163, N°21164, N°21165 e N°21166. Pela falta dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, distância focal, hora e data do levantamento. Não foi possível obter informação da sensibilidade espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. Foram utilizadas na análise da situação as fotos N°21162, N°21163, N°21164 e N°21165.

Vôo fotogramétrico infravermelho colorido ano 1978

Planejado originalmente em escala 1:45.000. As fotografias disponíveis foram seis: N°24692, N°24693, N°24694, N°24725, N°24726 e N°24727. Do mesmo modo que nos vôos anteriores, a falta dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, distância focal, hora e data do levantamento. Não foi possível obter informação da sensibilidade ou janela espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. O equipamento utilizado foram câmaras Carl Zeiss.

Embora com muitos problemas de exposição, principalmente nos cantos das fotografias, o infravermelho colorido era na data do vôo um produto muito difícil de trabalhar pela sua sensibilidade às mudanças térmicas. Trata-se de um levantamento muito interessante pelas suas características espectrais para fotointerpretação. A falta de informação sobre a janela espectral utilizada não permitiu realizar uma análise temática a partir das assinaturas dos elementos nas fotografias. Foram utilizadas na análise da situação as fotos N°24725, N°24726 e N°24727.

Vôo fotogramétrico preto e branco ano 1992

Planejado originalmente em escala 1:20.000. As fotografias disponíveis foram 4: N°5358, N°5360, N°5398 e N°5400. Pela falta dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, hora e data do levantamento. Não foi possível obter informação da sensibilidade espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. O equipamento utilizado foi uma câmara Wild RC-8 com objetiva UAg 1040 de 151,67mm de distância focal. O levantamento foi feito pela empresa Aerocarta. Foram utilizadas na análise da situação todas as fotos.

Vôo fotogramétrico preto e branco ano 1996

Planejado originalmente em escala 1:30.000. As fotografias disponíveis foram 4: Linha 02 N°10, Linha 02 N°12, Linha 03 N°10 e Linha 03 N°11. O equipamento utilizado foi uma câmara Wild RC-8 com objetiva UAg 336 de 152,67mm de distância focal. Segundo os registros marginais, a altura de vôo oscilou entre 4547m e 4548m. A escala meia foi 1:28.500 para estas fotografias (200m altitude meia do terreno). O levantamento foi feito pela empresa Aerocarta de São Paulo em junho de 1996. As fotografias utilizadas foram tomadas entre as 10:02 a.m. e 10:22 a.m. Não foi possível obter informação da sensibilidade espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. Foram utilizadas na análise da situação todas as fotos.

Durante este levantamento, a área foi fotografada também em escala 1:5.000, utilizando o mesmo equipamento. As fotografias disponíveis foram 3: Linha 05 N°7, Linha 05 N°9 e Linha 05 N°11. Pela ilegitimidade dos registros marginais, não foi possível determinar altura de vôo, hora e data do levantamento. Não foi possível obter informação da sensibilidade espectral do filme e filtros utilizados na tirada das fotografias. Foram utilizadas na análise da situação todas as fotos.

4. Método

O método constituiu-se em duas etapas: a fotointerpretação das séries 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996 e a elaboração dos modelos de prognose para determinação de tendências.

Fotointerpretação das séries 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996

Realizou-se a interpretação das séries históricas de fotografias aéreas. Esta atividade teve duas formas: fotointerpretação visual clássica e processamento digital. A primeira forma esteve orientada à determinação qualitativa dos elementos da paisagem. A segunda, orientou-se aos aspectos quantitativos ou métricos das fotografias aéreas.

Fotointerpretação visual

A fotointerpretação visual clássica realizou-se baseada na análise estereoscópica, pelo fato das feições naturais e as atividades antrópicas da área, estarem condicionadas à variação altimétrica produzidas pela mineração. A possibilidade de efetuar estereoscopia no monitor de modo eficiente e econômico não está disponível na atualidade ao usuário de equipamentos convencionais. Só a digitalização em duas dimensões no monitor foi acessível, fato pelo qual adotou-se a análise estereoscópica convencional, considerando que a variável altimétrica tem influência em pesquisas ambientais, e deve ser adequadamente atendida.

O procedimento utilizado consistiu na exploração estereoscópica das fotografias aéreas utilizando estereoscópio de bolso, com transposição simultânea dos resultados as fotografias aéreas georreferenciadas mediante digitalização no monitor ou *on-screen*. Geraram-se vistas dentro de um ambiente de Sistema de Informação Geográfica, com as correspondentes bases de dados.

Para atingir o objetivo, foram identificadas em cada série de fotografias aéreas disponíveis as seguintes feições:

a) COBERTURA DO SOLO

1. Área ocupada com cobertura arbórea composta por espécies nativas e/ou exóticas. Pelo fato que na escala de fotografias aéreas utilizadas estes tipos de coberturas arbóreas apresentam textura similar, não foi possível distinguir entre unidades compostas de nativas ou exóticas exclusivamente.
2. Área ocupada com cobertura arbórea homogênea. Trata-se de unidades que apresentam padrão de textura e tono homogêneos, o que permitiu o seu reconhecimento.
3. Área ocupada com cobertura arbórea de espécies pioneiras sobre rejeito e estéril da mineração. Estas unidades encontram-se formadas principalmente por Eucaliptus sp. sobre cobertura removida, rejeitos e depósitos de estéril de mineração, o que facilitou a fotointerpretação.

b) MINERAÇÃO

1. Cobertura removida. Corresponde às áreas que apresentam lavras a céu aberto, com atividade de mineração francamente estabelecida.
2. Cobertura preparada. Corresponde às áreas nas quais desenvolver-se-ão atividades de mineração a céu aberto. Este preparo do terreno era exigida pelo método de exploração utilizando equipamentos tipo "drag-in-line".
3. Lagos artificiais. Estas unidades são vestígios típicos dos setores com mineração a céu aberto, colmatadas principalmente com águas pluviais.

c) HIDROGRAFIA

1. Cursos principais. Corresponde ao canal principal do rio Fiorita, com vazão permanente na área de estudo.
2. Cursos secundários. Correspondem aos tributários estacionais detectados na fotointerpretação a partir de observação direta ou inferência mediante o padrão da vegetação ciliar.

d) VIAS DE COMUNICAÇÃO

1. Estradas principais. As estradas principais foram determinadas a partir do reconhecimento das vias com maior largura, visando concordância com os dados de campo e cartografia antecedente.
2. Estradas secundárias. Correspondem todas as estradas restantes que foram detectadas e fotointerpretadas nas fotografias aéreas. Incluem-se as estradas de serviço nas áreas de mineração e as de saída das unidades produtivas de recursos florestais.
3. Estradas de ferro. Corresponde a um trecho da estrada de ferro de bitola larga (1.40m), entre Criciúma e Treviso.

Embora outras chaves de interpretação poderiam ser utilizadas, estas feições foram elegidas pelo fato de serem determinantes na análise da paisagem estudada. Não sendo o objetivo da pesquisa aprofundar em fotointerpretação, foi utilizado um número restrito de classes nas quais fosse possível realizar determinações das feições com segurança.

Não foi possível determinar o Cadastro de Imóveis, tanto por levantamentos antecedentes específicos quanto por trabalhos de campo atuais.

Processamento digital séries 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996

O processamento digital atendeu os aspectos quantitativos e métricos das fotografias aéreas utilizadas, tais como georreferenciação e projeção. Consistiu inicialmente na conversão da informação analógica das fotografias aéreas ao meio digital, realizada mediante *scannerização* das mesmas. A resolução utilizada foi de 71µm (360 pontos por polegada).

Elegeram-se esta resolução pelo fato que a mesma permite detectar as feições a interpretar, não gerando arquivos que apresentem dificuldade de manejo no processamento por seu tamanho.

Gerou-se um arquivo por cada foto *scannerizada*. O formato de saída elegido foi tif (*tag image format file*), pelo fato de não produzir degradação por compressão, além de estar difundido e ser aceitado pela maior parte dos programas de processamento de imagens.

Posteriormente à obtenção dos arquivos, foi preciso relacioná-los independentemente a um sistema de coordenadas gerais e unificar o sistema de projeção, com a finalidade de tornar comparáveis geometricamente os produtos obtidos em diferentes escalas, datas e pontos de exposição.

A projeção aplicada ao material fotográfico em formato digital foi Mercator Transversa Universal fuso 22 hemisfério sul. Para isto utilizou-se um levantamento aerofotográfico desenvolvido pela empresa Aerocarta e a Agência Japonesa de Cooperação Internacional (JICA) como fonte de coordenadas planimétricas na obtenção de pontos de controle necessários para os processos de correção geométrica. Executaram-se os módulos de remostragem e projeção cartográfica do programa de processamento de imagens, gerando arquivos tipo LAN para serem aproveitados pelo Sistema de Informação Geográfica. Finalmente, foram aplicados ajustes para homogeneizar o brilho e contraste entre as fotografias aéreas utilizando programas de processamento de imagens.

Elaboração dos modelos de prognose para determinação de tendências

Para prognosticar situações futuras em função das tendências atuais na cobertura arbórea do solo, mineração, rede hidrográfica e rede viária, utilizaram-se quantificadores espaciais próprios do GIS. Os resultados obtidos, reduzidos a base 100 em 1957, foram representados em gráficos de coordenadas cartesianas X-Y.

Procedimento para obtenção dos modelos de prognose

Para prognose da tendência na cobertura do solo, quantificou-se a área ocupada em 1957, 1966, 1978, 1992 e 1996 com cobertura arbórea composta por espécies nativas e/ou exóticas, cobertura arbórea homogênea e cobertura arbórea de espécies pioneiras sobre rejeitos e estéril.

Com a finalidade de tornar comparáveis os resultados, os valores de área correspondentes ao ano de 1957 estabeleceram-se como base 100. Para os valores de 1966, 1978, 1992 e 1996 calculou-se a variação percentual. Estes resultados foram representados em gráficos onde o eixo X corresponde o tempo t em anos, e o eixo Y, representa a variação percentual (t-%).

Para prognose da tendência na mineração, quantificou-se a área afetada por remoção de cobertura superficial para lavras a céu aberto, preparação do terreno para a mesma finalidade e lagos artificiais.

Os valores de área correspondentes a 1957 estabeleceram-se como base 100. Para os valores de 1966, 1978, 1992 e 1996 calculou-se a variação percentual. Os resultados foram representados em gráficos t-%.

Para prognose da tendência na rede hidrográfica, quantificou-se o comprimento total dos cursos principais e dos secundários. Os valores de comprimento dos cursos principais e secundários correspondentes a 1957 estabeleceram-se como base 100. Para os

valores de 1966, 1978, 1992 e 1996 calculou-se a variação percentual. Os resultados foram representados em gráficos t-%.

Para prognose da tendência na rede viária, quantificou-se o comprimento total das estradas principais e secundárias. Os valores de comprimento total das estradas principais e secundárias correspondentes a 1957 estabeleceram-se como base 100. Para os valores de 1966, 1978, 1992 e 1996 calculou-se a variação percentual. Os resultados foram representados em gráficos t-%.

Em todos os casos, partindo do critério que prognosticar é deduzir a partir das tendências atuais, a determinação das situações na década posterior à última análise (1996-2006) foi feita graficamente seguindo a pendente e forma de distribuição dos dados no período 1957-1996

5. Resultados

Resultados dos modelos de prognose

Com finalidade de tornar comparáveis os resultados obtidos para os modelos de simplificação sobre os 1200Ha considerados, os valores correspondentes a 1957 estabeleceram-se como base 100. O tempo utilizado na obtenção dos resultados para os modelos de prognose foi o maior com respeito aos outros modelos gerados.

Os resultados, expressos na Tabela 1, indicaram a variação percentual das feições quantificadas no período 1957 - 1996.

Tabela 1 : VARIAÇÃO PERCENTUAL DAS FEIÇÕES QUANTIFICADAS (1957 = BASE 100)
Processamento: Sánchez Dalotto, 2000.

| | A N O | | | | |
|---|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 1957 | 1966 | 1978 | 1992 | 1996 |
| Área Nativas + Exóticas (%) | 100.00 | 71.43 | 126.47 | 148.32 | 189.92 |
| Área Reflorestamento (%) | 100.00 | 68.89 | 60.00 | 43.33 | 30.00 |
| Área Pioneiras sobre rejeitos e estéril (%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 1000.00 | 3100.00 |
| Área Cobertura removida (%) | 100.00 | 155.56 | 255.56 | 1366.67 | 1400.00 |
| Área Cobertura preparada (%) | 100.00 | 200.00 | 600.00 | 0.00 | 0.00 |
| Área Lagos artificiais (%) | 100.00 | 110.00 | 110.00 | 1000.00 | 1100.00 |
| Comprimento cursos principais (%) | 100.00 | 99.73 | 86.60 | 75.74 | 73.59 |
| Comprimento cursos secundários (%) | 100.00 | 100.17 | 101.84 | 88.38 | 94.39 |
| Comprimento Estradas principais (%) | 100.00 | 98.97 | 110.46 | 85.34 | 84.31 |
| Comprimento Estradas secundárias (%) | 100.00 | 142.04 | 194.14 | 195.29 | 199.02 |

Na cobertura do solo, verifica-se a pendente elevada da ocupação da área minerada com pioneiras. Registrou-se também, diminuição na cobertura de nativas e exóticas no começo do período de estudo, com lenta recuperação no final. As áreas dedicadas ao reflorestamento intensivo, cederam lugar a espaços com indivíduos homogêneos, notando-se em franca diminuição.

A área de mineração destinada às lavras a céu aberto teve forte incremento na segunda metade do período analisado, estabilizando-se no final do mesmo. Igual comportamento apresentou a área ocupada por lagos artificiais produto da mineração. As áreas preparadas para mineração estabilizaram-se na segunda metade do período de estudo, havendo forte incremento na etapa inicial.

As atividades de mineração com lavras a céu aberto produziram redução dos canais da rede hidrográfica principal e secundária. No período estudado, esta situação apareceu irreversível considerando a recuperação dos canais naturais eliminados.

A rede viária principal, predominante no sentido NE - SW confluindo em Rio Fiorita, teve um inexpressivo incremento no seu comprimento total, evoluindo finalmente a uma extensão total menor no final do período analisado.

Como contraste, a rede viária secundária, predominante no sentido N - S conectando os dois ramais de estradas principais da área, incrementou-se no seu comprimento total em relação o início do período estudado. Este incremento foi ocasionado pela abertura de estradas de serviço destinados à entrada e saída de caminhões das minas e das unidades rurais destinadas à produção de madeira. No período estudado, a desativação das estradas secundárias foi gradual a partir da diminuição das atividades de mineração.

A tendência evolutiva das feições estudadas na década posterior à última análise (1996-2006) embora pode ser calculada numericamente utilizando programas para aplicações matemáticas, foi determinada graficamente seguindo a pendente e forma de distribuição dos dados no período 1957-1996. Os resultados estão expressos nos Gráficos 1, 2, 3 e 4.

Os processos de prognose podem ser feitos com certa margem de segurança por períodos iguais ao período de dados (39 anos no caso estudado). Isto, em teoria, habilitaria ao pesquisador a prognosticar as situações estudadas desde 1996 até 2035 enquanto não existam nas variáveis estudadas interferências naturais (enchentes, secas, incêndios) ou antrópicas (alteração da economia, mudança do tipo de exploração, condicionantes político-ecológicos, políticas de incentivo).

No estudo foram utilizados dez anos para prognose. Justificou-se este período pelo fato de perceber-se pendentes ascendentes sem pontos de inflexão futura em situações tais como cobertura do solo com pioneiras ou, com menor pendente, recuperação das áreas com nativas e exóticas, impossibilitando o prognóstico adequado. Também a estabilização do processo antrópico de mineração indica a baixa probabilidade de manter esse *status quo* no futuro.

Na cobertura dos solo prognosticam-se tendências de crescimento na área ocupada por pioneiras sobre rejeitos e estéril. Em menor escala, incrementar-se-á a área ocupada por nativas e exóticas, com predomínio das segundas. A área destinada ao reflorestamento exclusivo apresentará tendência decrescente no tempo.

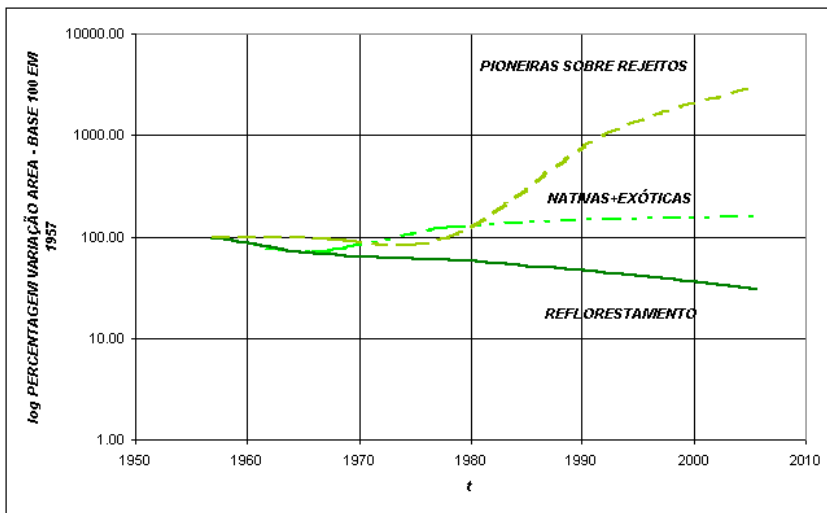


Gráfico 1: TENDÊNCIAS NA VARIAÇÃO PERCENTUAL DA COBERTURA DO SOLO PERÍODO 1996 - 2006 (1957 = BASE 100)
Processamento: Sánchez Dalotto, 2000

A estabilização das áreas ocupadas por lavras a céu aberto e lagos artificiais é a característica distintiva das tendências em mineração. Na Figura 1, observa-se a evolução detectada nas fotografias aéreas de diferentes datas analisadas.



Fig. 1: VARIAÇÃO DA ÁREA DE MINERAÇÃO PERÍODO 1957 - 1996
Fonte: SEDEIM, LFSRG. Processamento: Sánchez Dalotto, 2000

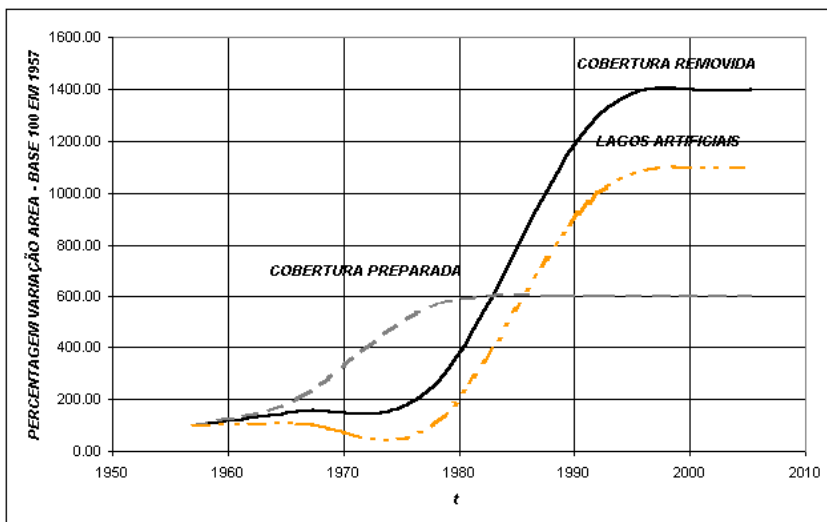


Gráfico 2: TENDÊNCIAS NA VARIAÇÃO PERCENTUAL ÁREA DE MINERAÇÃO (1957 = BASE 100) PERÍODO 1996 - 2006
Processamento: Sánchez Dalotto, 2000

Pela natureza irreversível de supressão dos canais naturais, a estabilização do comprimento dos cursos da rede hidrográfica é a característica distintiva das tendências detectadas.

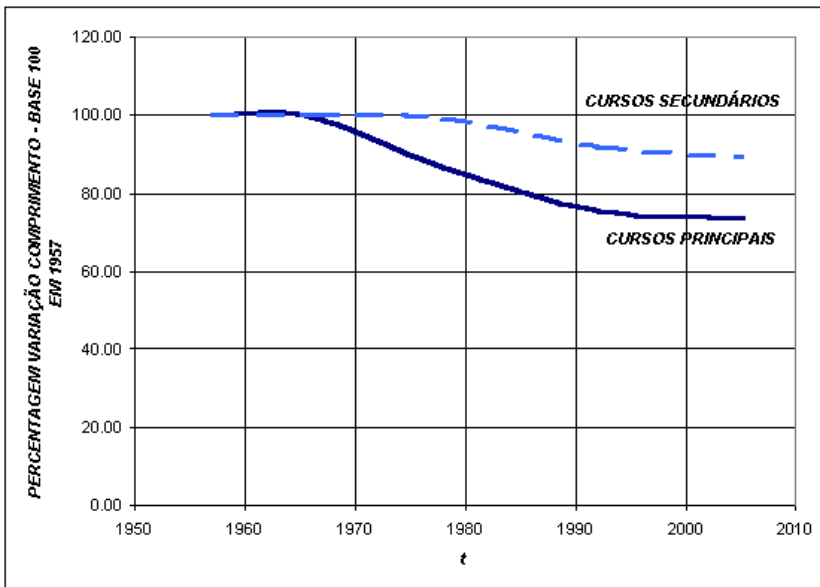


Gráfico 3 : TENDÊNCIAS NA VARIAÇÃO PERCENTUAL DA REDE HIDROGRÁFICA (1957=BASE 100) PERÍODO 1996 - 2006
Processamento: Sánchez Dalotto, 2000

Prognostica-se a estabilização do comprimento das estradas na rede viária principal. No caso da rede secundária, prognostica-se a desativação progressiva das mesmas a partir da diminuição da atividade mineradora.

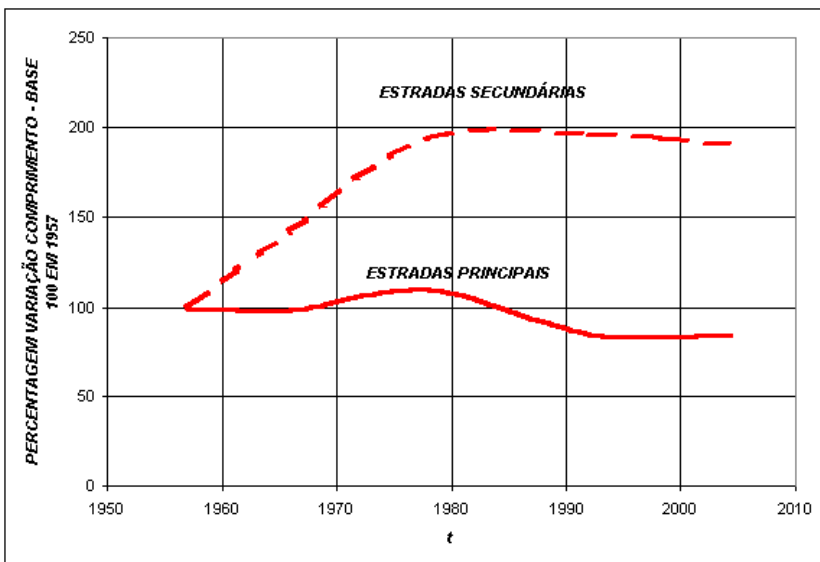


Gráfico 4: TENDÊNCIAS NA VARIAÇÃO PERCENTUAL DA REDE VIÁRIA (1957 = BASE 100) PERÍODO 1996 - 2006
Processamento: Sánchez Dalotto, 2000

6. Conclusões

Determinou-se com sucesso a evolução espaço-temporal da vegetação arbórea, mineração, hidrografia e rede viária na área de estudo entre 1957 e 1996 utilizando séries históricas de fotografias aéreas;

Prognosticou-se a tendência na ocupação espacial das estruturas naturais e antrópicas analisadas no setor do Município de Siderópolis considerado, utilizando modelos cartográficos de prognose;

Observou-se a interação múltipla existente entre os componentes ambientais analisados e a sensibilidade à variação espaço-temporal dos mesmos ante ações antrópicas, fato que impõe restrições à implementação dos modelos de prognose.

7. Referência Bibliográfica

- DAL POZ, A. P. **Mapeamento por técnicas fotogramétricas**. Universidade Federal de Viçosa-MG. 1992. 90p.
- EBNER, H.; FRITSCH, D.; HEIPKE, C. (Ed.) **Digital photogrammetric systems**. Karlsruhe, Deutschland : WICHMANN, 1991. 343p.
- ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Working with the ArcView Spatial Analyst**. Redlands, United States : ESRI. 1996.
- IGAC - INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. **Conceptos básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica**. Santa Fe de Bogotá, Colombia : GRÁFICAS COLORAMA, 1995.
- KÖRNER, A.; GONZÁLEZ LEIVA, J.; HENRÍQUEZ REYES, M.; RIOSECO HORNAZÁBAL, R. **Cartografía temática**. Santiago de Chile : EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 1988. 129p.
- LOCH, C.; LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática**. 4a ed. Florianópolis: Ed. UFSC. 1994. 87p.
- MANEJO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS (1997 : Curitiba). **Unidades de conservação, conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração**. Curitiba, Brasil : UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE, 1997.
- MÁRKUS, B. Decision making in GIS. In: BÄHR, H.; VÖGTLE, T. **GIS for environmental monitoring**. Chapter IV GIS application for environmental monitoring. Stuttgart, Germany : SCHWEIZERBART, 1999. 357p.
- PIRES, F.; BAUZER MEDEIROS, C. **Um ambiente computacional de modelagem de aplicações geográficas**. Caderno de Informações Georreferenciadas (CIG), Vol. 1, N° 1, Ano 4 no endereço <http://www.cig.com.br> na data 23 out. 1999.
- SILVA NASCIMENTO, R. **Análise da organização espacial do uso e ocupação do solo através do Cadastro Técnico Multifinalitário rural**. Florianópolis, Brasil, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração Cadastro Técnico Multifinalitário) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil.
- STRANDBERG, C. **Manual de fotografia aérea**. Barcelona, España : OMEGA, 1975. 268p.
- VELOSO, H. et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro : IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.
- WOLF-SCHUMANN, U; VAILLANT, S. TimeView: a time series management system for GIS and hydrological systems in: KOVAR, K.; NACHTNEBEL, H. P. **Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management**. Oxfordshire, United Kingdom : INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROLOGICAL SCIENCES. 1996, 711p.