



Detecção de Mudanças

Sidnei J. S. Sant'Anna
(sidnei.santanna@inpe.br)



Detecção de Mudanças

Artigo:

Digital Change Detection Methods in Ecosystem Monitoring: a Review

Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K. & Muys, B.
International Journal of Remote Sensing, vol.25, n.9, 2004,
p.1565-1596.

Apresentação:

Detection of Changes Using Remote Sensing: an Overview of Principles and Applications

Théau, J.
Geo-Spatial and Range Sciences Conference, 2006

Detecção de Mudanças

- INTRODUÇÃO
- SELEÇÃO DE IMAGENS
- PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS
- TÉCNICAS E MÉTODOS DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS



Introdução

DEFINIÇÃO ????



Introdução

Definição: Singh, 1989

Processo de identificação de diferenças (mudanças) no estado de um determinado objeto ou fenômeno, o qual é observado em diferentes épocas (tempo)

Introdução

Taxa de Mudanças

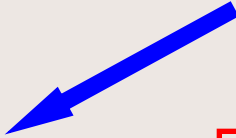
Drástica e/ou Abrupta

(Fogo, Desmatamento)


Sutil e/ou Gradual

(Acúmulo de biomassa,
Exploração Seletiva)

Há diferença entre conversão e modificação



Mudança no tipo de
cobertura



Altera a característica da
cobertura, sem modificar
a sua classificação

Introdução

Aspectos principais na aplicação da detecção de mudanças:

- ☐ detectar as mudanças ocorridas
- ☐ identificar a natureza das mudanças
- ☐ medir a extensão da mudança
- ☐ definir o padrão espacial da mudança

(Macleod & Congalton, 1987)

Introdução

Detecção de mudanças é usada para vários objetivos:

- ☐ Mudanças no uso e ocupação do solo
- ☐ Mudanças sazonais na produção de pasto
- ☐ Desflorestamento
- ☐ Monitoramento da exploração em florestas
- ☐ Monitoramento de desastres
- ☐ Detecção de stress em culturas
- ☐ Entre outras



Introdução

IDEIA BÁSICA:

Alteração nos valores de radiância
podem indicar uma alteração na
cobertura



Introdução

CUIDADOS!!!!
(Dados Ópticos)

Condições atmosféricas

Ângulo solar

Fenologia da vegetação

Introdução

QUESTÃO:

Considerando a ausência destes fatores, qual seria a forma mais intuitiva de analisar (detectar) mudanças em imagens de S.R.???

Introdução

As três principais etapas no processo de detecção de mudanças são:

- ☐ Seleção das Imagens
- ☐ Pré-Processamento do Dados
- ☐ Seleção do método a ser empregado

Ainda existem grandes desafios a serem vencidos nestas etapas



Seleção de Imagens

- ☐ Período de Aquisição
- ☐ Intervalo de Aquisição
- ☐ Escolha do(s) Sensor(es)

Seleção de Imagens (Período de Aquisição)

❑ Imagens adquiridas em diferentes datas, geralmente, contêm diferenças em suas radiâncias:

- ❖ diferentes condições climáticas
- ❖ diferentes fenologias
- ❖ diferentes ângulos solares

❑ A escolha das datas de aquisição é uma etapa muito crítica uma vez que as discrepâncias nas reflectâncias por estes fatores devem ser minimizados



Seleção de Imagens (Período de Aquisição)

- ❑ Datas de aniversário (calendário) são geralmente utilizadas, pois nelas as discrepâncias na reflectância são mínimas
- ❑ A estação do verão é normalmente usada (uma das datas) para estudos de vegetação devido a relativa estabilidade fenológica



Seleção de Imagens (Período de Aquisição)

❑ Diferenças fenológicas interanuais podem ser uma grande fonte de erro na detecção de mudanças

(Ano quente e seco X Ano frio e chuvoso)

❑ A disponibilidade de imagens úteis (sem problemas, nuvens) pode ser um fator limitante para a escolha das imagens



Seleção de Imagens (Intervalo de Aquisição)

- ☐ Mudanças suficientes na radiância devem ser observadas para que se possa detectar mudanças na cobertura
- ☐ Disponibilidade de imagens
- ☐ Continuidade da missão (tempo de operação do sensor)



Seleção de Imagens (Escolha do(s) Sensor(es))

- ☐ Cobertura Espacial
- ☐ Resolução $\left\{ \begin{array}{l} \text{Espacial} \\ \text{Temporal} \\ \text{Espectral} \end{array} \right.$
- ☐ Disponibilidade de Dados
- ☐ Custo Médio

Seleção de Imagens (Escolha do(s) Sensor(es))

	MODIS	ETM+	SPOT5	QuickBird
Cobertura Espacial	2330 km	170x183 km	60x60 km	16,5x16,5 km
Resolução Espacial	250-1000 m	30 m	10 m	2,44 m
Frequência Revisita	2 dias	16 dias	26 dias	3 dias
Custo Médio	Grátis	U\$ 0,02/km ²	U\$ 0,94/km ²	U\$ 22/km ²



Pré-Processamento

QUESTÃO:

Por que é importante???



Pré-Processamento

QUESTÃO:

Uso de Filtragem Espacial é aconselhável???

Pré-Processamento

Detecção de mudanças é fortemente dependente

- ☐ Correção {
Geométrica
Radiométrica
- ☐ Calibração {
Absoluta
Relativa



Pré-Processamento (Correção Geométrica)

❑ As imagens de S.R. são normalmente adquiridas contendo distorções geométricas, devido:

- ❖ Perspectiva do sensor
- ❖ Movimento do sistema imageador
- ❖ Movimento da plataforma
- ❖ Curvatura e rotação da Terra

Pré-Processamento (Correção Geométrica)

- ❑ O registro das imagens deve possuir um **ÓTIMA** precisão

Erro **Menor** que **1 Pixel** são aceitáveis

- ❑ Townshen et al., 1992 afirmam que, no registro:

Erro $\left\{ \begin{array}{ll} 1 \text{ Pixel} & \rightarrow 50\% \\ 0,2 \text{ Pixels} & \rightarrow 10\% \end{array} \right\}$ Erro na interpretação da mudança



Pré-Processamento (Correção Radiométrica)

- ❑ Correção dos efeitos da atmosfera

- ❑ Variações em

 - Condições de iluminação solar

 - Características físicas da atmosfera

 - Desempenho do sensor

Podem
acarretar
variações na
radiância do
alvo, SEM
significar
uma
mudança

- ❑ Métodos de correção

 - ❖ Transferência Radiativa

 - ❖ Subtração de Corpo Negro

 - ❖ Normalização Radiométrica Relativa

Técnicas de Detecção

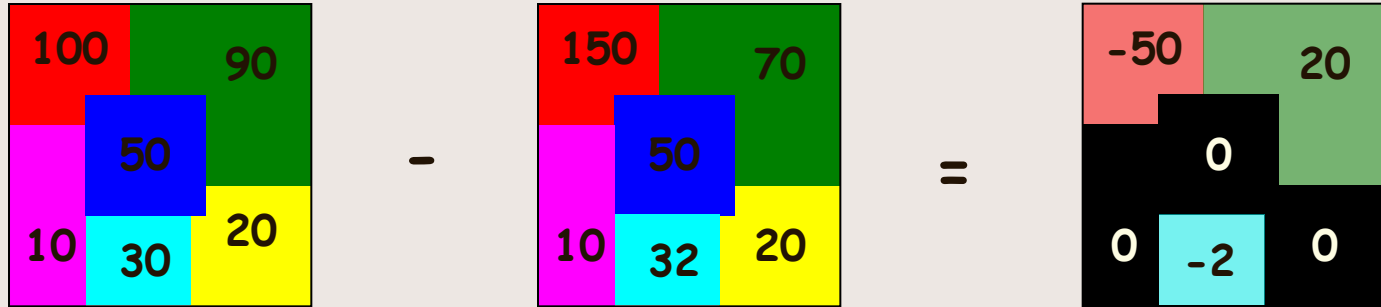
- ☐ Comparação de Classificação
- ☐ Análise por Composição
- ☐ Diferença entre Imagens
- ☐ Razão entre Imagens
- ☐ Transformação Linear (PCA)
 - ✓ Rotação Radiométrica Controlada por Eixo de Não-Mudança - RCEN
- ☐ Regressão Linear
- ☐ Análise do Vetor de Mudanças
- ☐ Análise MultiTemporal e Espectral de Mistura
- ☐ Análise MultiDimensional Temporal de Atributos Espectrais
- ☐ Técnicas Híbridas



Análise por Composição

- ☐ Baseado numa análise simples de uma composição de dados de duas datas distintas
- ☐ Classificações supervisionadas e não supervisionadas são utilizadas neste tipo de análise
- ☐ Espera-se que classes onde ocorrem mudanças apresentem diferenças estatísticas significativas
- ☐ A interpretação é complexa e requer um bom conhecimento da área de estudos

Diferença entre Imagens



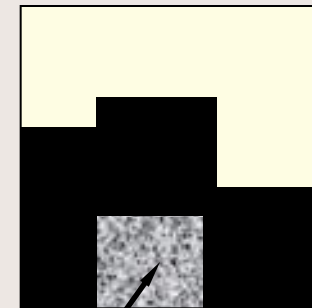
❑ Índices de Vegetação (NDVI, SAVI, etc)

❑ Detecção de Mudança Abruptas

Problema:

Limiar para a decisão da ocorrência de mudança

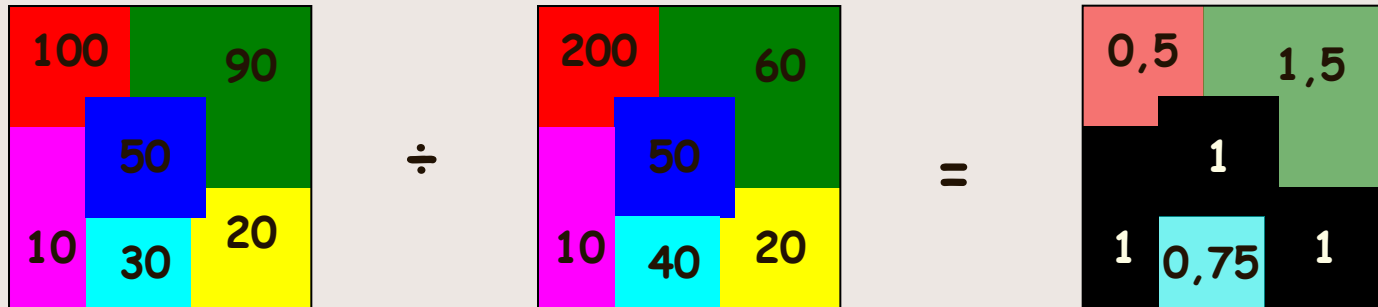
Limiar = |5|



Mapa de Mudanças

É ou não mudança ???

Razão entre Imagens



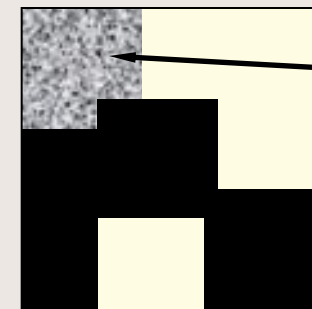
❑ Índices de Vegetação (**NDVI**, SAVI, etc)

❑ Detecção de Mudança Abruptas

Limiar = 0,7

Problema:

Limiar para a decisão da ocorrência de mudança



É ou não mudança ???

Mapa de Mudanças



Técnica de Detecção

O cálculo da correlação entre imagens poderia ser utilizado para a detecção de mudanças????

Técnica de Detecção

Baixa correlação

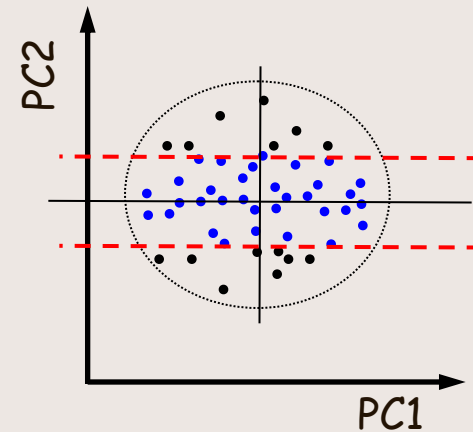
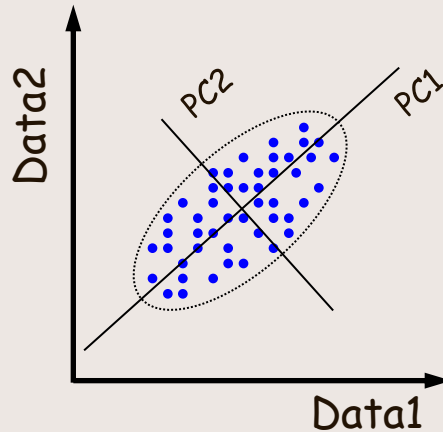


Mudanças

Análise de Componentes Principais (PCA)

- ❑ Transformação linear dos dados mais comumente utilizada
- ❑ Redução da dimensionalidade dos dados
- ❑ Em estudos multitemporais, após a aplicação da PCA o conjunto de dados é tratado a partir de um único dado (uma PC)
- ❑ Após a aplicação da PCA
 - a informação comum a todas as bandas é mapeada na 1ª componente (áreas não mudadas)
 - a informação que é comum a apenas uma dada banda é mapeada em outras componentes (áreas mudadas)
- ❑ Requer um bom conhecimento da área de estudo

Análise de Componentes Principais (PCA)



❑ Atenção especial já que as radiometrias são convertidas em scores, não tendo significado físico no terreno

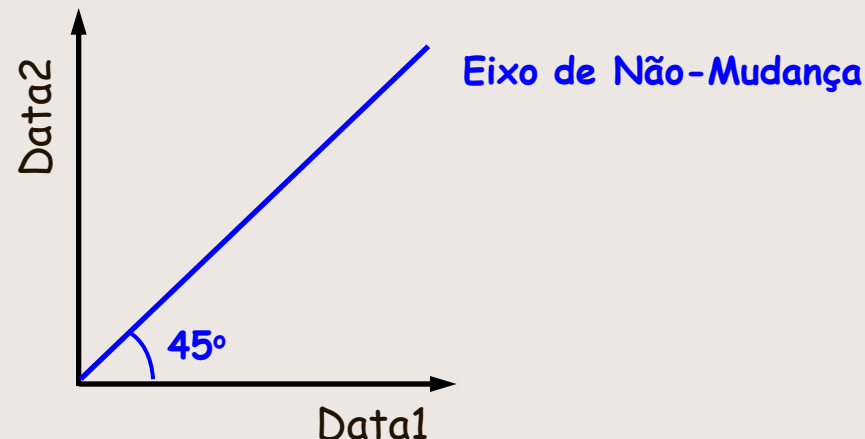
❑ Em geral, dispensa a necessidade de correção geométrica

ruído associado às diferenças atmosférica → últimas componentes

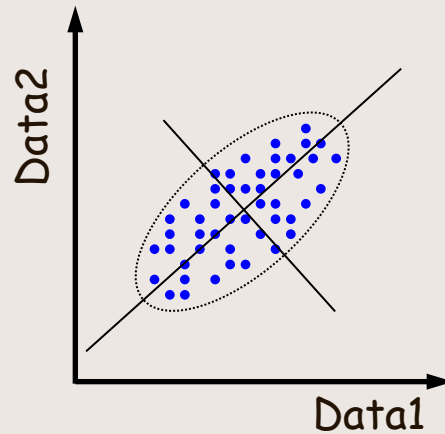
RCEN

- ❑ Método alternativo à PCA
- ❑ Maior controle do ângulo de rotação
- ❑ Menor complexidade computacional
- ❑ Interpretabilidade mais fácil

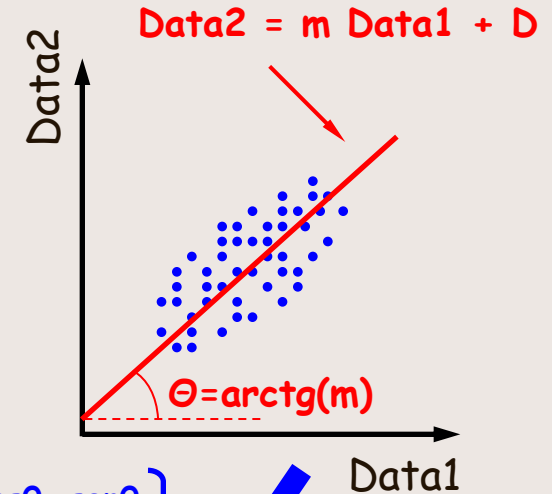
Ideia:



RCEN

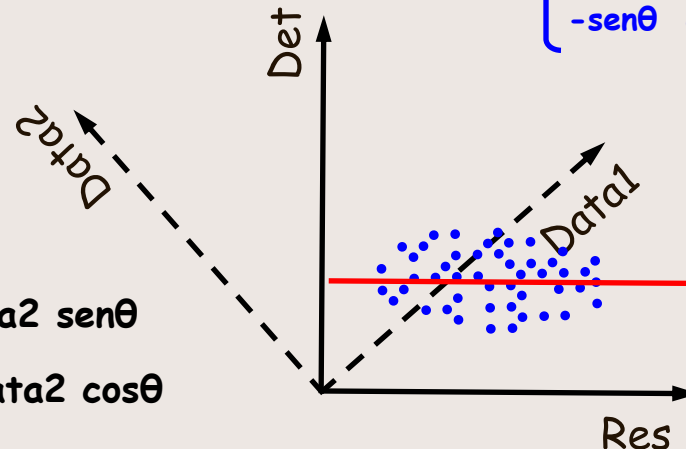


Regressão
Linear



$$[R] = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

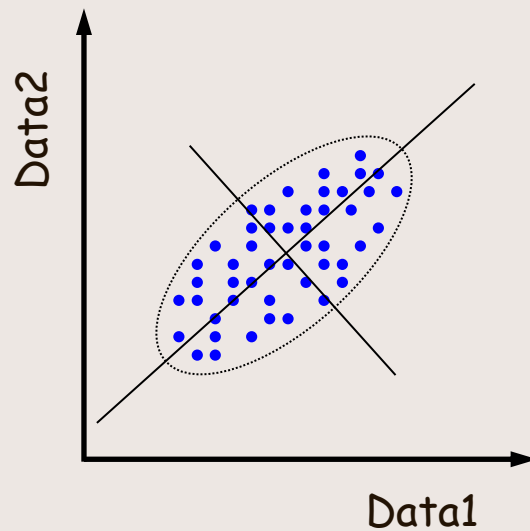
Rotação [R]



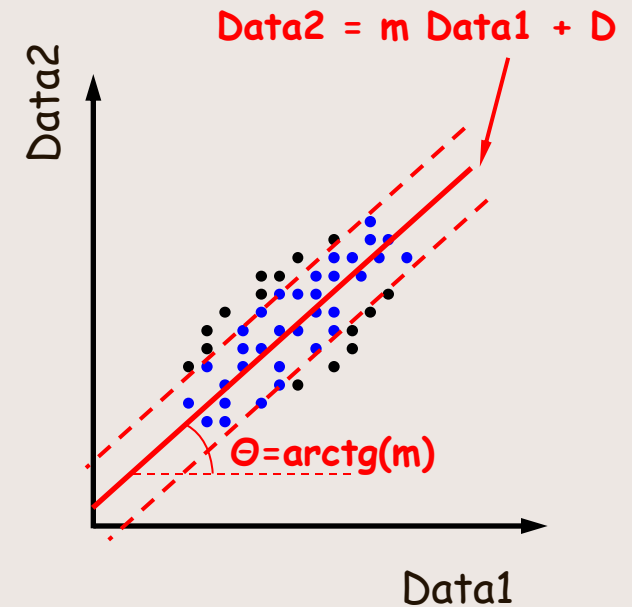
$$Res = Data1 \cos\theta + Data2 \sin\theta$$

$$Det = -Data1 \sin\theta + Data2 \cos\theta$$

Regressão Linear

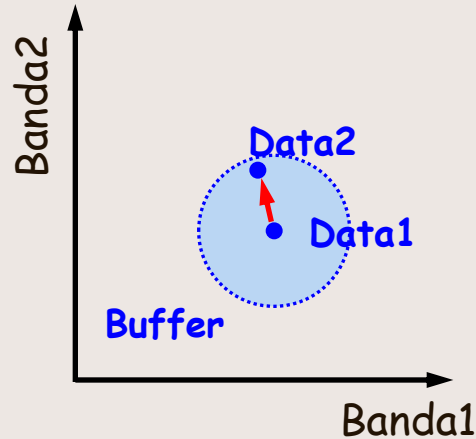


Regressão
Linear

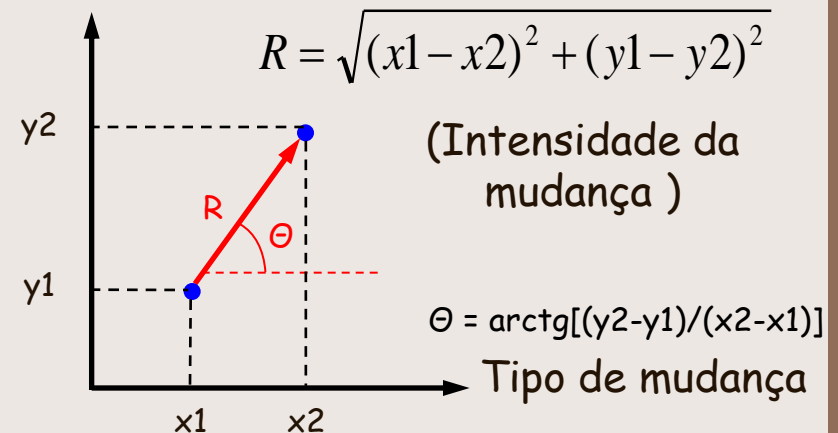
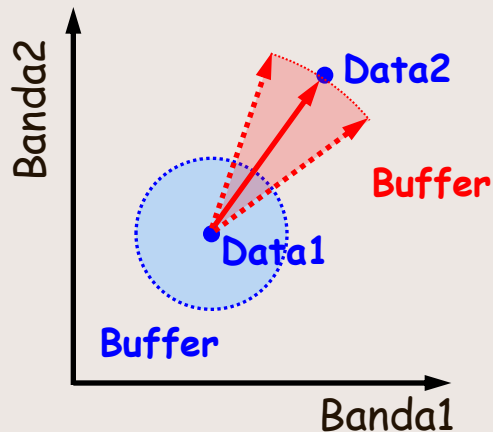
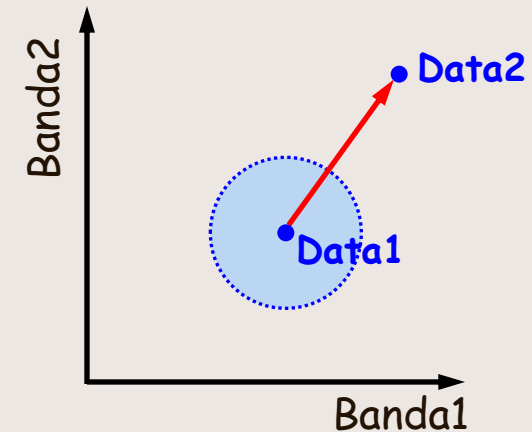


Vetor de Mudanças

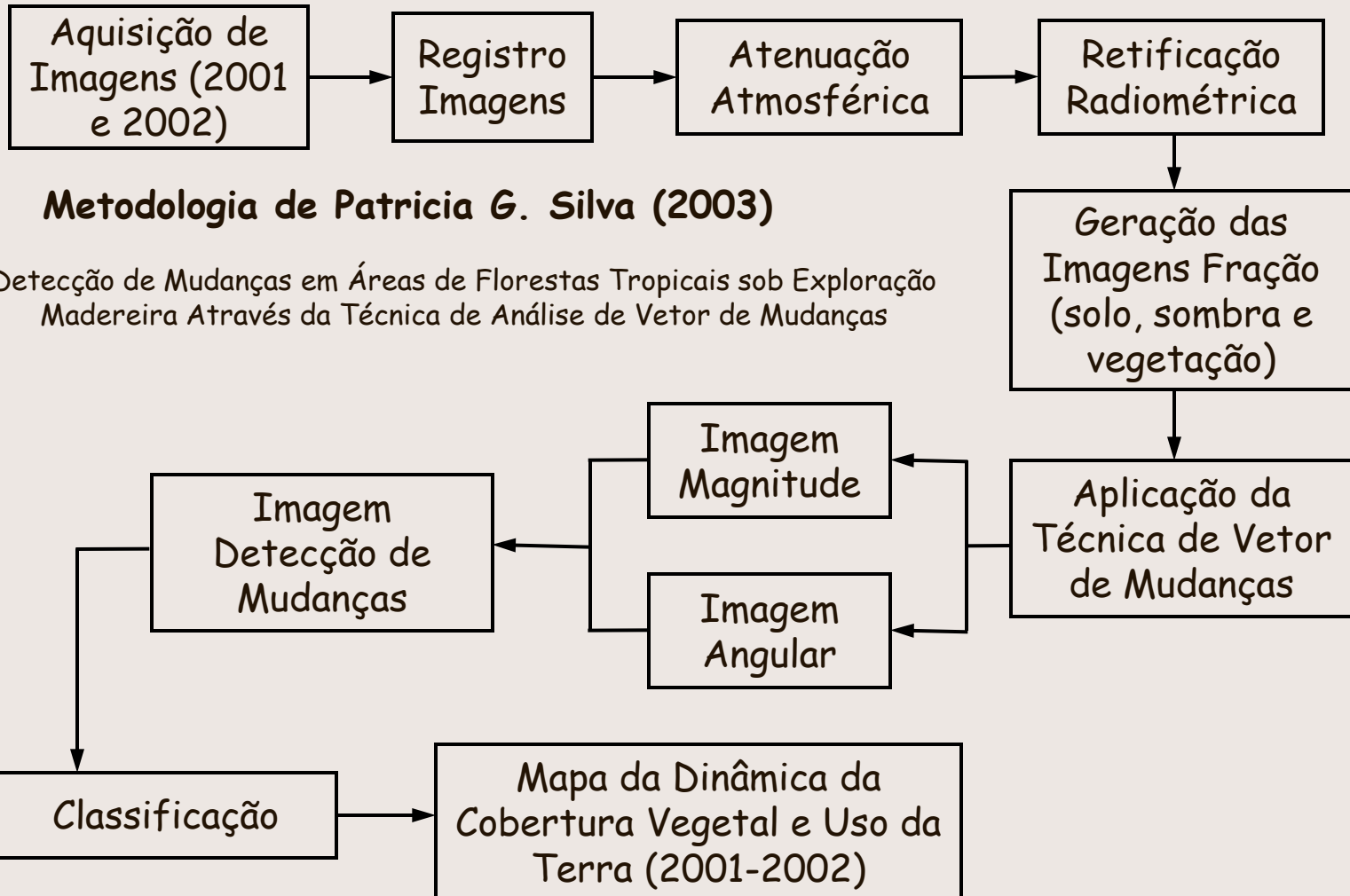
Não há Mudança



Existência de Mudança



Vetor de Mudanças



Análise Qualitativa

Algoritmo	Mudança	Mudança	Variabilidade	
Classificação	conversão	abrupta	secular	
Composição	modificação	progressiva	interanual	
Diferença	conversão modificação	abrupta progressiva	interanual secular	
Razão	conversão	abrupta	secular	
PCA	conversão modificação	abrupta progressiva	interanual secular	
Vetor de Mudanças	conversão modificação	abrupta progressiva	interanual secular	