

## ALGORITMO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA DETECÇÃO DE DESMATAMENTO

**Guilherme Lazarini Lopes, Rodrigo de Oliveira Plotze**

Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

guilherme.lopes40@fatec.sp.gov.br, rodrigo.plotze@fatec.sp.gov.br

**Resumo.** *Áreas de preservação são criadas para proteger a biodiversidade em locais de extrema importância ambiental e/ou histórico-cultural. Para gerir esses territórios é necessário mecanismos capazes de detectar ações humanas, as geotecnologias disponibilizam tais ferramentas e técnicas que conseguem auxiliar na fiscalização desses territórios. Dados do Inep mostram que a taxa de desmatamento somente na Amazônia aumentou 34% no último ano em comparação ao mesmo período do ano anterior. Esse trabalho tem como objetivo desenvolver tecnologias que possam auxiliar nesse trabalho de preservação do meio ambiente.*

**Abstract.** *Preservation areas are created to protect biodiversity in places of extreme environmental and / or historical-cultural importance. To manage these territories, mechanisms capable of detecting human actions are necessary. Geotechnologies provide such tools and techniques that can assist in the inspection of these territories. Inep data show that the rate of deforestation in the Amazon alone increased 34% in the last year compared to the same period last year. This work aims to develop technologies that can assist in this work of preserving the environment.*

### 1. Introdução

A criação e manutenção de áreas protegidas é uma necessidade para o desenvolvimento sustentável, entretanto a crescente das atividades humanas acarreta perdas de cobertura florestal. Para gerir melhor esses territórios, faz-se de suma importância o desenvolvimento de ferramentas que possam contribuir na identificação das alterações que ocorreram nessas áreas. A questão ambiental tem sido amplamente discutida no mundo atual. Os “avanços” na nossa sociedade também chamada de desenvolvimento econômico acarretam além do progresso, inúmeras consequências, principalmente no meio ambiental. Como exemplo, pode-se citar imensuráveis quilômetros de cobertura florestal sendo devastadas em áreas de enorme relevância ambiental, de fundamental importância por abrigar espécies de fauna e da flora e de populações tradicionais residentes no interior das florestas.

Esta exaustão das reservas naturais e seu impacto sobre os ecossistemas diante deste avanço vêm firmando a consciência da necessidade da realização de ações que levem, efetivamente, ao resgate de um meio ambiente saudável. (AZEVEDO, 2010). Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável pode se sobressair com ações de gestão ambiental e resgates dessas áreas, tendo o desenvolvimento econômico aliado a proteção e preservação da biodiversidade. Mas como gerir um território com dimensões con-

tinerais como o nosso país? Richter (2004) sugere a criação de áreas destinadas à preservação de recursos naturais fazendo-se destas uma opção diante o acelerado processo de desmatamento. Junto a criação dessas áreas é de extrema importância a criação de mecanismos que possam auxiliar e gerir no processo de decisão. Nesse sentido as geotecnologias têm se mostrado como uma ferramenta muito eficaz no monitoramento e estudos do desmatamento, ocupação de solo e áreas de cobertura florestal. (VIEIRA, 2007).

Dentre as ferramentas disponibilizadas pelas geotecnologias pode-se usar o Sistema de Informação Geográfica – SIG, pois, fornecem informações de extrema importância para o monitoramento das coberturas vegetais, além de permitir que o processo de fiscalização se torne mais eficiente. Nesta perspectiva este trabalho tem por objetivo detectar a evolução do desmatamento.

## 2. A imagem digital

De acordo com Gonzalez; Woods e Eddins (2010) uma imagem digital pode ser definida como uma função bidimensional - *função (coordenada A, coordenada B)* - para imagens 2D ou tridimensional - *função (coordenada A, coordenada B, coordenada C)* - para imagens 3D.

Esse trabalho abordará as imagens 2D. Uma imagem digital é representada no sistema computacional como uma matriz e as interseções de linhas e colunas dessa matriz armazenam informações sobre essa imagem. Essas informações podem ser: intensidade do nível das cores RGB, Intensidade do nível de cinza ou o índice da paleta de cores.

Os pontos os quais ocorrem as interseções da matriz são chamados de pixels, uma abreviação de *picture element* (SCURI, 2002). Já o tamanho e a quantidade de pixel de uma imagem dependem de uma resolução espacial. De uma maneira geral, as imagens são medidas por pontos por polegadas, ou DPI (*dots per inch*), que define a razão por pontos por polegadas na superfície da imagem.

Quanto maior for a imagem, maior será a quantidade de pixel, acarretando uma complexidade computacional maior para fazer o tratamento. Na Figura 1 estão apresentadas duas imagens do mesmo tamanho, entretanto, a imagem da direita possui contornos mais definidos já que o tamanho dos pixels é menor, mas, por consequência, é necessária uma quantidade maior de pixels.

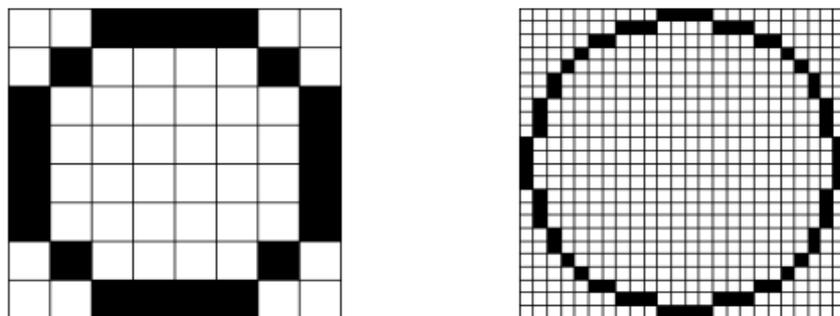


Figura 1 - Imagens digitais com tamanho igual e resolução diferente (SCURI, 2002)

### 3. Processamento de imagens digitais

O processamento de imagens é composto por três níveis de processamento, como exibido na Figura 2, retirada de (GONZALEZ; WOODS; EDDINS, 2010). Alguns passos que são descritos na figura não precisam ser executados, dependendo do domínio da aplicação. Entretanto, o conjunto de todos os passos que foram sugeridos tende a se o método mais eficiente para detectar o reconhecimento de padrões de uma imagem.

O processamento de baixo nível engloba as fases de aquisição e pré-processamento, no qual ocorre a execução das atividades de filtragem, restauração, mudança do domínio e compressão. As atividades que compõem este nível não necessitam da supervisão humana, tampouco da utilização de rotinas ou equipamentos sofisticados, em termos de inteligência computacional (GONZALEZ; WOODS; EDDINS, 2010).

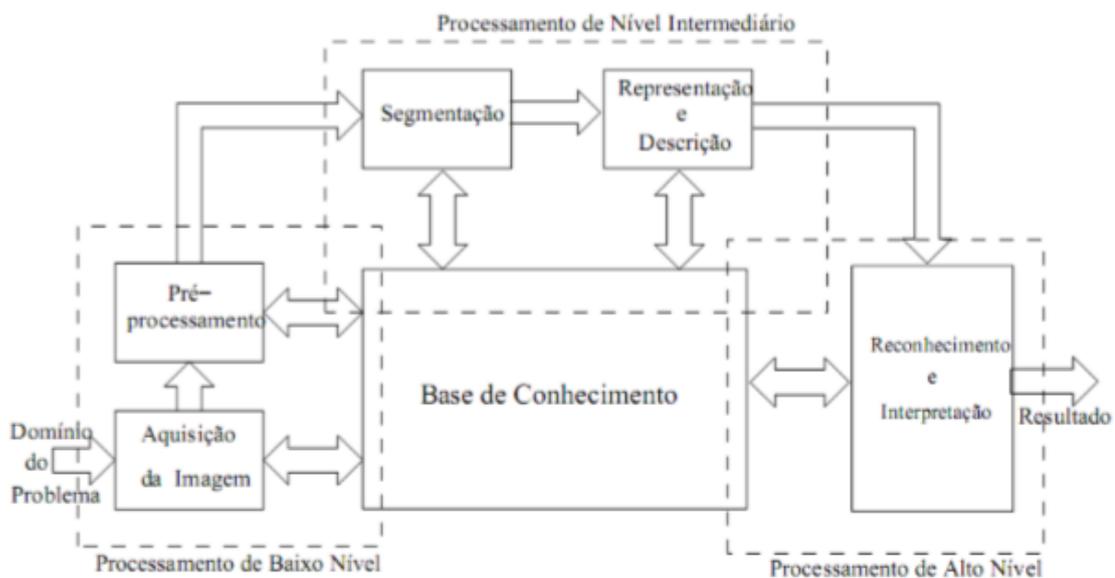


Figura 2 - Níveis de Processamento (GONZALEZ; WOODS; EDDINS, 2000, p. 408)

#### 3.1. Aquisição

Para aquisição de imagem digitais são necessários dois elementos. O primeiro é um dispositivo físico que tem que ser sensível ao espectro de energia eletromagnético, como por exemplo: raio-x, ultravioleta, infravermelho ou visível. Esse dispositivo deve permitir a conversão de uma imagem tridimensional em uma analógica, ou seja, um dispositivo que converterá uma cena 3D em uma representação 2D. O segundo, chamado digitalizador, é um dispositivo que converte o sinal elétrico analógico produzido na saída do sensor, em um sinal digital.

Com esta conversão é possível representar a imagem como uma matriz de dados, ou pixels, na qual são guardadas as informações de cores, luminosidade ou os índices para paletas de cores. Tal processo é necessário para que se possam manipular as representações dos sinais contínuos no computador, como explicitado por Scuri (2002, p. 14).

### 3.2. Pré-processamento

As técnicas de pré-processamento têm a função de melhorar a qualidade da imagem. Estas técnicas envolvem duas categorias principais: métodos que operam no domínio espacial e métodos que operam no domínio da frequência. Técnicas de processamento no domínio espacial baseiam-se em filtros que manipulam o plano da imagem, enquanto as técnicas de processamento no domínio da frequência se baseiam em filtros que agem sobre o espectro da imagem (ESQUEF; ALBUQUERQUE, 2003).

A etapa de pré-processamento é necessária porque as imagens podem apresentar ruídos devido a sujeira no leitor ou falha na impressão digital e devem ser corrigidas para que os métodos de extração não obtenham falsas minúcias e o sistema se torne impreciso.

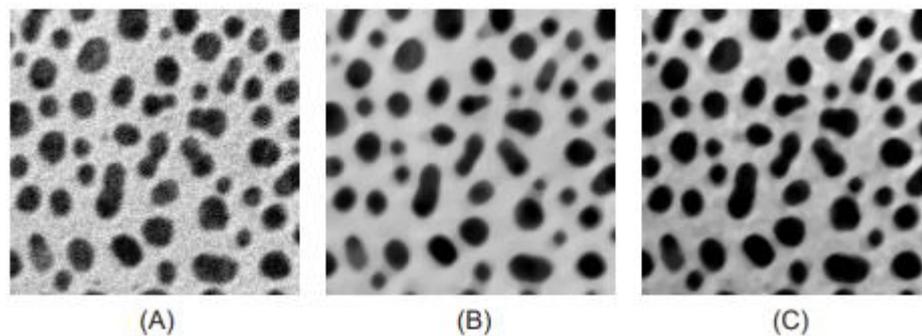


Figura 3: exemplo de pré-processamento (Esquef, Albuquerque, 2003)

Na Figura 3 está apresentado um exemplo de pré-processamento simples: (A) a imagem original corrompida com um ruído, (B) Imagem após a aplicação de um filtro mediana para redução do ruído, e (C) Imagem final, após a aplicação de um filtro passa-altas para realce dos contornos.

### 3.3. Segmentação

O termo segmentar refere-se à divisão em segmentos, sendo tal segmento uma parte do todo (MICHAELIS, 2020). Na área de Processamento de Imagens, define-se segmentação como a ação que visa dividir uma imagem nas suas partes ou nos objetos constituintes dessa imagem (GONZALEZ; WOODS; EDDINS, 2010). Estas novas porções da imagem contêm as características de interesse ressaltadas das demais, facilitando um processo de reconhecimento, análise ou interpretação (CONCI; AZEVEDO; LETA, 2008).

O processo de segmentação, portanto, tem como objetivo obter determinada região da imagem que possua características relevantes para o domínio da aplicação. O ato de segmentar é feito para separar da imagem original determinadas regiões que tenham características similares, podendo ser segmentação de cores, texturas, pontos, linhas, bordas, dentre inúmeras outras.

A segmentação é considerada uma das etapas mais críticas no processamento de imagem porque é nessa etapa que são definidas as regiões de interesse para o processamento e análise posteriores e, caso ocorra qualquer erro ou distorção nessa etapa, isso irá se refletir nas demais etapas. Entretanto, é necessário ressaltar que não existe um

modelo formal para a segmentação de imagens. A segmentação é um processo empírico e adaptativo, procurando sempre se adequar às características particulares de cada tipo de imagem e aos objetivos que se pretendem alcançar (ESQUEF; ALBUQUERQUE, 2003). Mesmo existindo uma grande diversidade de técnicas de segmentação de imagens, ainda assim existe um interesse alto no estudo e desenvolvimento de novas técnicas.

### **3.4. Pós-processamento**

O pós-processamento é a etapa que sucede a segmentação. É nessa etapa que os principais defeitos ou imperfeições da segmentação são corrigidos. Normalmente esses defeitos são corrigidos por meio de técnicas de morfologia matemática, com a aplicação em sequência de filtros morfológicos que realizam uma análise quantitativa dos pixels da imagem e operações lógicas.

As operações lógicas são operações pontuais, isto é, são desempenhadas pixel a pixel, gerando uma imagem de saída com pixels preservados ou invertidos. As principais operações lógicas em processamento de imagens são: a interseção (AND), o complemento (NOT) e a união (OR), a partir dos quais combinações podem ser feitas para formar qualquer outra operação lógica (GONZALEZ; WOODS, 2010).

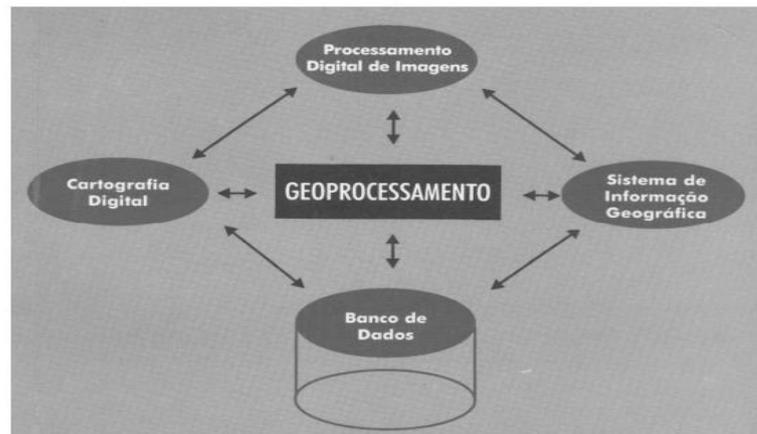
## **4. Geoprocessamento**

O geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais. Em linhas gerais, o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica.

As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. As geotecnologias utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e, atualmente, é um instrumento importante para análise de Recursos Naturais, Energia, Manejo Florestal, entre outros (BERNINI; OLIVEIRA & MORET, 2007).

Dentre as geotecnologias estão o SIG (Sistemas de Informação Geográfica), Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, GPS (Sistema de Posicionamento Global), Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros (FatorGIS, 2007).

Assim, o uso das Geotecnologias permite, em curto intervalo de tempo, a obtenção de uma grande quantidade de informações atualizadas, facilitando o planejamento e gestão do território, pois permite levantar novas hipóteses de impactos ambientais futuros e inferir mecanismos que auxiliem na desaceleração do desmatamento e medidas mitigadoras (FITZ, 2008; FLORENZANO, 2005).



**Figura 4 - Principais atividades envolvidas em Geoprocessamento (Rosa, 2003)**

Na Figura 4 estão apresentados os processos no desenvolvimento de geoprocessamento.

#### **4.1. Sistema de informações geográficas**

Um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias. Portanto, o sistema de informação geográfica é uma particularidade do sistema de informação no sentido amplo. Essa tecnologia automatiza tarefas até então realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas (ROSA, 2013).

O objetivo geral de um sistema de informação geográfica é, portanto, servir de instrumento eficiente para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando: integrar em uma única base de dados informações representando vários aspectos do estudo de uma região; permitir a entrada de dados de diversas formas; combinar dados de diferentes fontes, gerando novos tipos de informações; gerar relatórios e documentos gráficos de diversos tipos, entre outras ações.

O SIG pode ser utilizado como uma ação de monitoramento importante à análise da dinâmica de desmatamento, que permite acompanhar, por geoprocessamento, as alterações nos polígonos de áreas desmatadas, além de proporcionar a integração efetiva entre dados gerados de licenciamentos ambientais e fiscalizações, possibilitando o acompanhamento de processos licenciados e de autos de infrações.

O desenvolvimento da informática permitiu que duas grandes linhas de trabalho começassem a ser desenvolvidas e que, em conjunto, fundamentassem os SIG: Cartografia Digital (concebidos com o propósito de desenhar objetos, especialmente mapas) e Gerenciamento de Bancos de Dados (armazenamento e recuperação de dados tabulares não gráficos, com foco no processamento de informações numéricas por exemplo: percentual de desmatamento e textuais por exemplo: tipo de vegetação, armazenando também gráficos, sons e imagens) (NASCIMENTO, 2009).

Assim, os SIG passaram a ser utilizados como ferramenta para geração e visualização de dados espaciais na forma de produção de mapas, dando suporte para análise espacial.

## 4.2. Sistema de sensores

Os sensores têm por finalidade captar a radiação eletromagnética (REM) proveniente da superfície terrestre e transformar a energia conduzida pela onda em pulso eletrônico ou valor digital proporcional à intensidade desta energia. Eles são considerados as máquinas fotográficas dos satélites.

Existem, hoje, diversos sensores disponíveis no mercado para serem aplicados em análises ambientais. Os principais sensores, atualmente, são: CBERS 2 e 2B, LANDSAT 5- TM, SPOT 5, IKONOS II, Quichbird e Alos. A seguir serão descritas as principais características do sensor Landsat 5 – TM. Ele será levado como foco, pois foi o único sensor utilizado como ferramenta para a obtenção de imagens utilizadas nesta pesquisa

### 4.2.1. Características do sensor LANDSAT

A série LANDSAT foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana dedicado, exclusivamente, à observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro satélite da série lançado pela NASA começou a operar em 1972 com o intuito do imageamento das características ambientais da superfície terrestre. Em cada nova plataforma foram colocadas as tecnologias mais recentes desenvolvidas para a época, visando, cada vez mais, a melhor na geração de dados por esse satélite. (RIBEIRO; BAPTISTA & BIAS, 2007).

Ainda de acordo com estes autores, o sistema LANDSAT é o mais longo programa a coletar imagens de forma contínua da superfície terrestre a partir de uma plataforma orbital e compõe-se, até o momento, de uma série de sete (8) satélites. A última atualização da série ocorreu em 2013, com o lançamento do LANDSAT 8.

A interpretação de imagens LANDSAT tem como principais aplicações: o acompanhamento do uso agrícola das terras; o monitoramento de unidades de conservação, terras indígenas, áreas desmatadas, e de atividades produtivas como as energéticas mineras; a cartografia e atualização de mapas; a identificação da dinâmica e crescimento da urbanização; a estimativa de fito massa a partir da caracterização da cobertura vegetal; a identificação de focos de queimadas, secas, inundações; e nos estudos de sedimentação nos rios e estuários (BATISTELA, 2004; NASA, 2007).

## 5. Materiais e métodos

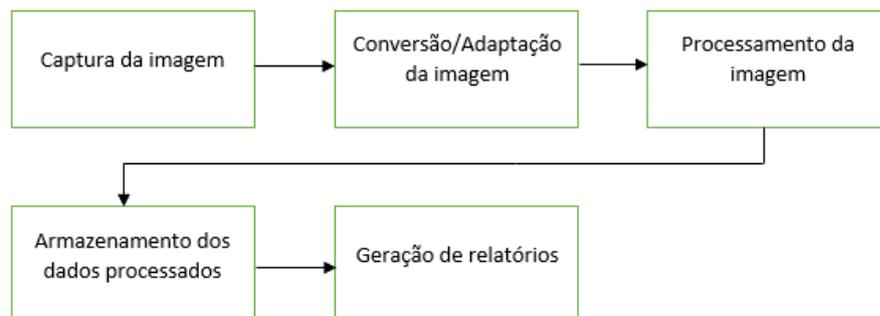


Figura 5 - Diagrama de blocos do software

O processo que a imagem irá passar durante o processamento está representado na Figura 2. Os dois blocos finais do diagrama da aplicação correspondem às implementações de software. Toda parte de software foi desenvolvida utilizando bibliotecas e compiladores e ambiente de desenvolvimento livre, no caso a OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) e o Visual Studio Code.

### 5.1. Tecnologias de Desenvolvimento

Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada, de script, imperativa, orientada a objetos, funcional, de tipagem dinâmica e forte. Foi lançada por Guido van Rossum em 1991. Atualmente possui um modelo de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela organização sem fins lucrativos Python Software Foundation.

Ao longo do tempo têm sido desenvolvidos pela comunidade de programadores muitas bibliotecas de funções especializadas (módulos) que permitem expandir as capacidades base da linguagem.

Na ciência da computação, biblioteca é uma coleção de utilizados no desenvolvimento de software. Bibliotecas contém código e dados auxiliares, que provém serviços a programas independentes, o que permite o compartilhamento e a alteração de código e dados de forma modular. A maior parte dos sistemas operacionais modernos provê bibliotecas que implementam a maioria dos serviços do sistema, que transformaram em comodidades os serviços que uma aplicação moderna espera que sejam providos pelo sistema operacional. Assim sendo, a maior parte do código utilizado em aplicações modernas é fornecido por estas bibliotecas. Modular. A maior parte dos sistemas operacionais modernos provê bibliotecas que implementam a maioria dos serviços do sistema, que transformaram em comodidades os serviços que uma aplicação moderna espera que sejam providos pelo sistema operacional. Assim sendo, a maior parte do código utilizado em aplicações modernas é fornecido por estas bibliotecas.

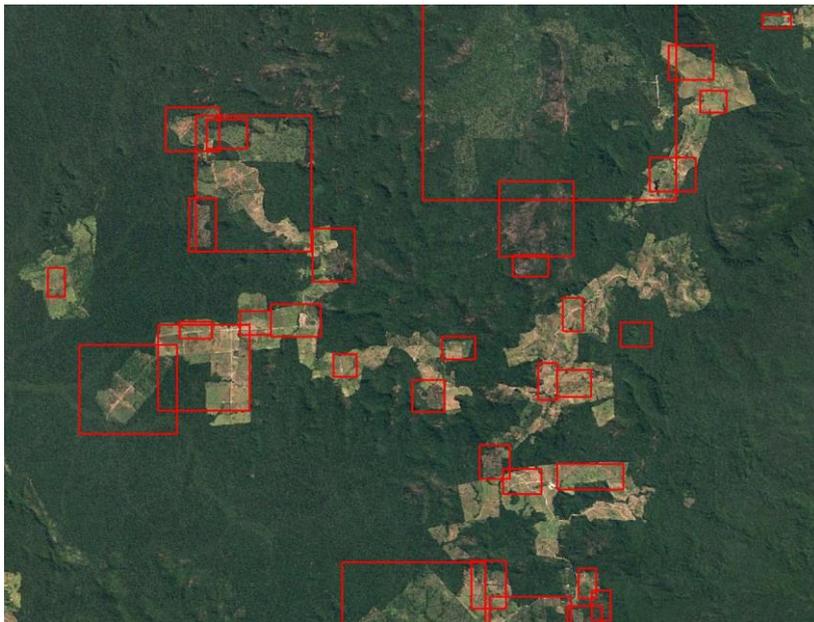
A OpenCV é uma biblioteca de funções de programação de aplicações de visão computacional em tempo real. Desenvolvida originalmente pela Intel, a biblioteca pode ser usada para desenvolvimento em Linux, Windows e Mac OS X. Entre as aplicações da biblioteca estão a identificação de objetos, segmentação e reconhecimento de imagens, reconhecimento de faces e gestos, captura de movimentos e reconhecimento de bordas. Uma série de exemplos de aplicação acompanha o pacote de instalação da biblioteca. Esses exemplos podem servir de base para o desenvolvimento de softwares de visão Nesta estrutura, os dados sobre cada pixel estão armazenados na forma de um vetor e todas as informações necessárias sobre a imagem como tamanho, profundidade de bits, tipo de dado utilizado estão presentes.

## 6. Resultados

A partir dos resultados obtidos, evidencia-se o aumento do desmatamento em algumas regiões do Brasil.



**Figura 6 – Região do município de Apui – MA (2015)**



**Figura 7 – Região do município de Apui – MA (2016)**



**Figura 8 – Região do município de Altamira – PA (2015)**



**Figura 9 - Região do município de Altamira – PA (2016)**

## **7. Conclusões**

O processamento de imagens apresenta muitas soluções para diversos problemas do cotidiano, entretanto é necessária uma construção de base sólida de conhecimento para o domínio da matéria e a necessidade de recursos computacionais de alto desempenho para realizar as tarefas. As ferramentas foram escolhidas com base que elas fornecessem uma base de ajuda sólida, seja em forma de material ou de desenvolvedores. Procurou-se o uso de tecnologias livres e confiáveis e quando não fosse possível uma tecnologia similar com essa característica.

No início do projeto ele possuía um escopo de cobertura maior, era previsto a análise de todo território da floresta amazônica. Entretanto, ao decorrer do projeto essa proporção teve que ser reavaliada, pois a quantidade de imagens necessárias para abranger toda essa área se tornaria de extrema dificuldade podendo resultar na qualidade final do projeto. Devido a essa reavaliação o projeto se modificou com o objetivo central de detectar desmatamentos em áreas menores e de preservação ambiental.

O projeto em sua versão final atingiu todos os objetivos propostos, desde sua visão para o estudo ambiental e a utilização da tecnologia para melhor auxílio na prevenção do desmatamento.

## 8. Referências

AZEVEDO, T. S.; de. O Uso de Geotecnologias e a Legislação Ambiental: Aspectos Institucionais. CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro (SP) – Vol.5 – n.2.

BATISTELLA, M. et al. Satélites de Monitoramento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em 22 fev. 2020.

BERNINI, H.; OLIVEIRA, D. S. de. MORET, A. S. de. O uso de geoprocessamento para a tomada de decisão na utilização de recursos naturais estudo de caso Resex do Rio Ouro Preto - RO. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2315-2322.

CONCI, Aura; AZEVEDO, Eduardo; LETA, Fabiana. Computação gráfica volume 2: Processamento de Imagens Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2008

ESQUEF, Israel Andrade; ALBUQUERQUE Márcio Portes. Processamento Digital de Imagens 2003

FATORGIS. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/geotec.asp?orig=A4>. Acesso em 25 de fev. 2020.

FITZ, P. R. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. In: Geoprocessamento sem complicação, Ed. Oficina de Textos. 2008. pp. 98-138.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na Geografia Aplicada: difusão e acesso, Revista do Departamento de Geografia, USP nº 17, ISSN 0102-4582, 2005. p. 24 – 29.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E.; EDDINS, Steven L. Digital image processing using MATLAB. Pearson Prentice Hall, 2010.

MICHAELIS. Moderno dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Reader's Digest; São Paulo: Melhoramentos, 2000. 2 v.

MOREIRA, M. A. FUNDAMENTOS DO SENSORIAMENTO REMOTO E METODOLOGIAS DE APLICAÇÃO. 2. ed. Viçosa: Ufv, 2003.

NASCIMENTO, J. L. A. do. Uso de geotecnologia no monitoramento de unidades de conservação: Ocupações peri-urbanas na Apa margem esquerda do Rio Negro. Dissertação apresentada como requisito para obtenção de grau de Mestre do programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente Manaus, Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2010, 117p.il.color.

PACIORNIK, S.; MAURÍCIO, M. H. P. Digital Imaging. In: Vander-Voort, G. F. (Ed.). ASM Handbook, Metallography and Microstructures. v. 9, p. 368-402. Materials Park – OH, 2004.

RIBEIRO, R. J. C. da.; BAPTISTA, G. M. M. de.; BIAS, E. S. de. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5471-5478

RICHTER, M. Geotecnologias no Suporte ao Planejamento e Gestão de Unidades de Conservação. Estudo de Caso: Parque Nacional do Itatiaia. Anuário do Instituto de Geociências

ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto. Uberlândia, EDUFU. 2003. 5. ed. 109p.

SCURI, Antonio Escaño. Fundamentos da imagem digital. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em <<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~scuri/download/fid.pdf>> Acesso em 22 fev. 2020.

VIEIRA, Danilo R. Criando uma interface gráfica para obter distâncias entre pontos em uma figura. 2009. Disponível em < <http://alunoca.io.usp.br/~drvieira/matlab/gui-ptos/>> Acesso em 12 out. 2009.