



Octubre 2018 - ISSN: 1988-7833

## **VISÃO COMPUTACIONAL E ÁREAS CORRELATAS: APLICAÇÕES DAS GEOTECNOLOGIAS EM ESTUDOS AMBIENTAIS**

### **COMPUTATIONAL VISION AND RELATED AREAS: APPLICATIONS OF GEOTECNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL STUDIES**

### **VISIÓN COMPUTACIONAL Y ÁREAS CORRELATAS: APLICACIONES DE LAS GEOTECNOLOGÍAS EN ESTUDIOS AMBIENTALES**

**Celso Soares Costa<sup>1</sup>**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul  
[celso.costa@ifms.edu.br](mailto:celso.costa@ifms.edu.br)

**Lucimar Rodrigues Vieira Curvo<sup>2</sup>**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
[lucimar.curvo@cba.ifmt.edu.br](mailto:lucimar.curvo@cba.ifmt.edu.br)

**Grasiela Edith de Oliveira Porfírio<sup>3</sup>**

Universidade Católica Dom Bosco  
[grasi\\_porfitorio@hotmail.com](mailto:grasi_porfitorio@hotmail.com)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Celso Soares Costa, Lucimar Rodrigues Vieira Curvo y Grasiela Edith de Oliveira Porfírio(2018): "Visão computacional e áreas correlatas: aplicações das geotecnologias em estudos ambientais", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (octubre 2018). En línea:  
<https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/10/visao-computacional.html>

**RESUMO:** Geotecnologias vêm sendo incorporadas como tecnologias emergentes em estudos ambientais, de conservação e desenvolvimento sustentável. Essas ferramentas potencializam a coleta e análise de grandes quantidades de dados, auxiliando na tomada de decisões e elaboração de estratégias de gestão e conservação dos recursos naturais. O processamento de dados através de geotecnologias envolve o amparo direto e indireto de outras áreas do conhecimento que possuem íntima relação acadêmica, como a Visão Computacional (VC), o Processamento Digital (PDI), o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). O Objetivo principal deste artigo de revisão é reunir, de forma didática e simplificada, os conhecimentos básicos necessários para a utilização das geotecnologias e suas aplicações, buscando facilitar o entendimento e acesso para alunos (as), pesquisadores e profissionais, que não possuam formação específica nesta área do conhecimento. Torna-se relevante este estudo, visto que há constantes ações antrópicas no meio ambiente, acarretando alterações nos ecossistemas naturais, atingindo os recursos naturais e toda a sociedade, demandando então a tomada de decisões baseadas em conhecimento científico.

**PALAVRAS-CHAVES:** geotecnologias, estudos ambientais, geoprocessamento, sensoriamento remoto, Visão Computacional.

1. Doutorando em Ciências Ambientais e Sustentabilidade e Sustentabilidade Agropecuária. Universidade Católica Dom Bosco (UCDB).
2. Doutoranda em Ciências Ambientais e Sustentabilidade e Sustentabilidade Agropecuária. Universidade Católica Dom Bosco (UCDB).
3. Pós-doutoranda e Docente no curso de Ciências Ambientais e Sustentabilidade e Sustentabilidade Agropecuária. Universidade Católica Dom Bosco (UCDB).

**ABSTRACT:** Geotechnologies have been incorporated as emerging technologies in environmental studies, conservation and sustainable development. These tools enable the collection and analysis of large amounts of data, assisting in decision-making and elaboration of strategies for the management and conservation of natural resources. Data processing through geotechnologies involves the direct and indirect support of other areas of knowledge that have an intimate academic relationship, such as Computational Vision (VC), Digital Processing (PDI), Remote Sensing (SR) and Information Systems Geographic (SIGs). The main objective of this review article is to gather, in didactic and simplified form, the basic knowledge necessary for the use of geotechnologies and their applications, seeking to facilitate the understanding and access for students, researchers and professionals, who do not have specific training in this area of knowledge. This study becomes relevant, since there are constant anthropic actions in the environment, causing alterations in the natural ecosystems, reaching the natural resources and the whole society, therefore demanding decisions based on scientific knowledge.

**KEYWORDS:** geotechnology, environmental studies, geoprocessing, remote sensing, Computational Vision

**RESUMEN:** Geotecnologías vienen siendo incorporadas como tecnologías emergentes en estudios ambientales, de conservación y desarrollo sostenible. Estas herramientas potencian la recolección y análisis de grandes cantidades de datos, ayudando en la toma de decisiones y elaboración de estrategias de gestión y conservación de los recursos naturales. El procesamiento de datos a través de geotecnologías involucra el amparo directo e indirecto de otras áreas del conocimiento que tienen íntima relación académica, como la Visión Computacional (VC), el Procesamiento Digital (PDI), el Percepción Remota (SR) y los Sistemas de Información Geográficas (SIG). El objetivo principal de este artículo de revisión es reunir, de forma didáctica y simplificada, los conocimientos básicos necesarios para la utilización de las geotecnologías y sus aplicaciones, buscando facilitar el entendimiento y acceso para alumnos (as), investigadores y profesionales, que no posean formación específica en esta área del conocimiento. Se hace relevante este estudio, ya que hay constantes acciones antrópicas en el medio ambiente, acarreado alteraciones en los ecosistemas naturales, alcanzando los recursos naturales y toda la sociedad, demandando entonces la toma de decisiones basadas en conocimiento científico.

**PALABRAS-CLAVES:** geotecnologías, estudios ambientales, geoprocésamiento, sensorización remota, Visión Computacional.

## 1.INTRODUÇÃO

Muitos foram os avanços na ciência e tecnologia, sobretudo nas últimas cinco décadas, que auxiliaram na compreensão das diversas maneiras de conceber o ambiente e o espaço (Correa et al., 2010). Esses avanços vêm causando impactos expressivos nas mais diversas áreas do meio científico, sendo as geotecnologias um dos campos de maior crescimento e expansão nesse cenário (Marvin et al., 2016).

As geotecnologias podem ser compreendidas como as várias técnicas que incorporam tecnologias para adquirir, processar, analisar e expor dados georreferenciados, com coordenadas definidas, de informações capturadas por sensores digitais (Rosa, 2005). Além disso, as geotecnologias estão associadas ao estudo territorial, permitindo a organização espacial de dados, visualização de atributos espaciais, detecção de processos e comportamentos históricos e comparativos de dados (Luppi et al., 2015).

De fato, as geotecnologias vêm sendo incorporadas como tecnologias emergentes especialmente em estudos ambientais, de conservação e de desenvolvimento sustentável, facilitando a coleta e análise de grande quantidade de dados, permitindo inferências ecológicas e a elaboração de estratégias de gestão e conservação dos recursos naturais (Marvin et al., 2016). Ainda segundo Marvin et al. (2016) o uso dessas tecnologias contribui para superar dificuldades de recursos, delimitação de escalas e amostras. Esses autores destacam ainda a necessidade de que haja interação entre as diversas área do saber, possibilitando a abertura de novas frentes de estudo, visando entender sistemicamente as relações entre os seres vivos, a sociedade e os impactos das atividades antrópicas diante dos recursos naturais.

O processamento de informações de dados através de geotecnologias envolve o amparo direto e indireto de outras áreas do conhecimento que possuem íntima relação acadêmica, como a Visão Computacional (VC), Processamento Digital de Imagens (PDI), Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (Florenzano, 2002; Blaschke; Kux, 2005; Pancher, 2012). Contudo, para realizar estudos com rigor científico utilizando programas de computador aplicados às áreas das ciências ambientais, utilizando geotecnologias, faz-se necessário o conhecimento das tecnologias que estão disponíveis, entendendo seus aspectos, aplicações práticas e suas bases teóricas (Pereira; Diniz, 2016).

Muitas são as necessidades para a compreensão dos diversos fenômenos terrestres do ponto de vista ambiental, sendo que há a necessidade de uma abordagem integrada e sistêmica e, portanto, mais completa dessa temática (Galafassi et al., 2018). Torna-se primordial o aprimoramento, bem como a

ampliação do emprego de tecnologias modernas e avançadas, que permitam uma percepção mais ampla e dinâmica dos fenômenos que envolvem atividades antrópicas e o uso dos recursos naturais de maneira eficaz e de baixo custo, fato que tem ampliado o uso das geotecnologias e suas aplicações na sociedade (Sobral et al., 2017).

Segundo Costa et al. (2016) há diversos fatores que dificultam o acesso de usuários aos dados geoambientais, principalmente os obstáculos relacionados à riqueza das informações por causa da capacidade de manuseio dos SIGs pelos usuários, tendo em vista os diferentes formatos dos arquivos que compõem os sistemas, os quais exigem conhecimento e aprendizado relativo ao uso desses softwares e SIGs. Contudo, entende-se que com as facilidades de acesso as informações na atualidade, essa conotação vem se esvaindo e caindo por terra. Há uma infinidade de recursos tecnológicos disponíveis na rede mundial (internet), que permitem obter facilmente as informações, técnicas, tutoriais, tecnologias e conhecimentos científicos de embasamento teórico (Pedro; Chacon, 2017), visando o uso das geotecnologias aplicadas aos estudos ambientais (Florenzano, 2002; Costa et al (2016) de maneira gratuita e eficaz. Assim, o uso das geotecnologias vem se tornando um recurso mais popular (Almeida; Silva, 2016), passando a ser uma ferramenta crucial para o ensino (McClurg; Buss, 2007), pesquisa (Costa et al., 2016) e extensão (Pinho, 2011), principalmente no contexto de estudos ambientais (Florenzano, 2002; Silva; Almeida 2016; Costa et al. 2016).

Visando desmitificar essas dificuldades do uso de geotecnologias propôs-se como objetivo primordial deste artigo de revisão reunir, de forma didática e simplificada, os conhecimentos básicos e suas aplicações, necessários para a utilização dessas ferramentas, facilitando o entendimento e acesso para alunos (as), pesquisadores e profissionais, que não possuam formação específica nesta área do conhecimento.

## **2. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DOS ESTUDOS AMBIENTAIS**

O foco principal de atuação das ciências ambientais é estudar e analisar todas as áreas da teoria científica relacionadas ao cotidiano e ao entorno, vivência humana no planeta terra e o seu ambiente (Philippi Junior et al., 2000). Houve uma explosão na demanda de conhecimentos e informações sobre as questões ambientais mundiais e locais nas últimas décadas (Pott; Estrela, 2017). Nesse aspecto estão em ascensão na academia e na sociedade as discussões acerca da problemática ambiental, como as mudanças climáticas, da sustentabilidade socioambiental e o uso desordenado e esgotamento dos recursos naturais (Nunes et al. 2017; Santos; Silva, 2017). Esses autores ponderam ainda que essa percepção hoje é de extrema importância para a qualidade da vida, equidade social e ambiental.

Por meio de estudos das ciências atmosféricas, ecologia geral e aplicada, química, gestão e educação ambiental, geografia e geociências, aqueles que estudam as ciências ambientais ganham conhecimentos essenciais sobre o mundo onde vivemos (Compiani, 2017). Leff (2010, p.62) identifica três aspectos relevantes que estão direcionados aos desafios das ciências ambientais na atualidade, dentro de uma visão holística da relação homem/natureza, ou seja, meio ambiente e sociedade: a) promover estudos que visem dar explicações do contexto histórico das atividades humanas nos ecossistemas; b) realizar diagnósticos de acordo com as especificidades dos sistemas ambientais complexos, e c) propor e elaborar uma racionalidade produtiva centrada no planejamento ambiental e integrado dos recursos naturais.

De fato, o crescimento econômico dos países está intimamente associado aos problemas ambientais (Mello; Freire, 2014; Lara; Oliveira, 2017), e o desenvolvimento da sociedade, impulsionada pela globalização acarreta problemas ecológicos (Martine; Alves, 2015). Nesse sentido, são necessários estudos e abordagens ambientais de profissionais capacitados a planejar e gerenciar a qualidade do meio ambiente, associando a academia com o mundo produtivo, construindo um novo paradigma de uma sociedade socialmente responsável, sensível e ecologicamente dentro dos padrões de sustentabilidade (Perna et al., 2014). Nesse escopo percebe-se que o panorama mundial das tendências no campo das geotecnologias, compreendendo em especial as suas múltiplas aplicações para a solução de problemas ambientais (Bitar et al., 2000), encontra-se muito influenciado pelos debates inseridos na globalização mundial (Garcia et al., 2014).

As formas de ocupação do espaço e do uso dos recursos naturais vêm sendo construídos pela humanidade, com uma nova concepção, em busca da qualidade de vida como referência existencial (Silva et al., 2012), à sustentabilidade ambiental, social e econômica, tanto sob o ponto de vista local quanto regional e global. Lara e Oliveira (2017) entendem que as percepções de uso não podem possuir apenas um viés econômico e em grande escala, mas serem concebidas e avaliadas sob a perspectiva de sua efetiva contribuição à sustentabilidade, tanto sob o ponto de vista local quanto regional e global.

Pamplona e Cacciamali (2017) possuem o entendimento de que há uma busca de respostas para a controvérsia do paradoxo da abundância e os usos dos recursos naturais concebidas pela humanidade. Para esses autores deve-se considerar a idéia de que os recursos naturais não são apenas a posse ou dádiva da natureza e que estão prontos para uso direto. No entendimento dos autores a relação entre os recursos naturais só poderá ser validada como riqueza, quando se transformar em investimento e acúmulo de capital, desenvolvimento tecnológico (inovação tecnológica) e geração e aplicação de conhecimentos ao bem da sociedade (Pamplona; Cacciamali, 2017). Portanto, torna-se relevante destacar a necessidade de

uma mudança epistemológica e metodológica que dê suporte a produção com um novo modelo produtivo e uma nova consciência política e ambiental do cidadão, ofertando possibilidades de soluções tecnológicas efetivas para a solução de problemas ambientais já instalados, que são decorrentes das atividades antrópicas (Leff, 2001; Jacobi, 2003).

Para tanto, surgem estudos voltados para as ciências ambientais, associados com as diversas áreas do conhecimento científico, promovendo um estudo multi e interdisciplinar no contexto do meio ambiente, do espaço e das relações de ocupação e uso dos recursos naturais (Leite; França, 2009). Acredita-se que a prática de interações entre diversas áreas do saber promova diálogos, troca de conhecimentos, métodos e técnicas (Leite; França, 2009).

O caráter interdisciplinar da Visão Computacional é fundamentalmente importante para os diversos estudos e interesses (Förstner 2009). Esse autor destaca que as pesquisas podem ser complementadas por meio do uso da Visão Computacional, promovendo a junção dos grupos interdisciplinares, onde cada participante pode vivenciar as descobertas dos outros e devendo aceitar que uma área isolada não pode solucionar o problema da interpretação da imagem. Para este autor a Visão Computacional subsidia o uso das Geotecnologias, em especial o Sensoriamento Remoto, pois percebe que deve haver uma troca de saberes das disciplinas correlatas, mergulhando nas idéias dos demais pesquisadores para estruturar um campo do saber científico para a solução de problemas que são complexos.

### **3. VISÃO COMPUTACIONAL E ÁREAS CORRELATAS**

A grande complexidade dos estudos voltados às ciências ambientais exige soluções inovadoras que demandam, além do conhecimento especializado, o diálogo entre os diversos saberes científicos (Viveiros et al., 2015), novas atitudes e comportamentos dos agentes envolvidos para compreender e propor repostas para uma realidade multifacetada (Jacobi, 2003). Nessa perspectiva de elucidação de problemas, surgem as geotecnologias e suas áreas correlatas (Bacani et al., 2015). Como áreas correlatas (afins) às geotecnologias menciona-se a Visão computacional, o Processamento Digital de Imagens e Sensoriamento Remoto. Estes campos do saber, aliados às geotecnologias permitem avanços nas pesquisas e solução de problemas ambientais (Mendonça et al., 2011).

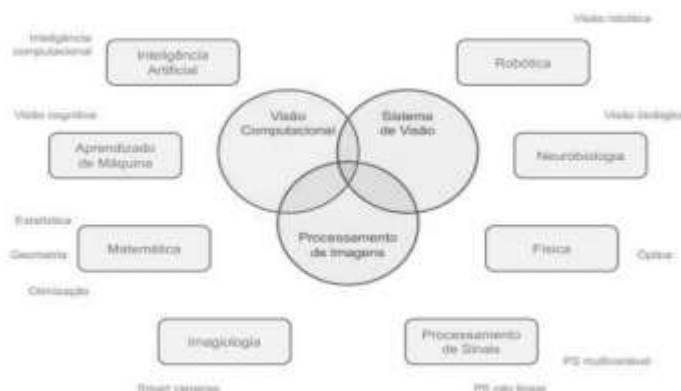
#### **3.1 Visão Computacional**

A Visão Computacional é um campo interdisciplinar que lida com o modo como os computadores podem ser estruturados para obter um entendimento de imagens obtidas por um sensor (Szeliski, 2010). Do ponto de vista da engenharia, ele procura automatizar tarefas que o sistema visual humano pode fazer (Ballard; Brow, 1982). Bridle et al. (2013) destacam que há necessidade de colaboração efetiva entre diferentes disciplinas para maximizar os benefícios potenciais da interdisciplinaridade para futuras atividades de pesquisa. Da mesma forma, complementa Huang (1996), que a Visão Computacional tem um objetivo duplo. Explica que do ponto de vista das ciências biológicas, a VC visa chegar aos modelos computacionais do sistema visual humano. Ainda explica que, do ponto de vista da engenharia da visão, visa construir sistemas autônomos que poderiam executar algumas das tarefas que o sistema visual humano pode executar (e até superá-lo em muitos casos).

As tarefas de Visão Computacional incluem métodos para aquisição, processamento, análise e compreensão de imagens digitais e extração de dados de alta dimensão do mundo real para produzir informações numéricas ou simbólicas e assim auxiliar na tomada de decisões (Klette, 2014). Esse autor menciona que a Visão Computacional visa usar câmeras ou sensores para capturar, analisar ou compreender cenas do mundo real. Logo, este campo da ciência estuda metodologicamente a solução de problemas por meio de algoritmos, bem como tópicos relacionados à implementação de soluções por meio de reconhecimento de objetos, permitindo o entendimento mais significativo e mais próximo da concepção dos seres humanos.

Percebe-se neste escopo que compreender significa a transformação da imagem e a capacidade de descrever o mundo real, havendo interações com outros processos do pensamento que resultariam em ação apropriada (Ballard; Brown, 1982). Esse desencadeamento de informações simbólicas foi concebido a partir de dados de imagens, baseando-se em modelos já pré-concebidos, auxiliados pelas ciências como, a geometria, física e teorias da aprendizagem (Marengoni; Stringhini, 2009; Forsyth; Ponce, 2012). Para Ballard (1999) está claro que é improvável que o cérebro seja compreendido sem recorrer a teorias computacionais.

Destaca-se que a Visão Computacional se desenvolveu em muitos países e nas últimas décadas, tendo em vista contribuir para originar novas tecnologias e processos que venham de encontro as necessidades e tomadas de decisões (Pecoraro et al., 2010). De forma mais específica e abrangente, Fernandes (2012) apresenta as áreas pertencentes a Visão Computacional (Figura 1).



**Figura 1** – Áreas pertencentes a Visão Computacional.  
**Fonte:** Fernandes (2012 p. 28)

Segundo Saldaña (2013) há muitas aplicações da Visão Computacional, dentre elas: na indústria, no mapeamento terrestre e aéreo de recursos naturais, no monitoramento de culturas, na agricultura de precisão, na robótica, guia automático, mapeamento terrestre, na inspeção não destrutiva de propriedades do produto, no controle de qualidade e na classificação de linhas de processamento e na automação geral de processos. Saldaña (2013), pondera ainda que esta ampla gama de aplicações decorrem do fato de que os sistemas de Visão Computacional fornecem quantidades de informações sobre a natureza ou atributos de análise de cena.

Para entender melhor o campo de atuação da Visão Computacional, deve-se entender que com os seres humanos percebe-se a realidade do mundo a nossa volta com grande facilidade (Szeliski, 2010). Através dos processos morfofisiológicos da visão humana é possível identificar os aspectos dos traços dos rostos das pessoas, permitindo perceber suas sensações, devido as características externalizadas (Szeliski, 2010). Os olhos dos seres humanos identificam os objetos e detectam as imagens, e transformar isso para um modelo computacional é mais difícil, exigindo muitos processos e procedimentos (Szeliski, 2010). Por conseguinte, a Visão Computacional pode ser resumida como a transformação de dados a partir de uma captação de imagem, seja por qualquer tipo de sensor ou instrumento (como por exemplo as máquinas fotográficas, satélites ou de vídeo), promovendo transformações para alcançar um determinado objetivo específico (Bradski; Kaehler, 2008). Além disso, esta tecnologia permite para a possibilidade de estudar cenas em regiões da espectro eletromagnético no qual o olho humano não é sensível, como radiação ultravioleta (UV) ou infravermelho regiões espectral (Zude, 2008). Assim entende-se definitivamente que o objeto da pesquisa da Visão Computacional é propiciar aos computadores características e capacidades de percepção para que eles possam “sentir” o ambiente, “entender” os dados detectados, tomar as ações apropriadas e aprender com essa experiência a fim de melhorar o desempenho futuro. O campo de sua atuação continua evoluindo e a sua aplicabilidade não deixa dúvidas (Sebe, 2005).

Há grande evolução da área de Visão Computacional, passando da aplicação de reconhecimento de padrões clássicos e métodos de processamento digital de imagens para avanços de técnicas de compreensão de informações úteis nas imagens com a visão baseada em modelo e conhecimento (Sebe et al., 2005; Wizbicki; Battisti, 2014). Nos últimos anos, observa-se um aumento na demanda por sistemas de Visão Computacional para resolver problemas do “mundo real” (Sebe et al., 2005). Assim sendo, para esses autores, o atual estado da arte em Visão Computacional precisa de avanços significativos para lidar com aplicativos do mundo real, como navegação, reconhecimento de alvos, fabricação, interpretação de fotos, Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens, sendo amplamente entendido que muitas dessas aplicações exigem robustez e flexibilidade para otimizar o desempenho em um determinado cenário.

### 3.2 Processamento digital de Imagens

A área de Processamento Digital de Imagens teve seu grande impulso com o aprimoramento e a criação dos primeiros computadores digitais de grande porte, que eram utilizados pelo programa espacial norte americano. Usando técnicas computacionais para a melhoria de imagens se iniciou no *Jet Propulsion Laboratory*, em Pasadena, no estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, em 1964. Nessa época havia transmissão de imagens que vinham da sonda Ranger, onde se corrigiam várias distorções inerentes à câmera de TV que era acoplada à essa sonda. Estas técnicas serviram como base para o aprimoramento do realce de imagens e restauração de imagens de outros programas espaciais posteriores, como as expedições tripuladas da série Apollo (Marques Filho; Vieira Neto, 1999). Atualmente quase não há área de atuação técnica que não seja impactada de alguma forma pelo Processamento Digital de Imagens (Gonzales; Woods, 2010).

Assim, entende-se que o Processamento Digital de Imagens é o método para executar alguma operação na imagem, a fim de obter um aprimoramento e extração de informações úteis da mesma (Kale;

Kanhe, 2017). Marques Filho e Vieira Neto (1999) complementam a definição de Processamento Digital de Imagem como sendo uma área que vem sendo objeto de crescente interesse por permitir viabilizar grande número de aplicações em duas categorias bem distintas: (i) o aprimoramento de informações pictóricas para interpretação humana; e (ii) a análise automática por computador de informações extraídas de uma cena.

Ainda, Marques Filho e Vieira Neto (1999, p.2) apresentam a sua versão dos elementos de um sistema de Processamento Digital de Imagem para uso genérico. Esclarecem que esse sistema pode ser adotado com baixo custo ou sofisticadas estações de trabalho, as quais são utilizadas em aplicações que utilizam muitas imagens. Esse sistema abrange as principais operações que se pode efetuar sobre uma imagem (Figura 3).

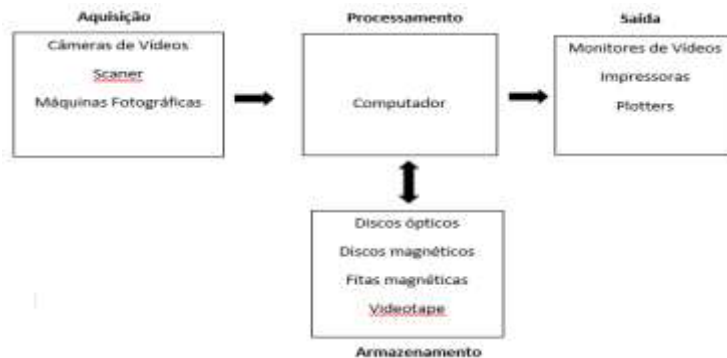


Figura 3 – Elementos de um sistema de Processamento Digital de Imagens.  
Fonte: Marques Filho; Vieira Neto (1999 p.2)

Marques Filho e Vieira Neto (1999) explicam o significado das etapas da seguinte forma:

- Etapa de aquisição: é a conversão de uma imagem digital em representação numérica, visando o Processamento Digital de Imagem. A captura é feita por um dispositivo, sensor físico, que é sensível aos espectros eletromagnéticos. Posteriormente se converte o sinal eletromagnético em informação digital;
- Armazenamento: divide-se em três categorias: 1) para curta duração durante o processamento; 2) armazenamento em massa, visando a recuperação rápida; 3) arquivamento, para futuras recuperação.
- Processamento: expresso em forma de algoritmos, via software e ou hardware;
- Transmissão: as imagens que já estão digitalizadas podem ser enviadas (transmitidas) a longa distância por redes de computadores e protocolos de comunicação;
- Exibição: é a representação de imagens de forma apropriada para o tratamento computacional, em uma ou mais dimensões.

Da mesma forma, Gonzales e Woods (2010) agrupam os elementos de um sistema de uso geral de Processamento Digital de Imagens (Figura 4).

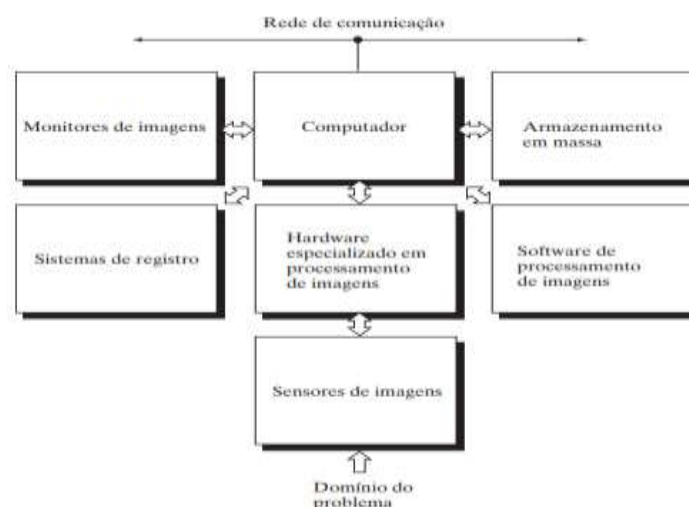


Figura 4 – Elementos de um sistema de Processamento Digital de Imagens de uso geral.  
Fonte: Gonzales e Woods (2010)

Segundo Meneses et al. (2012) temos que entender que o Processamento Digital de Imagens, passa do escopo de como podemos ler dados digitais das imagens e como podemos processá-las. Para estes autores o acesso aos computadores e o grande avanço na produção de programas computacionais tornaram essa tarefa mais acessível e popular aos usuários, principalmente se tratando de imagens de satélite. Para eles, os entendimentos matemáticos ou estatísticos dos algoritmos possibilitaram a interpretação computacional das imagens, permitindo até manipulá-las.

### 3.4 Computação Gráfica

A Computação Gráfica (CG) é uma vertente da ciência da computação que se preocupa em estudar e desenvolver técnicas e algoritmos para a geração (síntese) de imagens através de recursos computacionais (Manssour; Cohen, 2006 p. 1). Esses autores fazem referência que atualmente a Computação Gráfica é usada em diversas áreas do saber humano, desde o projeto de construção de um automóvel até o desenvolvimento de jogos eletrônicos, como os usados em vídeos games.

Eck (2018 p.1) define o termo Computação Gráfica como todas as coisas que envolvem a criação ou manipulação de imagens utilizando computadores, inclusive imagens animadas. Ainda, explica que a imagem quando visualizada na tela de um computador é composta de *Pixels*, pequenos e difíceis de se individualizar. Para este autor a tela de um computador consiste em uma grade retangular, organizados em várias linha e colunas.

Nesse contexto, percebe-se que há uma íntima relação entre as áreas de Visão Computacional e Processamento Digital de Imagem com a Computação Gráfica. O Processamento Digital de Imagem tem abrangência nos estudos e pesquisas, visando o uso e aprimoramento de técnicas para realizar a manipulação de imagens, promovendo melhorias nessa imagem, como por exemplo cor, brilho, contraste ou aplicação de filtros e a Visão Computacional vem a trabalhar partindo da análise da imagem. A Visão Computacional busca conhecer as especificações de seus componentes para identificar os modelos geométricos que a compõem (Manssur; Cohen, 2006).

## 4. GEOTECNOLOGIAS COM BASE NAS ÁREAS CORRELATAS DA VISÃO COMPUTACIONAL, PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Entende-se que as geotecnologias possuem caráter interdisciplinar, convergindo para áreas do conhecimento, como a ciência da computação, geografia, planejamento urbano, engenharias, estatística e outras, não possuindo um corpo básico de conceitos teóricos (Câmara et al., 2003). Segundo Batista (2005 p. 5) há uma nítida relação da área das geotecnologias, VC e as áreas correlatas a essa: a PDI, a CG e entre outras (Figura 5).

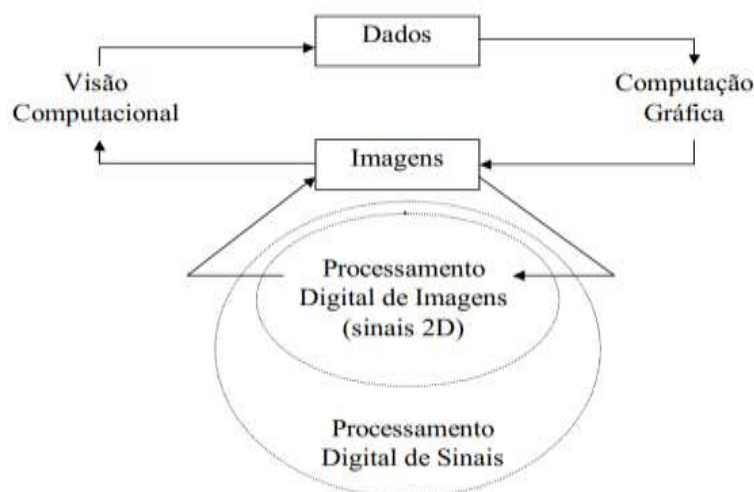


Figura 5 – Áreas correlatas: Visão Computacional, Processamento Digital de Imagens e Computação Gráfica.  
Fonte: Batista (2005 p. 5)

Batista (2005) relaciona a Visão Computacional, descrevendo que essa área visa analisar as imagens e a Computação Gráfica sintetizar essas imagens, mas menciona que o Processamento Digital de Imagem pode envolver as duas operações. O autor esclarece ainda que o Processamento Digital de Imagem possui campo autônomo de pesquisa e aplicação, podendo ser encontrado nas etapas de geração de imagem e de pós-processamento em computação gráfica e na fase pré-processamento em Visão Computacional.



Câmara et al. (2003) consideram o aspecto interdisciplinar das geotecnologias (geoinformação) e mostram a sua importância na construção das representações computacionais do espaço, representando da melhor forma a realidade. Esses mesmos autores informam que as estruturas de dados e algoritmos disponíveis para geotecnologias são condicionantes para se ter uma expressão computacional da realidade do espaço geográfico.

Nesse aspecto, corrobora-se com Silva et al. (2014) que contextualizam o papel da Visão Computacional no aspecto de como os computadores processam e extraem informações importantes a que se objetiva o estudo, permitindo reconhecer, manipular e pensar sobre essas informações da imagem. Nesse aspecto, as geotecnologias aplicam as técnicas computacionais das áreas da Visão Computacional e do Processamento Digital de Imagem para compreender a realidade espacial de uma localidade, a partir de uma imagem, principalmente aquelas capturadas por sensores de satélites em órbita.

Santos e Nour (2017) mostram a transdisciplinaridade e envolvimento das diversas áreas correlatas às geotecnologias, onde é possível a associação de um conjunto de dados (banco de dados), relacionando a cartografia, imagens digitais obtidas por diversos sensores, modelagem em 3D e pontos georreferenciados. Esses autores explicam que os Sistemas de Informações Geográficas integrados às geotecnologias são sistemas de informações que integram as tecnologias a partir de disciplinas como geografia, biologia, geodésia, estatística, inteligência artificial, ciência da computação, demografia, fotometria, sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e muitas outras.

De forma a simplificar os métodos e técnicas adotados para o uso das tecnologias aplicadas ao estudo de imagens de satélites, faz-se necessário compreender a evolução da área das geotecnologias. É relevante ressaltar que a Visão Computacional e Processamento Digital de Imagem, como áreas correlatas, são importantes e estão implícitas na elaboração dos *softwares* e *hardwares* (Barbosa; Silva, 2009), algoritmos (Szeliski, 2010) e outras tecnologias matemáticas e computacionais (Fonseca et al., 2016) para que se realize estudos ambientais, a partir de imagens de satélite (Florenzano, 2002).

Em uma conotação de agrupar, Oliveira (2013) relata o mesmo sentido que a união das diversas áreas tecnológicas permitiu a implementação de técnicas avançadas para os estudos ambientais e espaciais. Esse mesmo autor refere a “fusão” das áreas de fotogrametria, banco de dados, Sensoriamento Remoto, Computação Gráfica, e CAD (*Computer Aided Design*). Esse autor menciona ainda que ao agregar disciplinas teóricas, práticas, conceituais e metodológicas, como a Geografia, Cartografia, Geometria (Matemática), Geodésia foi possível lidar com aspectos para análise espacial (Figura 6).

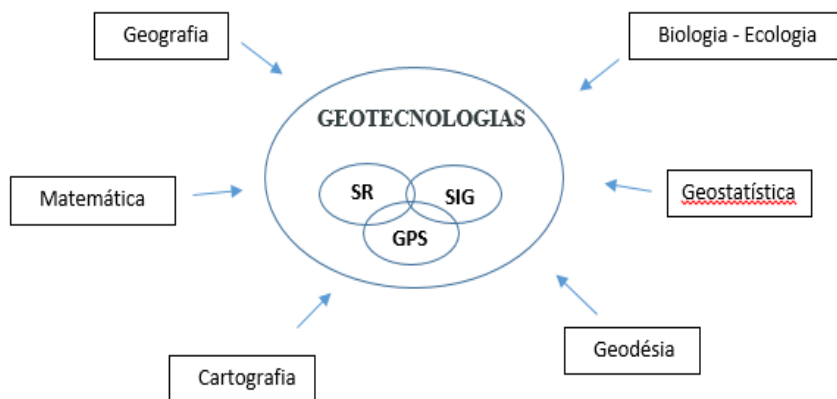


Figura 6 – Interações entre as Disciplinas Associadas às Geotecnologias.  
Fonte: Elaboração Própria

Ainda nesse aspecto, Matias (2001) e Favrin (2009) entendem que as geotecnologias visam a aplicação de várias tecnologias que envolvem a computação, associada a conhecimentos científicos necessários na organização de informações espaciais, adquirindo, tratando e produzindo informações com conhecimento de coordenadas geográficas, ou seja, georreferenciadas, facilitando a tomada de decisões.

Houve nítida evolução das geotecnologias dando origem a várias especialidades (Prina; Trentin, 2015). Segundo Moura (2014), e Ferreira (2014) os termos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e Geoecologias (Geoprocessamento) estão relacionados, mas possuem significados e abordagens diferentes. SIGs são ferramentas computacionais de geotecnologias e estão relacionados com o processamento de dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos), enfatizando as análises espaciais e modelagens de superfícies (Burrough, 1987; Rosa, 2005). Já as geotecnologias utilizam diversas técnicas, visando a coleta, tratamento, manipulação e análise de dados espaciais. Não distante os Sistemas de Informações Geográficas estão empenhados no tratamento de dados geográficos georreferenciados (Câmara, 2001).



Assim o autor entende que os Sistemas de Informações Geográficas armazenam, manipulam, visualizam e editam enorme quantidade de dados estruturados em um banco de dados.

A seguir alguns exemplos de aplicações e usos das geotecnologias com escopo e direcionamento para as diversas áreas do conhecimento, principalmente no que tangem as ciências ambientais (Quadro 1).










Quadro 1 – Exemplos de estudos com aplicações de geotecnologias e áreas correlatas em estudos ambientais.




| <b>EXEMPLOS DE ESTUDOS</b>   | <b>SOFTWARE SUGERIDO</b>                                 | <b>AUTORES</b>  |
|--|--|---|
| Gestão de Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas                                 | ArcGis e ENRI  | Pinheiro et al. (2009); Novo (2010); Gao et al. (2012) Ferreira et al. (2016); Santos et al. (2016); Cunha; Silva (2017); Nascimento; Fernandes (2017); Sobral et al. (2017); |
| Riscos potenciais de poluição hídrica difusa e pontual                             | ArcGis, ENVI   | Cicerelli e Galo (2015); Lima et al. (2016);  |
| Qualidade da água de reservatórios e bacias hidrográficas                          | ENVI, TerrHidro e QGis                                   | Costa et al. (2012); Moraes e Sais (2016); Mengue et al. (2017);  |
| Conflitos de uso da terra (APPs)   | ArcGis, Global Mapper, QGis e Interimage, ERDAS IMAGINE  | Gasparini et al. (2013); Cunhae Bacani (2015); Nunes e Roig (2015) Oliveira et al. (2016); Cherroli (2017)  |
| Mineração  | IDRISI, QGis, ArcGis e SAGAGis                           | Hoff et al. (2008); Grande et al. (2016); Dias et al. (2016)  |
| Fragilidade ambiental  | ArcInfo/ ArcMap, ArcGis; GeoDMA – TerraView, ArcView.    | Bacani et al. (2015); Saito et al. (2016); Valle et al. (2016); Schiavo et al. (2016); Braga et al. (2017);   |
| Planejamento Ambiental   | Spring, Fragstats, WEKA, Auto CAD, ArcGis,               | Silva et al. (2016); Honda et al. (2015); Poelking et al. (2015); Rizzo et al. (2017); Mengue et al. (2017).  |
| Índices espectrais, diagnóstico da vegetação e degradação e fragmentação ambiental | Spring, ENVI, WASI e ERDAS                               | Lopes et al. (2011); Silva (2013); Pirovanni et al. (2015); Saito et al. (2016)   |
| Zoneamento Geoambiental, Gestão e Planejamento Ambiental                           | SGL, ArcView, CorelDraw, Globo Mapper, Surfer e Spring,) | Garcia et al. (2010); Lisboa e Ferreira (2011); Santos (2016);  |
| Evapotranspiração em Sub-Bacias Hidrográficas                                      | MRT, ArcMap™, ERDAS e MODTRAN                            | Lima (2001); Lima et al. (2014); Anda et al. (2015); Coaguila et al. (2017)   |
| Monitoramento de Riscos de Incêndios Florestais                                    | ArcGis,  | Eugenio (2013); Aguiar et al. (2015); Santos et al. (2017); Torres et al. (2017)  |
| Agricultura  | ArcGis e QGis  | Berra et al. (2012); Mueller; Sassenrath (2015); Pereira et al. (2016); Miranda et al. (2017);  |
| Saúde  | QGis, MapInfo,   | Andrade et al. (2014); Leite et al. (2015); Marques et al. (2017); Sousa Júnior et al. (2017)   |

Fonte: Autores

Segundo Mendonça et al. (2011) o acesso facilitado pela popularização da internet facilitou o alcance de muitos usuários, principalmente nos Sistemas de Informações Geográficas livres e ferramentas colaborativas. Ainda informam que existe disponível gratuitamente na rede mundial de computadores *softwares* livres (Quadro 2) e Banco de Dados Geográficos (Quadro3), que permitem que qualquer usuário possa utilizar essas tecnologias, para que se possa armazenar, compreender e agir, a partir de estudos ambientais mais integrados.

Quadro 2 – Softwares livres, manuais de uso/tutoriais e características.

| SOFTWARE LIVRE  | DOWNLOADS   | MANUAIS PARA USUÁRIOS/TUTORIAIS   | CARACTERÍSTICAS   |
|---|---|---|---|
| Spring       | <a href="http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php">http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php</a>                             | <a href="http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html">http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html</a>   | Desenvolvido pelo INPE, gratuito, processa imagens, realiza análises espaciais, modelagens numéricas de terreno (MDT) e consulta dados espaciais.   |
| VisualSIG    | <a href="http://www.aldape.pt/visualsig">http://www.aldape.pt/visualsig</a>   | <a href="http://www.aldape.pt/visualsig">http://www.aldape.pt/visualsig</a> (tutorial no próprio software)  | Suporta vários formatos de dados geográficos: <i>dados vetoriais</i> (ENRI, ArcInfo, Google, SQL, PostGIS, MySQL, SQLite); <i>Dados Matriciais</i> (TIFF, ECW, Grid ArcInfo, GDAL, WMS).  |
| gvSIG        | <a href="http://www.gvsig.com/pt/web/guest/produtos/gvsig-desktop/downloads">http://www.gvsig.com/pt/web/guest/produtos/gvsig-desktop/downloads</a> | <a href="http://www.gvsig.com/pt/web/guest/produtos/gvsig-desktop/downloads">http://www.gvsig.com/pt/web/guest/produtos/gvsig-desktop/downloads</a>   | Software de manipulação de dados espaciais; Interface amigável; realiza manipulação de dados vetoriais e matriciais, com suporte OGC (WMS, WCS, WFS e KML).   |
| qGIS         | <a href="https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html">https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html</a>                               | <a href="https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/training_manual/">https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/training_manual/</a>   | Suporta arquivos shapefile, tabelas espaciais PostgreSQL/postGIS, MapInfo, GDAL (dados matriciais) e possuem <i>plugin</i> para GASS;   |
| KosmoGIS    | <a href="http://www.opensig.es/index.php?option=com_docman&amp;Itemid=42">http://www.opensig.es/index.php?option=com_docman&amp;Itemid=42</a>       | <a href="http://www.opensig.es/index.php?option=com_docman&amp;task=cat_view&amp;gid=19&amp;Itemid=42">http://www.opensig.es/index.php?option=com_docman&amp;task=cat_view&amp;gid=19&amp;Itemid=42</a> | Usa linguagem JAVA; Possui ferramentas de cartografia <i>raster</i> , vetorial, consulta, edição e análise; possibilidade de dispositivo móvel.   |
| GRASS GIS  | <a href="https://grass.osgeo.org/download/">https://grass.osgeo.org/download/</a>   | <a href="https://grass.osgeo.org/documentation/tutorials/">https://grass.osgeo.org/documentation/tutorials/</a>   | GRASS (Sistema de Suporte a Análise de Recursos Geográficos); Possui mais de 400 funções para análise geoespacial, elabora mapas temáticos de caracterização física, integra banco de dados, processa imagens e visualiza.                      |
| TerraView  | <a href="http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php?id=wiki:downloads">http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php?id=wiki:downloads</a>     | <a href="http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php?id=wiki:documentation:tutorial_basic">http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php?id=wiki:documentation:tutorial_basic</a>                   | Elaborado pelo INPE, sendo construído sobre a biblioteca TerraLib; Suporta dados vetoriais e matriciais em SGBD; Importa dados vetoriais (MID/MIF, ShapeFile, SPRING-Geo, Atlas GIS BNA).   |
| uDig       | <a href="http://udig.refractory.net/download/">http://udig.refractory.net/download/</a>   | <a href="http://udig.github.io/docs/user/">http://udig.github.io/docs/user/</a>   | Suporta formatos <i>raster</i> e acesso de dados ArcSDE, GeoTIFF, GRASSraster, gTOPO30, imagens (JPG, TIFF, GIF, PNG) JPK2, MatLab; Formatos vetoriais e acesso APP-esquema, ArcsDE, CSV, DXF, EdiGeo, Excel, GeoJson, ORg, WFS, ShapFile, etc. |
| ILwis      | <a href="https://www.itc.nl/ilwis/download/">https://www.itc.nl/ilwis/download/</a>   | <a href="http://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf">http://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf</a>   | Apresenta diversidade de comandos para importação de dados geoespaciais, elaboração de sistemas, edição vetorial, processamento de cartas topográficas e vetorização.   |
| SAGA GIS  | <a href="https://sourceforge.net/projects/saga-gis/">https://sourceforge.net/projects/saga-gis/</a>   | <a href="https://sourceforge.net/projects/saga-gis/feature-">https://sourceforge.net/projects/saga-gis/feature-</a>   | System for Automated Geoscientific Analysis (SAGA), possui facilidade   |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|               | <a href="#">gis/files/</a>  | <a href="#">requests/</a>   | para implementação de novos algoritmos ( <i>Application Programming Interface</i> ), roda em Linux e Windows e suporta dados raster, tabulares e vetoriais; permite implementação de algoritmos.  |
| Diva-Gis<br>  | <a href="http://www.diva-gis.org/download">http://www.diva-gis.org/download</a>       | <a href="http://www.diva-gis.org/documentation">http://www.diva-gis.org/documentation</a>       | Possui utilização intuitiva; próprio e especializado para análise da biodiversidade (distribuição de espécies), potencialidades de Sensoriamento Remoto e realiza análise de expansão urbana e parâmetros físicos dos ambientes (mapas temáticos físicos) |
| MapWindow<br> | <a href="https://www.mapwindow.org/#download">https://www.mapwindow.org/#download</a> | <a href="https://www.mapwindow.org/#documentation">https://www.mapwindow.org/#documentation</a> | É um SIG que usa extensões em <i>Plugins</i> , suportam diversos banco de dados geográficos, WMS. Possui navegador de repositório e com caixa de ferramentas reinicializáveis.  |

Fonte: (Elaboração Própria)

Nas últimas três décadas era mais difícil o acesso dos usuários a Banco de Dados Geográficos (BDG) para representar o espaço de forma computacional que estavam disponíveis na Internet (Casanova et al., 2005). Esses autores ponderam que a disponibilização de Dados Geográficos em massa, acompanhou a evolução dos padrões ligados a Internet, que foram gradativamente implementados a partir *World-Wide Web Consortium* (W3C, 2000), acompanhada pelo desenvolvimento tecnológico dos Sistemas Distribuídos, permitindo o aumento da disponibilidade de dados (Montgomery; Shuch, 1993; 2007; Casanova et al., 2005).

Segundo Queiroz e Ferreira (2006) a partir das necessidades dos usuários de *Softwares* e Sistemas de Informações Geográficas para estudos geoambientais, torna-se necessário a consulta a Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Geográficos (SGBDGs). Para estes autores os Sistemas de Informações Geográficas foram elaborados em diferentes arquiteturas, que são usadas para recuperar e armazenar dados geográficos (espaciais), a partir do uso de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Geográficos. Os principais Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos disponíveis na Internet estão compilados no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 – exemplos de Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos.

| GERENCIADOR DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS | ACESSO E DOWNLOADS  | DADOS DISPONÍVEIS E OU CARACTERÍSTICAS  | MANUAL/TUTORIAL   |
|---|---|---|---|
| MySQL SPATIAL                             | <a href="https://www.mysql.com/downloads/">https://www.mysql.com/downloads/</a>           | Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) com código aberto; segue especificações do Consócio Geospacial Aberto (OGC); permite a geração, armazenamento e análise de características geográficas para representar e manipular de valores espaciais; | <a href="https://dev.mysql.com/doc/">https://dev.mysql.com/doc/</a>                             |
| PostgreSQL + PostGIS                      | <a href="https://www.postgresql.org/download/">https://www.postgresql.org/download/</a> e | Disponível para vários sistemas operacionais, com código aberto, relacional (tabela); Orientado por objetos (hierárquico); apresenta <i>cluster</i> de Banco de Dado.   | <a href="https://www.postgresql.org/docs/manuals/">https://www.postgresql.org/docs/manuals/</a> |

Fonte: (Elaboração Própria) a partir de Queiroz e Ferreira (2006).

Os manuais de Sistemas de Informações Geográficas e *Softwares* para estudos ambientais podem ter uma percepção inicial complexa, entretanto quando se adquire os pacotes e *plug-in* todos já vêm com as programações computacionais. Diferente do que muitos pensam, não há necessidades de entender de Programação de Computadores para o seu manuseio, porém dependendo do Sistema de Informações Geográficas ou *Software* será importante conhecimentos de uso de computadores (informática básica). Todavia, é crucial o domínio do idioma Inglês para a realização de trabalhos ambientais através dos Sistemas de Informações Geográficas e *Softwares*, embora a maioria tem opção disponível em português e outras línguas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As geotecnologias representam uma grande área do conhecimento que possui uma amplitude enorme de usos e aplicações em todos os ramos de ciências e pesquisas teóricas e aplicadas, se tornando ferramenta crucial para estudos nas ciências ambientais. Neste estudo foram demonstradas as suas aplicações e as bases de apoio introdutório e simplificado das relações entre a Visão Computacional, Computação Gráfica e o Processamento Digital de Imagens e áreas correlatas. Listou-se grande quantidade de referências clássicas e atuais nas áreas computacionais, com intuito de abrir caminhos e perspectivas de estudos nas diversas áreas do saber.

O uso das geotecnologias pode contribuir significativamente para a evolução e coesão de estudos ambientais, pois está amparada e subsidiada por áreas sólidas e embasadas de conhecimentos técnicos, tecnológicos e científicos. Assim, por meio de aplicações das geotecnologias em estudos ambientais, pode-se contribuir para entendimento das relações homem-natureza, uso dos recursos naturais de forma a garantir a sustentabilidade, bem-estar, saúde, justiça e equidade socioambiental.

## 9. AGRADECIMENTOS

A Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) pela bolsa taxa concedida.

## 8. REFERÊNCIAS

Almeida, N. V., & Silva, M. D. (2016): "Geotecnologias e meio ambiente. – Analisando uma área de proteção ambiental". João Pessoa (PB). F e F Editora. Disponível em: [https://issuu.com/lcg.ccae.ufpb/docs/geotecnologias\\_e\\_meio\\_ambiente-e-bo](https://issuu.com/lcg.ccae.ufpb/docs/geotecnologias_e_meio_ambiente-e-bo). Acesso em: 21 de maio de 2018.

Anda, A., Soos, G., & Silva, J. A. T. da, Kozma-Bognar, V. (2015): Regional evapotranspiration from a wetland in central Europe, in a 16-year period without human intervention. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.205, p.60-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.02.010>. Acesso em 23 de maio de 2018.

Andrade, I. M., Santana, G. M. S., & Sacramento, R. V. O. (2014): Geoprocessamento em saúde: um estudo sobre a leishmaniose tegumentar americana no Vale do Jiquiriçá, Bahia, Brasil. *HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 10 (18): 1 - 13, Jun. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/22437/14806>. Acesso em 27 de maio de 2018.

Bacani, V. M., Sakamoto, A. Y., Luchiari, A., & Quérol, H. (2015): Sensoriamento remoto e SIG aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de bacia hidrográfica. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, v. 14, n. 2, p. 119-135. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/47726>. Acesso em 23 de maio de 2018.

Ballard, D. H. (1999): "An Introduction to Natural Computatio". MIT Press

Ballard, D. H.; Brown, C. M. (1982): "Computer Vision". Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Batista, L. V. (2005): "Notas de Aula da Disciplina Introdução ao Processamento Digital de Imagens". Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <http://www.di.ufpb.br/leonardo/pdi/PDI2005.pdf>. Acesso em: 23 de maio 2018.

Barbosa, M. E. F., Furrier, M., & Lima, E. R. V. (2013): Mapeamento de adequação de uso das terras através da técnica de análise de multicritério em ambiente SIG: estudo de caso do município de conde - PB, Brasil. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 22(1), 13-23. May 26, 2018, Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-215X2013000100002&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2013000100002&lng=en&tlng=pt). Acesso em: 25 de abril de 2018.

Barbosa, B. B. B., & Silva, J. C. (2009): Interação Humano - Computador usando Visão Computacional. *Revista TECCEN*. Edição Especial, v. 2, n. 1. – ISSN 1984-0993 9. Disponível em: <http://editorauss.uss.br/index.php/TECCEN/article/view/223/171>. Acesso em 25 de maio de 2018.

Berra, E. F., Brandelero, C., Pereira, R. S., Sebem, E., & Goergen, L. C. G., Benedetti, A. C. P., Lipper, D. B.

(2012): Estimativa do volume total de madeira em espécies de eucalipto a partir de imagens de satélite LANDSAT, *Revista Ciência Florestal*, v. 22, n. 4. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/view/7566>. Acesso em: 27 de mai de 2018.

Blaschke, T., & KUX, H. (2005): “Sensoriamento Remoto e SIG: Novos sistemas sensores: Métodos inovadores”. São Paulo, Oficina de textos.

Braga, C.C., Cabral, J. B. P., Lopes, S. M. F., & Batista, D. F. (2017): Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do reservatório da UHE Caçu – Goiás. *Ciência e Natura*, Santa Maria v.39, Ed. Esp. PROCAD/CAPES 2017, p. 81 – 98. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/26978/pdf>. Acesso em 23 de abril de 2018.

Bridle, H.; Vrieling A.; Cardillo, M. Araya, Y.; & Hinojosa, L. (2013): Preparing for an interdisciplinary future: a perspective from early-career researchers. *Futures*, 53:22–32. doi:10.1016/j. futures.2013.09.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328713001158>. Acesso em 23 de abr de 2018.

Burrough, P .A. (1987): “Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment”. Clarendon Press, Oxford. 193p.

Câmara, G., Monteiro, A. M. V., & Medeiros, J. S. (2003): “Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da ciência da Geoinformação”. *Revista Geografia UNESP*, 28 (1):83-96, jan/abril Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Gilberto\\_Camara2/publication/242763509\\_Representacoes\\_Computacionais\\_do\\_Espaco\\_Um\\_Dialogo\\_en\\_e\\_a\\_Geografia\\_e\\_a\\_Ciencia\\_da\\_Geoinformacao/links/00b7d5377a8d220725000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gilberto_Camara2/publication/242763509_Representacoes_Computacionais_do_Espaco_Um_Dialogo_en_e_a_Geografia_e_a_Ciencia_da_Geoinformacao/links/00b7d5377a8d220725000000.pdf). Acesso em 20 de abril de 2018.

CASANOVA, M. A., CÂMARA, G., DAVIS JR., C., VINHAS, L., & QUEIROZ, G. R. (2005): “Bancos de Dados Geográficos”. 1. ed. Curitiba: Editora MundoGeo, 2005. v. 1. 506p

Schiavo, B. N. V., Hentz, Â. M. K., Corte, A. P. D., & Sanquetta, C. R. (2016): Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria – RS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr, p. 464–474. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19981>. Acesso em 24 de abril de 2018.

Cherrolí, G. B. (2017): Mapeamento de uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Descoberto, no Distrito Federal, por meio de classificação orientada a objetos com base em imagem do satélite Landsat 8 e softwares livres. *Rev. Bras. Geom.*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 172-185. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/5417/3584>. Acesso em: 17 de abril de 2018.

Cicerelli, R. E., & Galo, M. L. B. T. (2015): Sensoriamento remoto multifonte aplicado na detecção do fitoplâncton em águas interiores *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, UAEE/UFCG – v.19, n.3, p.259–265. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 12 de abril de 2018.

Coaguila, D. N., Hernandez, F. B. T., Teixeira, A. H. de C., Franco, R. A. M., & Leivas, J. F. (2017): Water productivity using SAFER - Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving in watershed. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(8), 524-529. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n8p524-529>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

Compiani, M.. (2017): Utopias e ingenuidades da educação ambiental?. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23(3), 559-562. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170040001>. Acesso em: 27 de maio de 2017.

Costa, C. W., Moschini, L. E., & Lorandi, R. (2016): “Aquisição de dados geográficos em plataformas livres para estudos ambientais em bacias hidrográficas”. MORAES, MEB. & LORANDI, R., (Orgs). *Métodos e*



- técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 15-33. ISBN 978-85-7455-443-3.
- Costa, I. B. C., Oliveira, S. M. L., & Santos, J. W. M. C. (2012): Avaliação da qualidade da água do reservatório de manso através do sensoriamento remoto orbital (LANDSAT-5/TM). *Revista Biodiversidade* - V.11, N1, pág. 31. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/viewFile/704/591>. Acesso em: 25 de maio de 2018.
- Cunha, E. R. S., & Bacani, V. M. (2015): Geoprocessamento e SIG aplicado na identificação dos conflitos de uso da terra e legislação ambiental na bacia hidrográfica do córrego Indaiá, Aquidauana-MS. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0164.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2018.
- Cunha, E. R. V., Bacani, M., & Ribeiro, A., L. (2013): Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental. *Revista da ANPEGE*, v. 9, n. 12, p. 89-105, jul./dez. Disponível em: <http://www.anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/316>. Acesso em: 25 de maio de 2018.
- Dias, L. M. S., Coelho, R. M., Valladares, G. S., Assis, A. C. C., Ferreira, E. P., & Silva, R. C. (2016): Predição de classes de solo por mineração de dados em área da bacia sedimentar do São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9), 1396-1404. <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900038>. Acesso em 16 de abril de 2018.
- Eck, D. J. (2018): "Introduction to Computer Graphics. Version 1.2". Hobart and William Smith Colleges. Department of Mathematics and Computer Science. Disponível em: <http://math.hws.edu/eck/cs424/downloads/graphicsbook-linked.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2018.
- Favrin, V. G. (2009): "As Geotecnologias como instrumento de Gestão Territorial Integrada e Participativa". Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo,
- Ferreira, M. J. M., Viana Júnior, M. M., Pontes, A. G. V., Rigotto, R. M., & Gadelha, D. (2016): Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quê e para quem?. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(3), 743-752. <https://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015213.21012015>. Acesso em 14 de abril de 2018.
- Fernandes, L. A. F. (2012): "Visão Computacional". Universidade Federal Fluminense – UFF. Disponível em: <http://www2.ic.uff.br/~julius/icc/vcomp.pdf>. Acesso em: 09 de mar de 2018.
- Florenzano, T. C. (2002): "Imagens de Satélite para Estudos Ambientais". Editora Oficina de Textos. 97pp.
- Forsyth, D. A., Ponce, J. (2012): "Computer Vision, A Modern Approach". Prentice Hall.
- Förstner, W. (2009): "Computer Vision and Remote Sensing – Lessons Learned," in *Photogrammetric Week 2009*, Heidelberg, pp. 241-249.
- Galafassi, D., T. M., Daw, M., Thyresson, S., Rosendo, T., Chaigneau, S., Bandeira, L., Munyl, I., & Gabrielsson, K. (2018): Stories in social-ecological knowledge cocreation. *Ecology and Society* 23(1):23. Disponível em: <https://doi.org/10.5751/ES-09932-230123>. Acesso em: 21 de maio de 2018.
- Gao, H., Birkett, C., & Lettenmaier, D. P. (2012): Global monitoring of large reservoir storage from satellite remote sensing. First published. *Water Resources Research*, v. 48, W09504. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2012WR012063>. Acesso em 14 de abril de 2018.
- Garcia, A. S., Acorci Filho, L. C., & Garcia, S. D. (2014): Integrando ecologia, economia e geotecnologia em tomadas de decisão. *Interações (Campo Grande)*, 15(2), 373-382. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1518-70122014000200015>. Acesso em: 27 de maio de 2018.
- Gasparini, K. A. C., Lyra, G. B., Francelino, M. R., Delgado, R. C., Oliveira Junior, J. F., F., Gomes, A. (2013): Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos

- do Uso da Terra em Seropédica-RJ. *Floresta Ambient.*, v. 20, Issue 3, p. 296-306. Disponível em: <http://floram.org/articles/view/id/52375ce95ce02a5951000008>. Acesso em 15 de abril de 2018.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2010): "Processamento digital de imagens". Revisão técnica: Marcelo Vieira e Mauricio Escarpinati; tradução Cristina Yamagami e Leonardo Piamonte. - 3. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall. Disponível em: [http://minhateca.com.br/caiosbentes/Documentos/PDI/Processamento-Digital-de-Imagens-3\\*c2\\*aaEd,1080339857.pdf](http://minhateca.com.br/caiosbentes/Documentos/PDI/Processamento-Digital-de-Imagens-3*c2*aaEd,1080339857.pdf). Acesso em: 03 de abril de 2018.
- Grande, T. O., Almeida, T., & Cicerelli, R. E. (2016): Classificação orientada a objeto em associação às ferramentas reflectância acumulada e mineração de dados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(12), 1983-1991. <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016001200009>. Acesso em 20 de mai de 2018.
- Honda, S. C. A, L. et al . Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana*, Curitiba , v. 7, n. 1, p. 62-73, Apr. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-33692015000100062&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692015000100062&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 26 maio de 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.007.001.A004>.
- Hoff, R.; Vaccaro, S.; & Krob, A. J. D. (2008): Aplicação de geotecnologias: detecção remota e geoprocessamento - para a gestão ambiental dos recursos hídricos superficiais em Cambará do Sul, RS, Brasil. *Tékhne - Revista de Estudos Politécnicos*, (10), 103-127. Recuperado em 25 de maio de 2018, de [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-99112008000200008&lng=pt&tlng=es](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-99112008000200008&lng=pt&tlng=es).
- Huang, T. S. (1996): "Computer Vision: Evolution and Promise. International conference." 5th, High technology: Imaging science and technology; Chiba; Japan. 13-20.
- Jacobi, P. (2003): Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, (118), 189-206. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>. Acesso em: 27 de maio de 2018.
- Kale, S. S., & Kanhe, R. K. (2017): "A Review on Image Defogging. In International Conference on Digital Signal & Image Processing (ICDSIP)-2017. Organised by Maharashtra Institute of Technology, Aurangabad (Maharashtra), India. ISSN: 2249 – 8958, Volume-6, Issue-ICDSIP17. Disponível em: <https://www.ijeat.org/icodsip2017/>. Acesso em: 28 de março de 2018.
- Klette, R. (2014): "Concise Computer Vision". Springer. Disponível em: <https://www.springer.com/la/book/9781447163190>. Acesso em 23 de maio de 2018.
- Lara, L. G. A., & Oliveira, S. A. (2017). A ideologia do crescimento econômico e o discurso empresarial do desenvolvimento sustentável. *Revista Cadernos FGV/EPAPE*. v.15, nº 2, Artigo 8, Rio de Janeiro, Abr./Jun . Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais (IBEPES), Curitiba – PR, Brasil. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512017000200326&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512017000200326&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em 23 de abril de 2018.
- Leite, M. J. V., F., Dantas, A., & Roncalli, A. G. (2015): Epidemiology and place: a spatial area for health analysis. *Revista Holos*, v. 8. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2854>;. Acesso em: 27 de maio de 2018.
- Leite, M. E., & França, I. S. (1999): Geografia e Geoprocessamento: uma relação interdisciplinar. *Revista OKARA: Geografia em debate*, v.3, n.2, p. 223-347. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/okara/article/view/2177/5933>. Acesso em: 28 de maio de 2018.
- Leff, H. (2010): "Epistemologia Ambiental". 5.ed. São Paulo: Cortez, 239 p.
- Lima, R. N. S., Ribeiro, C. B. M., Barbosa, C. C. F., & Rotunno Filho, O. C. (2016): Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(1), 139-150. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-41520201600100127676>. Acesso em: 13 de abril de 2018.
- Lima E. P., Sediyaama, G., Chohaku, A. R. G., Lopes, V. D., & Silva, B. B. (2014): Evapotranspiração real diária em sub-bacias do Paracatu, utilizando produtos do sensor Modis. *Rev. Ceres*, 61 ( 1 ): 17-27. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000100003>. Acesso em: 25 de mai de 2018.



Lima, J. E. F. W., Silva, C. L. da, & Oliveira, C. A. S. (2001). Comparação da evapotranspiração real simulada e observada em uma bacia hidrográfica em condições naturais de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(1), 33-41. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000100007>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

Lopes, N. S., Moreau, M. S., & Moraes, E. B. (2011): Análise da paisagem com base na fragmentação - caso APA Pratigi, Baixo Sul da Bahia, Brasil. REDE – *Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 6, n.1, p. 53-67, mar.

Manssour, I. H., & Cohen, M. (2006): Introdução à Computação Gráfica. *Revista RITA*. V. XIII, n 2.. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5a42/ad63524ced2f335912c2a769d74942f0652b.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2018.

Manssour, I. H., & Cohen, M. "Introdução à Computação Gráfica". *Revista de Informática teórica e Aplicada*. ITA, v. XIII, n 2, 2006. Disponível em: <https://www.inf.pucrs.br/manssour/Publicacoes/TutorialSib2006.pdf>.

Marques Filho, O., & Vieira Neto, H. (1999): "Processamento Digital de Imagens". Rio de Janeiro: Brasport, ISBN 8574520098. Disponível em: <http://www.ogemarques.com/wp-content/uploads/2014/11/pdi99.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2018.

Marvin, D. C., Koh, L. P., Lynam, A. J., Wich, S., Davies, A. B., Krishnamurthy, R., Stokes, E., Starkey, R., & Asner, G. P. Integrating technologies for scalable ecology and conservation. *Global Ecology and Conservation*, v. 7, July 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.07.002>. Acesso em 04 de junho de 2014.

Matias, L. F. (2001): "Sistema de informações geográficas (SIG): teoria e método para representação do espaço geográfico". Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 313p.

Martine, G., & Alves, J. E. D. (2015): Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 32(3), 433-460. Epub November 13. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-3098201500000027>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

McClurg, P. A., & Buss, A. (2007): Professional development: Teachers use GIS to enhance student learning. *Journal of Geography*, 106 (2): 79-87. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221340701477831>. Acesso em 09 de maio de 2018.

Mello, N. B., & Freire, J. A. (2014): Crescimento econômico e meio ambiente: a dimensão ambiental da globalização. *Revista Cadernos de Ciências Sociais da UFRPE*. V.2, n5. Disponível em: <http://journals.ufrpe.br/index.php/cadernosdecienciasocias/article/view/431432>. Acesso em: 08 de mar de 2018.

Mendonça, R. A. M., Bernasconi, P., Santos, R., & Scaranello, M. (2011): "Uso das Geotecnologias para Gestão Ambiental: Experiências na Amazônia Meridional". Cuiabá: ICV- Instituto Centro de Vida. Disponível em: <https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/uso-das-geotecnologias-para-gest%C3%A3o-ambiental.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

Meneses, P. R., Almeida, T. – (ORGs). (2012): Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Universidade de Brasília. Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em 23 de maio de 2018.

Mengue, V., Guerra, R., Monteiro, D., Moraes, M., & Vogt, H. (2017): Análise da expansão urbana em áreas suscetíveis à inundação utilizando o modelo HAND: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. *GOT, Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (12), 231-253. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.010>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

Miranda, A. C. C., Veríssimo, A. M., & Ceolin, A. C. (2017): Agricultura De Precisão: Um Mapeamento Da Base Da Scielo Precision Agriculture: A Scielo Base Mapping. *Revista Gestão.Org*, v. 15, Edição Especial, p. 129-137. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231252>. Acesso em 26 de maio de 2018.

Morais, R. S., & Sais, A. C. (2016): Caracterização e diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente da calha principal do manancial de abastecimento da cidade de Teófilo Otoni, MG. *Revista Geonorte*, v. 7 n. 27. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte%20/article/v%20iew/2668>. Acesso em 25 de maio de 2018.

MONTGOMERY, G. E., & SCHUCH, H. C. (1993; 2007): "GIS Data Conversion Handbook". John Wiley & Sons. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470173244>. Acesso em: 16 de abril de 2018.

Nascimento, T. V., & Fernandes, L. L. (2017): Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. *Ciência e Natura*, Santa Maria v.39 n.1, p. 170 . Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21737/pdf>. Acesso em 05 de abril de 2018.

Novo, E. M. L. (2010): Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Ed. São Paulo: Blucher. Disponível em: [https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu\\_sensoriamento\\_remoto\\_isbn9788521204411](https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_sensoriamento_remoto_isbn9788521204411). Acesso em 19 de abril de 2018.

Nunes, M. E. R., França, L. F., & Paiva, L. V. (2017): Eficácia de diferentes estratégias no ensino de Educação Ambiental: associação entre Pesquisa e Extensão universitária. *Revista Ambiente & sociedade*, v. 20( 2 ): 59-76. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2017000200059&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2017000200059&lng=en). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc228r1v2022017>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

Nunes, J. F., & Roig, H. L. (2015): Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do DESCOBERTO, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. *Revista Árvore*, 39(1), 25-36. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100003>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

Nunes, J. F., & Roig, H. L. (2016): Modelagem dos conflitos de uso e ocupação do solo como ferramenta para o planejamento territorial: o caso da bacia do alto curso do rio Descoberto DF/GO. *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 68/7: 1285-1301. Disponível em: <http://www.isie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/1551/1014>. Acesso em 16 de abril de 2018.

Pamplona, J. B., & Cacciamali, M. C. (2017): O paradoxo da abundância: recursos naturais e desenvolvimento na América Latina. *Revista Estudos Avançados*. São Paulo , v. 31, n. 89, p. 251-270. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000100251&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100251&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 08 de Mar de 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890020>.

Parashar, A. (2017): Importance of computer vision for human life. *International Journal. Adv. Res.* 5(3), 2396-2399. Disponível em: <http://www.journalijar.com /article /16366/importance-of-computer-vision-for-human-life/>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

Pecoraro, W.; Jorge, L. A. de C.; Barbato, D. M. L.; De Groote, J. J. (2010): Detecção e classificação de fungos em laranjas pós-colheita por meio de processamento digital de imagens. *Anais do VI Workshop de Visão Computacional*. 04-07 de Julho de 2010- FCT/UNESP - P. Prudente. EMBRAPA.

Pedro, K. M., & Chacon, M. C. M. (2017): Pesquisas na internet: uma análise das competências digitais de estudantes precoces e/ou com comportamento dotado. *Educ. rev.*, Curitiba , n. 66, p. 227-240. . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-4060201700040\\_0227&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-4060201700040_0227&lng=en&nrm=iso). Acesso em 21 Maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.50335>

Pereira, V. H. C., & Diniz, M. T. M. (2016): Geotecnologias e Ensino de Geografia: algumas aplicações práticas. *Revista Caderno de Geografia*. v. 26, n. 47. Disponível em: [http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v\\_26n47\\_p656\\_/10133](http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v_26n47_p656_/10133). Acesso em: 08 de março de 2018.

Perna, D., Soares, A. M. D., Curvo, R. J. C., & Curvo, L. R. V. (2014): Educação ambiental e a química no curso de Técnico em Agricultura do Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Cáceres – MT (Brasil), *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, n. 21 (octubre 2014). Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/delos/21/quimica.html>. Acesso em 26 de maio de 2018.

Pereira, L. S., Silva, D. O., & Pamboukian, S. V. D. (2016): Sensoriamento remoto aplicado à agricultura de precisão no cultivo de bambu. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*, v.16, n 1. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/9972>. Acesso em 27 de mai de 2018.

Philippi Jr, A., Tucci, C. E. M., Hogan, D. J., & Navegantes. R. (2000). *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais* - São Paulo : Signus Editora.

Pinheiro, M. R. C., Werneck, B. R., Oliveira, A. F., Moté, F., Marçal, M. S., Silva, J. A. F., & Ferreira, M. I. P. (2009): Geoprocessamento aplicado à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé-RJ. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p. 4247-4254. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.53.42/doc/4247-4254.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2018.

Pinho, R. M. M. (2011): O uso de software livre SIG no ensino. *Revista FOSSGIS Brasil*, 2º ed. 30-35. Disponível em: <http://fossgisbrasil.com.br/download/>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

Poelking, E. L., Dalmolin, R. S. D., Pedron, F. A., & Fink, J. R. (2015): Sistema de Informação Geográfica aplicado ao levantamento de solos e aptidão agrícola das terras como subsídios para o planejamento ambiental do município de Itaara, RS. *Revista Árvore*, 39(2), 215-223. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200001>. Acesso em: 24 de abril de 2018.

Pott, C. M., & Estrela, C. C. (2017). Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. *Estudos Avançados*, 31(89), 271-283. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

Prina, B. Z., & Trentin, R. (2015): Geotecnologias: discussões e análises a respeito da evolução dos Sistemas Global de Navegação por Satélites – GNSS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* Santa Maria, v. 19, n. 2. p. 1258-1270. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/16044/pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

Queiroz, G. R., & Ferreira, K. R. (2016): Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos. GeoBrasil 2006 Instrutores. Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE). Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo\\_GeoBrasil2006.pdf](http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf). Acesso em 29 de maio de 2018.

Rosa, R. (2005): Geotechnologies on applied geographie. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 16, p. 81-90. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288/51024>. Acesso em: 07 de março de 2018, 07:45 horas.

Saito, N. S., Arguello, F. V. P., Moreira, M. A., Santos, A. R. , Eugenio, F. C., & Figueiredo, A. C. (2016): Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. *Revista Cerne*, 22(1), 11-18. <https://dx.doi.org/10.1590/01047760201622011935>. A cesso em 21 de maio de 2018.

Saldaña, E., Siche, R., Luján, M., & Quevedo, R. (2013): Revisão: visão computacional aplicada à inspeção e ao controle da qualidade de frutas e verduras. *Brazilian Journal of Food Technology*. Campinas, v. 16, n. 4, p. 254-272, out./dez. Disponível em: <http://www.scielo.br/bjft/v16n4/a02v16n4.pdf>. Acesso em 23 de Março de 2018.

Santos, C. S., & Nour, A. D. A. (2017): Aplicação de técnicas de geoprocessamento para subsidiar a análise e tomada de decisão no âmbito da atenção básica para a vigilância em saúde. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/01/geoprocessamento.html>.. Acesso em: 21 de maio de 2018.

Santos, L. S., Gutierrez, C. B. B., Pontes, A. N., Souza, A. A. de A., Martoran, L. G., & Silva Junior, O. M. (2016): Geotecnologia aplicada na análise de bacias hidrográficas e rede de drenagem: estudo das bacias hidrográficas do Murucutu e Aurá, Belém, Pará. *Revista SODEBRAS*, v. 11, n. 124, p. 131-135. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1047887>. Acesso em 22 de abril de 2018.

Santos, W. A. A. (2016): Geoprocessamento aplicado ao zoneamento geoambiental: subsídio à implantação de empreendimentos de geração de energia eólica. *Revista de Geociências do Nordeste*, ,v. 2, n 2. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10648>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

Santos, F. R., & Silva, A. M. (2017): A importância da educação ambiental para graduandos da Universidade Estadual de Goiás: Campus Morrinhos. *Interações (Campo Grande)*, 18(2), 71-86. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.20435/inter.v18i2.1427>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

Santos, L. S., Silva Junior, O. M., & Tozi, S. C. (2017): Sistema de informação geográfica aplicado nos registros de incêndios da cidade de Belém, estado do Pará. *InterEspaço*, Grajaú/MA, v. 3, n. 10 p. 65-79 set./dez. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/viewFile/7843/4976>. Acesso em 23 de maio de 2018.

Sebe, N., Cohen, I., GARG, A., & Huang, T. S. (2005): Machine Learning in Computer Vision. *Springer Science & Business Media*. ISBN 978-1-4020-3274-5. Disponível em: <https://www.springer.com/gb/book/9781402032752>. Acesso em 24 de abril de 2018.

Silva, A. S. Souza, J. G., & Leal, A. C. (2012): Qualidade de vida e meio ambiente: experiência de consolidação de indicadores de sustentabilidade em espaço urbano. *Revista Sustentabilidade em Debate*, v. 3, n. 2, p. 177-196, jul/dez. Brasília/DF, UnB. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/8133>. Acesso em 08 de abril de 2018.

Silva, M. P., Santos, F. M. D., & Leal, A. C. (2016): Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Olga, UGRHI Pontal do Paranapanema – São Paulo. *Sociedade & Natureza*, 28(3), 409-428. <https://dx.doi.org/10.1590/1982-451320160307>. Acesso em 27 de abril de 2018.

Silva, M. M. A. P. M., Faria, S. D., & Moura, P. M. (2017): Modelagem da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22(1), 133-143. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017134420>. Acesso em 25 de mai de 2018.

Sobral, M. C., Lopes, H., Candeias, A. L., Melo, G., & Gunkel, G. (2017): Geotecnologias na gestão de reservatórios: uma revisão e uma proposta de integração. *Eng Sanit Ambiental*, v.22, n.5. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00841.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2018.

Sousa Júnior, A. S., Menezes, P. V. R. C. Miranda, C. S., Costa, R. J. F., Catete, C. P., & Chagasteles, E. J. Análise espaço-temporal da doença de Chagas e seus fatores de risco ambientais e demográficos no município de Barcarena, Pará, Brasil. *Rev. bras. Epidemiol*, 20 ( 4 ): 742-755. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201700040015>. Acesso em 27 de maio de 2018.

Szeliski, R. (2010). "Computer vision: algorithms and applications". 1 ed. Estados Unidos: Springer Science & Business Media,. 812 p. Disponível em: [http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook\\_20100903\\_draft.pdf](http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf). Acesso em 23 de abril de 2018.

Torres, F. T. P., Roque, M. P. B., Lima, G. S., Martins, S. V., & Faria, A. L. L. (2017): Mapeamento do Risco de Incêndios Florestais Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. *Floresta e Ambiente*, v. 24. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.025615>. Acesso em 27 de maio de 2018.

Valle, I. C., Francelino, M. R., & Pinheiro, H. S. K. (2016): Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. *Floresta e Ambiente*, v. 23(2): 295-308. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.107714>. Acesso em 23 de abril de 2018.

Viveiros, E. P., Miranda, M. G., Novaes, A. M. P., & Avelar, K. E. S. (2015): Por uma nova ética ambiental. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*. v.20, n.3. p. 331-336. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000300331&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000300331&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em 13 de abril de 2018.

Wizbicki, S. A., Battisti G. (2014): Relatório técnico-científico. Reconhecimento de padrões em imagens aplicando visão computacional. *Anais do XXII Seminário de Iniciação Científica – Salão do Conhecimento*. UNIJUI. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/3408/2813>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

WORLD-WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 1999, XSL Transformations (XSLT) Version 1.0.