

## **Análise de multicritérios no mapeamento de adequação do uso do solo no município de Caraúbas-PB**

Priscila Pereira Souza de Lima <sup>1</sup>  
Eduardo Rodrigues Viana de Lima <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário de João Pessoa- UNIPÊ/UBTECH  
Caixa Postal 318- 58053000 – João Pessoa - PB, Brasil  
pris\_psl@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba-UFPB/CCNEN  
Caixa Postal 5071 - 58059900 – João Pessoa - PB, Brasil  
eduvianalima@ gmail.com

**Abstract.** The use of land for the development of activities such as agriculture and livestock has caused major changes to the environment, especially when they are practiced intensively, disregarding the suitability of the fragility and natural resources. In planning agricultural activities involving the suitability of land use, various environmental criteria are involved in decision-making. These criteria can and should be analyzed jointly. From this perspective the present study aimed to conduct a study on the suitability of land use in the municipality of Caraúbas-PB using geoprocessing techniques and advanced analysis. The criteria evaluated were: land use, areas of restriction, soil types and land suitability. By analyzing the results we observed that only 0.45% of the study area has high suitability for use, 54% have medium suitability, 41.51% have low fitness and 4% have restricted use. The methodology was able to offer an overview of the studied object providing subsidy for better matching of land use and better management of the natural resources of the county.

**Key words:** GIS, Multicriteria and Adequacy of Use.

### **1-Introdução**

A ausência e até a deficiência de planejamentos para o uso sustentável dos recursos naturais vem despertando a atenção e uma maior cobrança pela sociedade, na necessidade urgente de se criar soluções e estratégias, as quais minimizem a degradação ambiental, garantindo assim o uso racional dos recursos naturais. Tais soluções e estratégias visam diminuir as pressões sobre estes recursos, onde os mesmos são utilizados de forma racional e equilibrada, assegurando assim as necessidades da sociedade atual, bem como para as futuras gerações (SANTOS, 2009).

A utilização das terras para o desenvolvimento de atividades como agricultura e pecuária tem causado grandes alterações ao meio ambiente, principalmente quando estas são praticadas de forma intensiva, desconsiderando a fragilidade e aptidão dos recursos naturais. Em decorrência desta postura, aparecem impactos significativos no ambiente de produção que são exemplificados pela diminuição da qualidade e disponibilidade de água, pela estrutura e qualidade dos solos, refletindo no deslocamento e aporte de sedimentos, nutrientes, poluentes agroquímicos e dejetos de animais, ocasionando problemas de assoreamento e contaminação dos cursos de água (CORSEUIL, 2006).

O planejamento é um processo contínuo que busca as melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, sejam elas econômicas e/ou ambientais, a partir de diagnósticos que identifiquem e definam qual o melhor uso (CABRAL, 2008)

Na elaboração de planejamentos agroambientais exigem-se, dentre outras informações, aquelas relacionadas ao diagnóstico físico, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo,

vegetação, recursos hídricos etc. Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícola mais adequada, garantindo a produção e controlando a erosão, por um tempo indeterminado (MENDONÇA et al, 2006).

O uso racional do solo é uma ação essencial para aqueles que pretendem utilizá-lo de maneira correta, buscando uma melhor preservação contra os efeitos prejudiciais decorrentes de seu mau uso. Um aspecto fundamental para o manejo e uso da terra é a disponibilidade de informações atualizadas e precisas (MOURA & SIMIÃO, 2001). Mas, para que o planejamento ambiental seja eficaz é necessário considerar as potencialidades e os limites de resiliência de cada ecossistema. É fundamental analisar os diversos critérios que devem ser envolvidos no processo de tomada de decisão.

No planejamento das atividades agrícolas, que envolve a adequação de uso das terras, vários critérios ambientais são envolvidos nos processos de tomada de decisão. Esses critérios podem ser analisados de forma conjunta, utilizando-se técnicas de análise de multicritérios e de geoprocessamento. O uso de sistemas de informação geográfica, enquanto ferramenta de geoprocessamento, aliado a técnica de análise de multicritérios, possibilita a padronização e a integração de dados, que normalmente são provenientes de diversas fontes, permitindo que se realize uma avaliação conjunta dos mesmos, proporcionando mais eficiência e confiabilidade no processo de tomada de decisão para promover a adequação de uso das terras (BARROS et al, 2004).

Nessa perspectiva, o presente trabalho objetiva analisar a adequação de uso do solo no município de Caraúbas, situado no Cariri Paraibano, por meio técnicas de geoprocessamento e do método de análise de multicritérios. Assim, busca-se fazer o diagnóstico relacionando fatores físicos como solos, relevo, declividade e recursos hídricos com fatores de intervenção humana como uso e ocupação do solo, enfocando a avaliação conjunta através de multicritérios, na tentativa de entendimento das relações entre o homem e o meio natural, o que possibilita o estabelecimento de ações de integração entre planejamento territorial e gestão ambiental.

## 2- Metodologia do Trabalho

### 2.1- Área de Estudo

O município de Caraúbas está localizado na microrregião do Cariri Paraibano (Figura1). Sua área é de 446 km<sup>2</sup> representando 0.7895% do Estado, 0.0287% da Região e 0.0052% de todo o território brasileiro. A sede do município tem uma altitude aproximada de 451 metros distando 191,9 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/PB 148/PB 186 (CPRM, 2005).

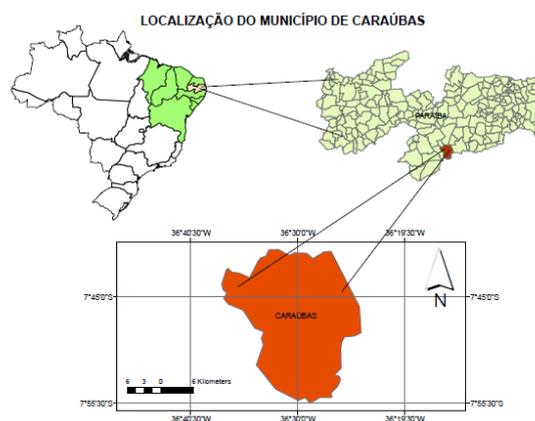


Figura 1- Localização do Município de Caraúbas- PB.

O município de Caraúbas está inserido predominantemente na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo tropical semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm.

No diagnóstico relacionando fatores físicos como solos, relevo, declividade e recursos hídricos com fatores de intervenção humana como uso e ocupação do solo, enfocando a avaliação conjunta através de multicritérios e técnicas de geoprocessamento. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5- TM datada em 24/05/2010 nas bandas 1,2,3,4,5,6,7 fornecidas gratuitamente pelo INPE e aplicadas técnicas de Registro de imagens, realizada a partir de uma imagem CBERES, técnicas de realce e posterior recorte da região de estudo através de arquivo vetorial. Todo o processamento foi realizado no sistema de informações geográficas Spring 1.8. A Análise de multicritérios foi desenvolvida através do LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico) a partir da análise associada e ponderação dos diferentes critérios ambientais adotados, abordados mais detalhadamente nos resultados e discussões.

### 3- Resultados e Discussões

A Figura 2 exibe o mapa de solos com a classificação e distribuição das quatro diferentes áreas encontradas. A identificação dos solos foi feita com o intuito de obter informações das potencialidades e fragilidades deste recurso, através do reconhecimento de suas propriedades químicas e físicas descritas pela Embrapa (1999).

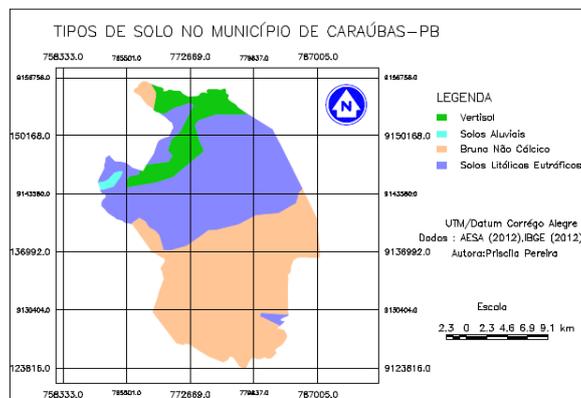


Figura2- Mapa dos tipos de solo no Município de Caraúbas- PB de acordo com a classificação da EMBRAPA (1999).

O mapa de solos foi elaborado com base nas classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), podendo assim identificar a ocorrência de quatro tipos de solos: Vertisol, Solos Aluviais, Bruno não Cálcico e Solos Litólicos Eutróficos.

O Vertisol é um tipo de solos mineral não hidromórficos com séria restrição temporária à percolação de água, com 30% ou mais de argila ao longo do perfil, e que apresentam mudança de volume de acordo com a variação do teor de umidade. Apresentam elevado potencial nutricional para as plantas (EMBRAPA, 2011).

Os solos aluviais, atualmente classificados como Neossolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas. São pouco evoluídos, desenvolvidos de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos. São considerados de grande potencialidade agrícola. Os solos Bruno não Cálcico geralmente ocorrem em relevo suave

ondulado, é raso e raramente ultrapassa 1 m de profundidade, e apresenta usualmente a mudança textural abrupta. Apresenta o caráter eutrófico e erodibilidade é elevada. Há também a limitação quanto à água disponível no solo (PRADO, 1996).

Já os Solos Litólicos, atualmente denominados Neossolos Litólicos ocorrem em todo o semiárido nordestino, sobretudo nos lugares de relevo suave ondulado e montanhoso, sendo assim bastante comuns nas áreas de ocorrência de afloramentos rochosos. São solos pouco desenvolvidos, rasos e pedregosos.

Para identificação de áreas restritas ao uso foram considerados os arquivos de hidrografia e malha viária. Na representação da hidrografia foi utilizado um arquivo vetorial e em seguida constituída uma área de proteção de 30 metros para os lugares que envolvessem os cursos d'água, sendo este valor estabelecido por lei para rios com largura inferior a 10 metros. As estradas foram avaliadas como inadequados para o uso agrícola, por já serem destinadas como vias de transporte e, portanto não podendo ser destinadas para qualquer outro fim. O arquivo da rede viária foi gerado a partir da vetorização e georrefenciamento do mapa viário do município. A partir do arquivo vetorial da rede viária do município foi criada uma faixa de domínio de 15 metros. O mapa final de restrição foi obtido através da sobreposição das APPs e da faixa de domínio/ Estradas (Figura 3).

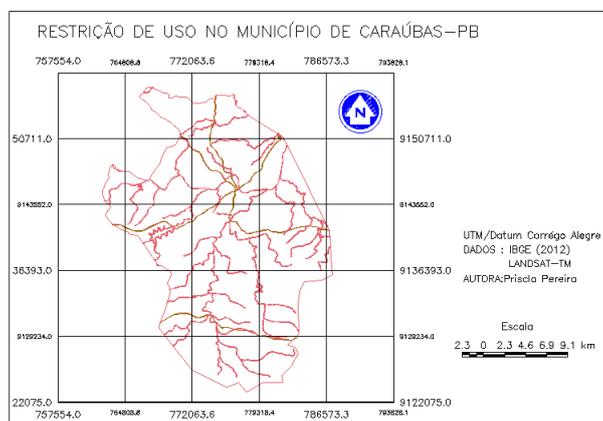


Figura 3 - Mapa de Restrição de Uso no Município de Caraúbas- PB , correspondendo a Áreas de Preservação Permanente-APP e Faixas de Domínio.

A classe declividade foi criada a partir das curvas de nível e geração da grade triangular-TIN. As classes de declividade e seus respectivos intervalos foram: Plano/praticamente plano para declividades com intervalo de 0 a 3 de porcentagem; Suave ondulado no intervalo de 3 a 8; Moderadamente ondulado de 8 a 13; Ondulado de 13 a 20; Forte ondulado com intervalo de 20 a 45; e Montanhoso para declividades com porcentagens acima de 45 (Figura 4).

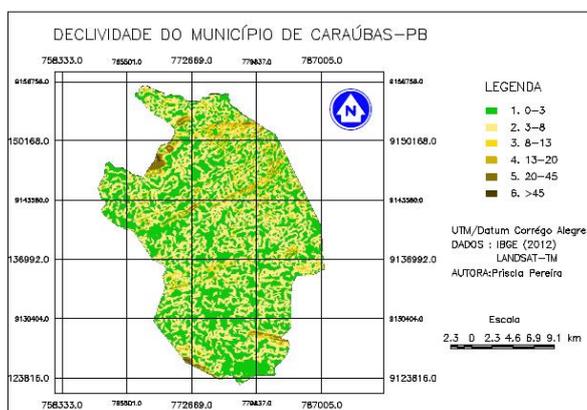


Figura 4- Mapa de Declividade no Município de Caraúbas-PB .

Os lugares com declividades menores que 20% são considerados como mais adequadas para uso da agricultura, devido possuir pouca vulnerabilidade à erosão e a pequena dificuldade à mecanização. Já para declives que estão acima de 20%, às limitações para o uso crescem notadamente, desta maneira, nos lugares que variam entre 20% a 45% se utilizadas, exibem alta vulnerabilidade à erosão. Já as declividades acima de 45% são avaliadas como terras não adequadas para uso.

O mapa de uso o ocupação do solo (Figura 5), foi desenvolvido a partir de classificação de supervisionada, que é o processo de utilização de amostras de identidade conhecidas para classificar pixels de identidade desconhecida. Para facilitar a identificação dos alvos utilizamos a composição colorida 5R4G3B. O tipo de classificador utilizado foi o Maxver, esse classificador considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

Na classificação foram utilizadas seis classes: nuvem, sombra de nuvem, caatinga-densa, caatinga-rala, cultura e água como mostra a Figura 5. As classes que tiveram maior representatividade na classificação foram: Caatinga Densa com 172.0152 Km<sup>2</sup>, representando 35,13% da área total classificada; Caatinga Rala com 127.9593Km<sup>2</sup>, representando 26,13% e Cultura com 129.361 5 km<sup>2</sup> representando 26.42%, conforme a Tabela 1.



Figura 5- Mapa de uso do solo no Município de Caraúbas-PB para imagem Landsat TM datada em 24/05/2010

Tabela 1. Uso do solo no município de Caraúbas-PB.

Classe	Áreas em Km <sup>2</sup>	%
Água	2.0961	0.43
Cultura	129.3615	26.42
Caatinga Rala	127.9593	26.13
Caatinga Densa	172.0152	35.13
Nuvem	44.6085	9.10
Sombra de Nuvem	13.644	2.79
Área total das classes	489.6846	100

O mapa de aptidão agrícola (Figura 6), foi feito com base no mapa de uso do solo e declividade, onde foram associadas as classes Alta, Média e Baixa que referem-se ao grau de intensidade com que as limitações afetam o uso das terras.

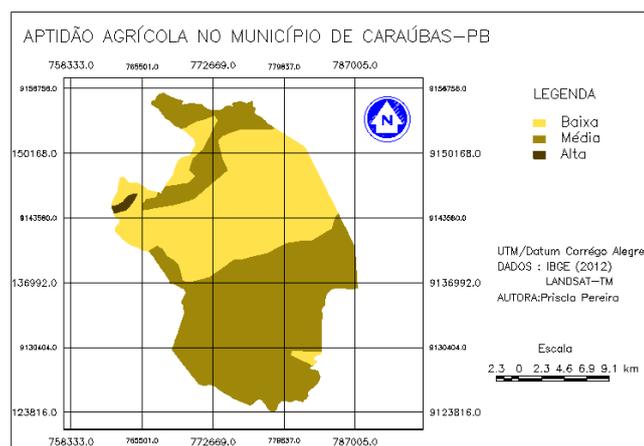


Figura 6- Mapa de declividade no Município de Caraúbas-PB .

A classe de alta aptidão refere-se ao tipo de solo Aluviais e teve a menor representatividade com apenas 2.32 Km<sup>2</sup>, representando 0,48% da área total de 475.87 Km<sup>2</sup> conforme a Tabela 2. São terras sem limitações significativas. As restrições ao uso são mínimas, não reduzindo a produtividade ou os benefícios e não aumentam a necessidade de insumos, acima de um nível aceitável.

Tabela 2. Uso do solo no município de Caraúbas-PB.

Classe	Áreas em Km <sup>2</sup>	%
Baixa	204.75225	43.02621
Média	268.800674	56.48521
Alta	2.325068	0.488585
<b>Área Total das Classes</b>	<b>475.877992</b>	<b>100</b>

A classe de média aptidão refere-se aos tipos de solo Bruno não cálcico e vertisol. São terras com limitações. As limitações já reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de uso de insumos. Esta classe representa 268.80 km<sup>2</sup> que corresponde a 56.48%, da área total, sendo esta a classe com maior representatividade.

A classe com baixa aptidão refere-se ao tipo de solo litólico eutrófico. São terras que apresentam limitações fortes para a produção. As limitações reduzem consideravelmente a produtividade ou os benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários. Esta classe representa 204.75 Km<sup>2</sup>, com 43.02% da área total.

O resultado final, o mapa de adequação de uso do solo para agricultura foi obtido a partir da análise associada dos diferentes critérios ambientais adotados, sendo classificado em quatro tipos de classes: restrita, alta, média, e baixa (Figura 7). As classes foram estabelecidas através do cruzamento dos dados de declividade, uso do solo, áreas de restrições e aptidão agrícola sendo atribuídos diferentes pesos.

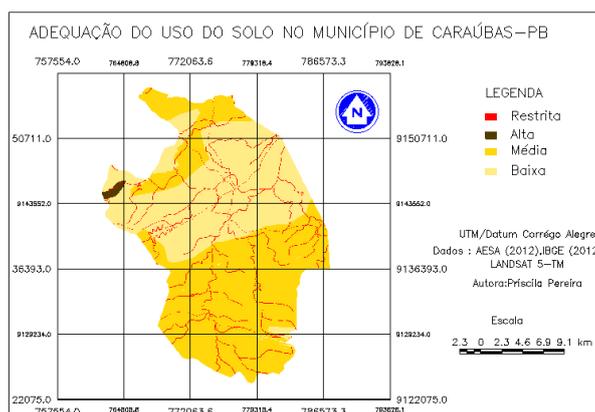


Figura 7- Mapa de adequação do uso do solo no Município de Caraúbas- PB.

As regiões classificadas como de alta adequação representam 2.16 km<sup>2</sup>, ocupando 0.45% da área total conforme Tabela 3. Essa região corresponde ao tipo de solo Aluviais. São considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo os com baixa saturação por bases em função da posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzea, pouco ou não sujeitas à erosão, onde a mecanização agrícola pode ser praticada.

Tabela 3. Uso do solo no município de Caraúbas - PB.

Classe	Áreas em Km <sup>2</sup>	%
<b>Restrita</b>	19.0503	4.003594
<b>Baixa</b>	197.5491	41.51674
<b>Média</b>	257.067	54.02497
<b>Alta</b>	2.1636	0.4547
<b>Área Total das Classes</b>	475.83	100

As de média adequação representam 257.067 km<sup>2</sup>, ocupando 54,02% da área total conforme. Essa região corresponde a mais da metade do município. Os tipos de solo nessa região são bruno não cálcico e vertisol. Em relação às limitações do bruno não cálcico, se a quantidade de pedras for alta no horizonte a mecanização agrícola é dificultada e devido à mudança textural abrupta a erodibilidade é elevada. Há também a limitação quanto à água disponível no solo, como é caso de regiões semiáridas. O vertisol apresenta elevado potencial nutricional para as plantas, porém devido a sua pegajosidade, quando molhados, e a alta dureza, quando secos, demandam um esforço de tração muito grande, limitando a utilização desses solos.

A região classificada como de baixa adequação representam 197.549 km<sup>2</sup>, ocupando 41,51% da área total conforme. Os tipos de solo nessa região é o litólico eutrófico que possui quanto a sua fertilidade, na maioria dos casos boas características químicas, mas também podendo sofrer variações em alguns casos. Apesar de serem solos ricos quimicamente possuem pouquíssimas opções para uso na agricultura por serem rasos, com muita pedregosidade. As áreas restritas representam 19,05 km<sup>2</sup>, ocupando 4% do município e apresentam apenas os lugares inaptos para o uso agrícola, correspondendo a Área de Preservação Permanente-APP, as vias de transporte e suas faixas de domínio.

#### 4-Considerações Finais

A elaboração de planejamentos agroambientais exige, dentre outras informações, aquelas relacionadas ao diagnóstico físico, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo, vegetação, recursos hídricos. Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícolas mais adequadas, na tentativa de garantir a produção e controlando a erosão e infertilidade dos solos.

A avaliação do potencial de aptidão das terras através de Geoprocessamento como ferramenta para a espacialização e cruzamento de dados através de análise de multicritérios foi capaz de oferecer uma visão geral do objeto estudado, fornecendo subsidio para uma melhor adequação de uso da terra e o manejo adequado dos os recursos naturais do município através de parâmetros que auxiliam na avaliação da sustentabilidade ambiental, mas também colaboram com a formulação de estratégias para o uso racional dos ecossistemas.

#### 5- Referências

Barros , Zacarias ; Tornero, Marisa; STIPP, Nilza. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá - PR, Utilizando-se de geoprocessamento. **Revista Engenharia de**

**Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.436-444, maio/ago. 2004.

Cabral, Ângelo. Reis. **Diagnóstico da Adequação do uso do solo utilizando imagens CEBERES-2 no município de Glorinha- RS**. Monografia (Curso de Geografia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRS, Porto Alegre, 2008.

Corseuil, C. W. **Técnicas de geoprocessamento e d análise de multicritérios na adequação de uso das terras**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

CPRM. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba: Diagnóstico do Município de Caraúbas**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/CARA053.pdf>. Acesso em: 10 de Setembro de 2012.

Crósta, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

Ferreira, C. S ; Lacerda, P. C. Adequação agrícola do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal ...**Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 183-189.

Mendonça, I. F. C. ; Neto, F. L. ; Viégas, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. vol.10 no.4 Campina Grande Oct./Dec. 2006.

Moura, V. ; Simião, S. A. .Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) na caracterização da viabilidade agrícola no município de Acorizal-MT....**Anais X SBSR**, Foz do Iguaçu, 21-26 Abril de 2001, INPE, p.131-133.

Ramalho, F. A.; Beek, K. J. **Sistema de Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª ed. Revisada, Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1995. 65 p.

Resende, M. C. N., Rezende, S.B. de; Correa, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4ª edição, Viçosa, NEPUT, 2002. 338p.

Santos, A. Rosa. dos; Peluzio, Telma. M. de O. ; SAITO, N. S. **Spring 5.1.2 passo a passo: Aplicações Práticas**. Alegre, ES, 2010.

Santos, A. F. dos. **Estudo agroambiental de uma microbacia hidrográfica, visando sua sustentabilidade**. Tese (agronomia-energia na agricultura) apresentada à faculdade de ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu ,SP, Novembro, 2009.