



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia



IBAPE BAHIA
Instituto Brasileiro de
Avaliações e Perícias de
Engenharia da Bahia

Determinação do Potencial Agrícola Através da Integração do Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras com a Análise Hierárquica De Processos

**Bruno Gomes Cunha; Alceu Pedrotti;
Vasco André Barbosa Brandão; Fernando
Pérez; Edson Magalhães Bastos Junior**



O conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade de seus autores.

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL AGRÍCOLA ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS COM A ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS

RESUMO

O Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras – SCCUT é utilizado na definição do potencial agrícola das terras. Esse potencial pode ser utilizado como variável explicativa e/ou como fator de homogeneização para fins de engenharia de avaliação de imóveis rurais. Porém, o SCCUT não considera as interações entre os critérios, tendo-os com o mesmo nível de importância para a definição das suas classes. Assim, objetiva-se avaliar a integração do SCCUT à metodologia de Análise Hierárquica de Processos - AHP, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – SIG, na determinação do potencial agrícola das terras. A partir dos critérios pré-selecionados, num estudo de caso, utilizou-se de dados edafoclimáticos secundários e de levantamento de solos. Os pesos dos subcritérios/critérios foram determinados por um grupo de especialistas, aplicando-se a metodologia AHP. Em plataforma SIG, gerou-se o mapa da capacidade de uso das terras, com base na média ponderada. Como resultados e conclusões, têm-se que, no estudo de caso, o potencial agrícola variou de 6,95 a 9,49, com valor médio de 8,21. Os subcritérios Pedregosidade e Seca Edafológica possuem maior importância relativa. A nova proposta de determinação da capacidade de uso, mostrou-se ser uma ferramenta apropriada e aplicável nas avaliações de imóveis rurais.

Palavras-Chave: *Critérios; avaliação; SIG; AHP; Potencial das terras.*

EXPOSIÇÃO:

A avaliação do potencial das terras é considerada uma componente principal do planejamento rural (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2007; POELKING *et al.*, 2015), possuindo diversos modelos e possibilidades de abordagens, a depender dos objetivos propostos (ATALAY, 2016; EL BAROUDY, 2016; GAD, 2015; GOMES *et al.*, 2005; KAZEMI; AKINCI, 2018; RHEBERGEN *et al.*, 2016; RIBEIRO, 2007; ROSSITER, 1996; RUSDI; ROOSLI; AHAMAD, 2015). No Brasil, os sistemas de classificação das terras denominados Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras - SAAAT e Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras - SCCUT são os sistemas mais utilizados para determinar o potencial agrícola das terras (COSTA; SOUZA; JESUS, 2008; VILELA *et al.*, 2005).

O SCCUT é um sistema generalista e qualitativo, desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo dos EUA (GAD, 2015), que leva em consideração as limitações das terras ou as que predisõem aos riscos de erosão e degradação (GARCIA; ANTONELLO; MAGALHÃES, 2005), tendo como principal objetivo o planejamento conservacionista (COSTA; SOUZA; JESUS, 2008; FERNANDES *et al.*, 2008). Nesse sistema, a capacidade de uso é determinada em função do grau de limitação de uso e/ou risco de degradação do solo, identificado por parâmetros que limitam, em maior grau, o uso deste solo. Essa capacidade de uso é classificada em oito classes de uso (I a VIII) e, quanto maior o seu valor maior é a restrição ao uso (GIBOSHI; RODRIGUES; LOMBARDI NETO, 2001, definindo-se a possibilidade de seu uso

(culturas anuais, pastagem, reflorestamento, florestas naturais/inapto para a agropecuária) (RODRIGUES; ZIMBACK; PIROLI, 2001).

Especificamente na engenharia de avaliação de imóveis rurais, Deslandes (2002) esclarece que:

“Uma das variáveis mais importantes na composição do valor da terra nua de um imóvel rural é a capacidade de uso da terra. O valor da terra é função direta de sua capacidade de produzir renda e o potencial de produção de renda é função direta de sua capacidade de uso (DESLANDES, 2002:34)”.

De forma geral, o valor da terra decresce à medida que diminuem a adaptabilidade e a liberdade de escolha de uso, podendo-se associar um valor à cada classe de uso, ou seja, relaciona-se o percentual de renda líquida com as oito classes de solos, a exemplo da Escala de Mendes Sobrinho (CAMARGO LIMA, 2011; 2016). Desta forma, na engenharia de avaliações de imóveis rurais, estabelece-se um valor relativo a cada classe de capacidade de uso, definindo-se desta maneira, os fatores de capacidade de uso (DEMÉTRIO, 2009).

Quanto à inserção do SCCUT nas normas técnicas de avaliação de imóveis rurais, observa-se que, desde a NBR 8.799/1985 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1985), classificou-se os componentes “Terras” do imóvel rural, *“de acordo com o Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra – ETA – Brasil/Estados Unidos, 1971”*. Posteriormente, com a publicação da NBR 14.653/2004-3 (ABNT, 2004), as classes de capacidade de uso das terras passaram a ser utilizadas para fins de determinação do valor de mercado de imóveis rurais, através do Método Comparativo de Dados de Mercado, como variáveis independentes, nos modelos explicativos (Tratamento Científico) ou como Fator de homogeneização (Tratamento por Fatores).

Além disso, na versão atualizada da citada norma (ABNT, 2019), tem-se que:

“As terras podem ser enquadradas segundo o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras (MARQUES, et al, 1971) ou outros sistemas de classificação de caráter nacional ou regional, como, por exemplo, os oriundos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)” (ABNT, 2019: 5).

Segundo CAMARGO LIMA (2016), é perfeitamente possível a utilização de outro sistema de classificação de terras, com a finalidade da engenharia de avaliações de imóveis rurais, a exemplo do uso da aptidão agrícola, sendo necessário o desenvolvimento de todo o procedimento estatístico. Ademais, na citada norma, adotou-se o SCCUT para consubstanciar o fator de classe de capacidade de uso das terras:

“10.2 Fatores de homogeneização

No caso de utilização de fatores de homogeneização, recomenda-se que a determinação destes tenha origem em estudos fundamentados estatisticamente e envolva variáveis, entre outras: área, percentual de área aberta, **escalas de fatores de classes de capacidade de uso (grifo nosso)**, fatores de situação, localização, topografia, limitação de uso e recursos hídricos (ABNT, 2019:26).

(...)

B.3.2 Fator classe de capacidade de uso das terras

Define-se o paradigma a ser utilizado no processo de homogeneização e determina-se o seu índice, obtido por modelo matemático ou estatístico ou com a utilização de tabelas específicas. Por ocasião da vistoria dos dados de mercado, com concurso dos mapas de solos existentes ou de observações locais, verifica-se a característica morfológica, física e química e obtém-se a extensão geográfica e distribuição percentual das classes ocorrentes.

Com auxílio da mesma escala utilizada, considera-se a distribuição geográfica e percentual das classes ocorrentes anteriormente obtidas e determina-se o índice para cada um dos dados.

O fator classe de capacidade de uso das terras corresponde à razão entre o índice do paradigma com o índice de cada dado. (ABNT, 2019:36)”

O SCCUT vem sendo adotado oficialmente nas avaliações dos imóveis rurais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (INCRA, 2006), pelo Exército Brasileiro (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2019) e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (DNIT, 2011). Cita-se ainda, a utilização do SCCUT, na pesquisa de preços de terras agrícolas, realizada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (PARANÁ, 2017).

Na operacionalização do SCCUT, faz-se uso de tabelas ou chaves de classificação (forma paramétrica), que associa os diferentes graus de limitação dos critérios determinantes às classes de capacidade de uso, definindo-as de acordo com a situação do parâmetro em condição mais agravante ou o maior que a gleba apresente (LEPSCH *et al.*, 2015). Apesar disso, a determinação da capacidade de uso pode apresentar grau de subjetivismo, a depender da sua forma de mensuração (ROSENER; HOCHHEIM, 2006). Como agravante, ao se determinar essas classes de capacidade de uso, não é possível considerar as interações entre esses critérios, seja em termos antagônicos, ou ainda, como possíveis efeitos sinérgicos entre os mesmos. Da mesma forma, os critérios podem ter diferentes pesos (AKINCI; ÖZALP; TURGUT, 2013), sendo que a decisão dos especialistas, na escolha e ponderação desse valor, é decisiva para a avaliação do potencial de uso da terra (DELARME LINDA *et al.*, 2011).

O método de Análise Hierárquica de Processos - AHP (SAATY, 1991) é uma abordagem de decisão multicritério (CAY; UYAN, 2013) que permite aos usuários determinarem os pesos dos critérios e alternativas utilizados num problema (YALEW *et al.*, 2016), mediante sua comparação pareada, sendo que os pesos refletem a importância de cada critério (SAATY, 1991). O AHP tem sido utilizado na análise da adequação do uso da terra agrícola (AKINCI; ÖZALP; TURGUT, 2013; MALEKI *et al.*, 2017) e na avaliação de imóveis (CARMO, 2016). Quando combinado com Sistema de Informações Geográficas - SIG (ALVES *et al.*, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2013; CHAGAS *et al.*, 2006; FAGUNDES; JÚNIOR, 2008; SILVA; NOGUEIRA; UBERTI, 2010), tem a possibilidade de associar a opinião dos especialistas com as variáveis espaciais (GARCÍA *et al.*, 2014).

Assim, diante deste contexto, objetiva-se neste estudo, na determinação da capacidade de uso das terras, a partir da integração do SCCUT com a metodologia de AHP, em plataforma SIG, para fins de avaliação de imóveis rurais.

MATERIAL E MÉTODOS:

CRITÉRIOS UTILIZADOS

Utilizou-se a metodologia AHP que possui 4 fases para a sua aplicação: estruturação, determinação, síntese e seleção da melhor alternativa (SAATY, 1991). Para a fase de estruturação, é necessário definir um objetivo e estabelecer os critérios e alternativas que serão avaliados na fase de determinação. Os critérios podem ser divididos em subcritérios, formando uma árvore, o que minimiza notavelmente a avaliação por pares na fase de determinação. No presente estudo, adotaram-se os critérios/subcritérios estabelecidos no Manual de Obtenção de Terras e Perícias Judiciais (INCRA, 2006), conforme descritos no Quadro 1:

Quadro 1: Critérios e subcritérios limitantes do SCCUT utilizado pelo INCRA (SCCUT/INCRA).

Critérios	Subcritérios	Descrição
Solo (SL)	Fertilidade Natural (<i>Fn</i>)	Disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos para as plantas
	Profundidade Efetiva (<i>Pe</i>)	Camada ao longo do perfil do solo favorável ao crescimento das raízes das plantas
	Drenagem Interna (<i>Di</i>)	Permeabilidade hídrica do solo e sua permanência em condições de excesso de umidade
	Pedregosidade (<i>Pd</i>)	Percentual de frações grosseiras, do tipo calhaus ($\varnothing$ 2-20 cm) e/ou matacões ($\varnothing$ 20-100cm) no solo
Paisagem (PS)	Deflúvio Superficial (<i>Ds</i>)	Capacidade de remoção superficial da água recebida pelo solo
	Declividade (<i>Dc</i>)	Distribuição do relevo da paisagem em intervalos de declividade
	Erosão Laminar (<i>El</i>)	Desagregação e arrastamento das partículas superficiais dos horizontes A e B do solo
	Sulcos Superficiais (<i>Ss</i>)	Frequência e profundidade dos sulcos que se desfazem com o preparo do solo
	Sulcos Médios (<i>Sm</i>)	Frequência e profundidade dos sulcos que não se desfazem com o preparo do solo
	Sulcos Profundos (<i>Sp</i>)	Frequência e profundidade dos sulcos que impedem o preparo do solo
Clima (CL)	Risco de Inundação (<i>Ri</i>)	Frequência e duração das inundações no solo
	Seca Edafológica (<i>Se</i>)	Relação entre o índice de aridez e o nº de meses com deficiência hídrica da região

Fonte: Adaptado de INCRA (2006).

Estabeleceu-se para cada subcritério, os parâmetros que definem os graus de limitações, conforme Quadro 2, e, por conseguinte, a classe de capacidade de uso (I a VIII). A ausência desta parametrização, pode resultar em incertezas e dificultar a aplicação do SCCUT, especialmente se associado a SIG (DELARMELINDA *et al.*, 2011). Por sua vez, as classes foram adaptadas a uma escala numérica (standardização) (MISHRA; DEEP; CHOUDHARY, 2015), adotando-se, para a melhor classe (I), o escore 10,00, e, para a pior (VIII), o escore 1,25, sendo as demais obtidas de forma proporcional.

Quadro 2: Parâmetros dos subcritérios e a correlação com as classes do SCCUT/INCRA.

CRITÉRIO SOLO (SL)								
Fertilidade Natural (Fn)								
Saturação por Bases (V%)		Capacidade de Troca Catiônica efetiva (CTC, em cmolc.kg-1)						
		>5	3-5			2-3		
50-100		I	II			II		
25-50		I	II			II		
10-25		II	III			VI		
0-10		VI	VI			VI		
Profundidade Efetiva (Pr)								
Grau	Muito profunda	Profunda		Pouco profunda		Rasa	Muito rasa	
Parâmetro	>2,0m	1,0-2,0m		0,5-1,0m		0,25-0,5m	<0,25m	
Classe	I	I		II		IV	VII	
Drenagem Interna (Di)								
Grau	Excessiva	Forte	Acentuada	Boa	Moderada	Imperfeita	Má	Muito má
Parâmetro (mm/h)	x>250	x≤250 x>150	75<x≤150	x≤75 x>25	5<x≤25	2,5<x≤5	1,3<x≤2,5	x≤1,3
Classe	II	II	II	I	II	III	V	VIII
Pedregosidade (Pd)								
Grau	Ausente	Ligeiramente	Moderado	Pedregoso		Muito	Extrema	
Parâmetro	x = 0	0<x≤ 1%	1%<x≤10%	10%<x≤30%		30%<x≤50 %	x>50%	
Classe	I	II	III	IV		VI	VII	
CRITÉRIO PAISAGEM (PS)								
Declividade (Dc)								
Grau	Plano	Suave ondulado	Ondulado	Mod. Ondulado	Forte Ondulado	Montanhoso	Escarpado	
Parâmetro	x≤2%	x> 2% x≤5%	x>5% x≤10%	x>10% x≤15%	x>15% x≤45%	x>45% x≤70%	x>70 %	
Classe	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	
Deflúvio Superficial (Ds)								
Grupamento Textural		Arenosa		Franca		Argilosa		
Declividade (%)		Coef. "Runoff"						
		Florestas						
0 – 5		0,10		0,30		0,40		
5 – 10		0,25		0,35		0,50		
10 – 30		0,30		0,50		0,60		
		Pastagens						
0 – 5		0,10		0,30		0,40		
5 – 10		0,15		0,35		0,55		
10 – 30		0,20		0,40		0,60		
		Terras Cultivadas						
0 – 5		0,30		0,50		0,60		
5 – 10		0,40		0,60		0,70		
10 – 30		0,50		0,70		0,80		
		Qualquer Uso Agrosilvipastoril						
> 30		0,65						
		Áreas construídas						
Qualquer declividade		0,65						
Grau	Muito lento	Lento		Moderado		Rápido		Muito rápido
Parâmetro	x≤0.15	0.15<x≤0.3		0.3<x≤0.4		0.4<x≤ 0.6		x>0.6

Classes	II	I	II	III	IV	
Erosão Laminar (Ei)						
Grau	Não aparente	Ligeira	Moderada	Severa	Muito severa	Extremamente severa
Parâmetro	Hor. A > 25 cm	25 cm ≥ Hor. A > 15 cm	15 cm ≥ Hor. A > 5 cm	Hor. A ≤ 5 cm	Sem Hor. A	Remoção de parte do Hor. B
Classe	I	II	III	VI	VII	VIII
Sulcos superficiais (Ss)						
Grau	Sem ocorrência	Ocasionais	Frequentes	Muito frequente		
Parâmetro	x>100 m	30<x≤100 m	x≤ 30 m; < 75% da área	≥ 75% da área		
Classe	I	I	II	III		
Sulcos médios (Sm)						
Grau	Sem ocorrência	Ocasionais	Frequentes	Muito frequente		
Parâmetro	x>100 m	30<x≤100 m	x≤ 30 m; < 75% da área	≥ 75% da área		
Classe	I	III	IV	VI		
Sulcos profundos (Sp)						
Grau	Sem Ocorrência	Ocasionais	Frequentes	Muito frequente		
Parâmetro	x>100 m	30<x≤100 m	x≤ 30 m; < 75% da área	≥ 75% da área		
Classe	I	IV	VI	VII		
CRITÉRIO CLIMA (CL)						
Risco de Inundação (Ri)						
Grau	Não aparente	Ocasionais	Frequentes	Muito frequente		
Parâmetro	Não ocorre	Frequência>5 anos Duração<2 dias	1 ano<Frequência≤5anos Duração < 2 dias	Frequência ≤ 1 ano Duração > 30 dias		
Classe	I	III	V	VIII		
Seca edafológica (Se)						
Nº de meses com deficiência hídrica	Índice de Aridez – Ia (%)					
	< 20	20-40	40-60	60-80	80-100	
x≤1	I	II	III	IV	VI	
1<x≤2	II	III	IV	VI	VII	
2<x≤5	III	IV	VI	VII	VII	
5<x≤8	IV	VI	VII	VII	VII	
x>8	VI	VII	VII	VII	VII	

Fonte: Adaptado de INCRA (2006); GAROTTI; BARBASSA (2010); PEREIRA *et al* (2004); ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DE ALAGOAS - ZAAL (2008).

AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS

A fase de determinação da metodologia AHP foi aplicada para fazer comparações entre pares de critérios/subcritérios, reduzindo-se a complexidade, através de uma escala de preferência (Quadro 3), conforme proposto por Saaty (1991).

Quadro 3: Classificação numérica associada às comparações pareadas do AHP.

Pontuação	Intensidade	Forma de avaliação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem igualmente
3	Importância moderada	Moderadamente importância de um critério sobre outro
5	Importância forte	Forte importância de um critério sobre outro
7	Importância muito forte	Importância muito forte de um critério sobre outro
9	Importância extrema	Extrema importância de um critério sobre outro
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

Os critérios (3) e os subcritérios (12), conforme Quadro 3, foram iterativamente emparelhados um com outro (25 comparações), os quais foram avaliados por especialistas (peritos federais agrários do INCRA, docentes e pesquisadores universitários e técnicos), através de formulário. E, para a obtenção da matriz de comparação pareada da média de todas as avaliações, utilizou-se a média geométrica das avaliações individuais dos especialistas (GARCÍA *et al.*, 2014).

Os pesos dos critérios/subcritérios foram determinados pela normalização da matriz das comparações pareadas (matriz recíproca), em planilha do Microsoft Excel. Para isto, dividiu-se cada elemento da matriz pela soma dos elementos da sua coluna. Os novos valores de cada linha foram somados e divididos pelo número de ordem da matriz, obtendo-se o vetor de prioridade (pesos), conforme exemplo trazido a seguir:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} = a_{11}/\sum_1^3 a_{i1} & A_{12} = a_{12}/\sum_1^3 a_{i2} & A_{13} = a_{13}/\sum_1^3 a_{i3} \\ A_{21} = a_{21}/\sum_1^3 a_{i1} & A_{22} = a_{22}/\sum_1^3 a_{i2} & A_{23} = a_{23}/\sum_1^3 a_{i3} \\ A_{31} = a_{31}/\sum_1^3 a_{i1} & A_{32} = a_{32}/\sum_1^3 a_{i2} & A_{33} = a_{33}/\sum_1^3 a_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_1^3 A_{1i}/3 \\ \sum_1^3 A_{2i}/3 \\ \sum_1^3 A_{3i}/3 \end{pmatrix}$$

E, para avaliar o quão consistente é o julgamento sobre os critérios, utilizou-se a Razão de Consistência – RC, advinda da razão entre o Índice de Consistência – IC e o Índice Randômico – IR (GARCÍA *et al.*, 2014). O IC é calculado a partir da seguinte equação:

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad \text{Equação 1}$$

Onde, n é o número de ordem da matriz e $\lambda_{\max}$ é o autovalor máximo da matriz de comparação pareada, obtido pela soma dos valores da coluna multiplicado pelo autovetor normalizado de cada linha. O autovetor normalizado é obtido pela média geométrica de cada linha, dividido pela soma dos autovetores (Quadro 4):

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1} C_{ij} \times W_{ij} \quad \text{Equação 2}$$

Quadro 4: Elementos da matriz pareada utilizadas na definição do autovalor.

Critério	C ₁	C ₂	C ₃	C _j	Autovetor	Autovetor normalizado
C ₁	1	a ₁₂	a ₁₃	...		$W_1 = V_i / \sum V_i$
C ₂	1/a ₁₂	1	a ₂₃	...	$V_i = \prod_{i=1}^n A_{ij}^{1/3}$	$W_2 = V_i / \sum V_i$
C ₃	1/a ₁₃	1/a ₂₃	1	...		$W_3 = V_i / \sum V_i$
C _i				C _{ij}		$W_i = V_i / \sum V_i$

Os valores tabelados do IR, para três a dez critérios, são apresentados no Quadro 5:

Quadro 5: Valores tabelados para o Índice Randômico.

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: CAY; UYAN (2013).

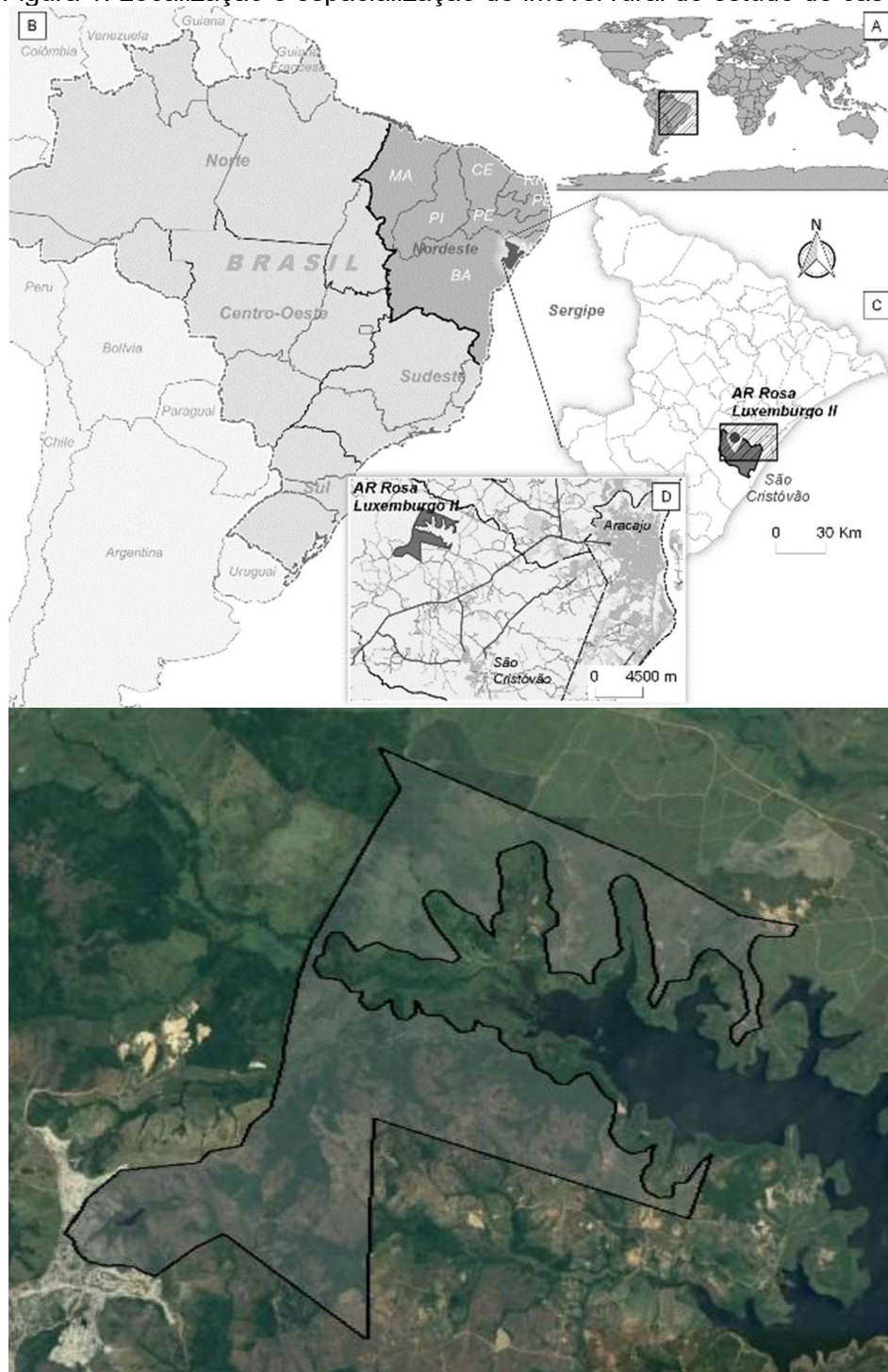
O RC é uma medida de baixa variação permitida e deve ser inferior a 10% (SAATY, 1991), ou seja, se $RC < 0,1$, significa que a matriz de comparação pareada tem consistência aceitável e os valores dos pesos podem ser utilizados. Se $RC \geq 0,1$, a matriz é considerada inconsistente e precisa ser ajustada (ROMANO *et al.*, 2015).

Por fim, para a classificação das terras pelo SCCUT/AHP, obtendo-se o potencial agrícola, fez-se a média ponderada dos subcritérios/critérios, adotando-se seus respectivos pesos, em detrimento da adoção da classe com fator mais agravante, ou seja, o fator mais limitante que a gleba apresentasse (LEPSCH *et al.*, 2015).

ESTUDO DE CASO

Para a realização deste estudo, selecionou-se um imóvel rural, com área de 944,4663 ha, localizado no município de São Cristovão (Figura 1, C), Estado de Sergipe (Figura 1, B), região Nordeste do Brasil (Figura 1, A). De acordo com classificação climática de Koppen, a região se enquadra no tipo As (tropical chuvoso com verão seco), com temperatura entre 23°C e 31°C e precipitação superior a 1600 mm, concentrada nos meses de março a setembro (FERREIRA *et al.*, 2011). Encontra-se predominantemente na Unidade Geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros, com planaltos sedimentares provenientes de sedimentos do Grupo Barreiras (Terciário) e do Grupo Sergipe (Cretáceo), com altitude variando de 30 m a 100 m, relevo predominante do tipo suave ondulado (10% a 15% de declividade), com solos classificados como Argissolos, Neossolos, Gleissolos, Chernossolos e Vertissolos (CUNHA; MAGALHÃES JUNIOR; PEDROTTI, 2019).

Figura 1: Localização e espacialização do imóvel rural do estudo de caso.



Fonte: Dados de campo (2018); Google Earth Pro (2019).

OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados edafoclimáticos utilizados para a classificação das terras foram obtidos através da realização do levantamento de solos; pela consulta ao banco de dados climatológicos (CLIMATE FOREST SYSTEM REANALYSIS - CFSR, 2017), hídricos e altimétricos (SERGIPE, 2012) e o perímetro do imóvel foi obtido mediante georreferenciamento, sendo a poligonal convertida para a extensão *.shp.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG

A aplicação da metodologia AHP foi possível a partir do uso de SIGs, com o software QGIS 2.18.14 Las Palmas (QGIS, 2017), licenciado sob a “GNU General Public License”. Para melhor organização dos dados, adotou-se o modelo conceitual OMT-G (BORGES; DAVIS JR; LAENDER *et al.*, 2005), a partir do qual foram definidos os pacotes, as classes primárias e derivadas e seus atributos (para as feições vetoriais). Desta forma, cada subcritério, constante no Quadro 1, foi derivado a partir do processamento e análise de dados primários como: relevo, altimetria, declividade, solos, hidrografia, limite do AR e pluviosidade. Os parâmetros dos subcritérios (Quadro 2) foram aplicados nos dados primários para geração das matrizes componentes do modelo proposto de cálculo da capacidade de uso das terras.

Após a compilação dos dados de base e geração das feições vetoriais, o processamento e análise em SIG foi realizada a partir das etapas abaixo relacionadas:

- a) Rasterização: compreende a derivação de planos de informações matriciais a partir das camadas vetoriais, uma vez que se optou pela análise a partir de matrizes.
- b) Operação entre matrizes: compreende a aplicação das formulações do modelo de aptidão, com uso de uma calculadora raster.
- c) Reclassificação ou fatiamento: agrupamento dos *pixels* da matriz conforme intervalos pré-definidos.
- c) Vetorização: etapa posterior ao cálculo dos subcritérios, compreendendo a transformação das matrizes em novos planos de informação vetorial.
- d) Análise estatística: geração de gráficos de distribuição de frequência e dispersão que auxiliaram na interpretação dos resultados.
- e) Representação (mapas e geovisualizações): elaboração de mapas com os resultados do processamento.

Por fim, obtém-se a distribuição do potencial das terras, a qual será estratificada em dez grupos (0 a 9), com intervalo com valor igual a 1:

- Grupo 0: aptidão maior ou igual a zero e menor que um, ou seja, [0,1[;
Grupo 1: aptidão maior ou igual a um e menor que dois, ou seja, [1,2[;
Grupo 2: aptidão maior ou igual a dois e menor que três, ou seja, [2,3[;
Grupo 3: aptidão maior ou igual a três e menor que quatro, ou seja, [3,4[;
Grupo 4: aptidão maior ou igual a quatro e menor que cinco, ou seja, [4,5[;
Grupo 5: aptidão maior ou igual a cinco e menor que seis, ou seja, [5,6[;
Grupo 6: aptidão maior ou igual a seis e menor que sete, ou seja, [6,7[;
Grupo 7: aptidão maior ou igual a sete e menor que oito, ou seja, [7,8[;
Grupo 8: aptidão maior ou igual a oito e menor que nove, ou seja, [8,9[;
Grupo 9: aptidão maior ou igual a nove e menor ou igual a dez, ou seja, [9,10];

Ainda, a partir da média ponderada, define-se o valor médio do potencial das terras do imóvel rural:

$$\frac{\sum_i (Potencial\ i \times Área\ i)}{Área\ Total}$$

Equação 3

RESULTADOS

Obteve-se os resultados da Análise Hierárquica de Processos - AHP, conforme Quadro 6, baseados na comparação pareada, indicando que as respostas dos especialistas são consistentes ($RC < 0,1$), podendo os pesos serem utilizados (GARCÍA *et al.*, 2014).

Quadro 6: Pesos dos critérios e subcritérios estabelecidos no SCCUT/INCRA.

Crítérios	Peso_{crit.}	Subcritérios	Peso_{subcrit.}	Peso final
Solo (SL)	0,523	Fertilidade (<i>Ft</i>)	0,215	0,112
		Profundidade (<i>Pr</i>)	0,197	0,103
		Drenagem Interna (<i>Di</i>)	0,191	0,100
		Pedregosidade (<i>Pd</i>)	0,397	0,208
Paisagem (PS)	0,223	Deflúvio Superficial (<i>Ds</i>)	0,076	0,017
		Declividade (<i>Dc</i>)	0,242	0,054
		Erosão Laminar (<i>El</i>)	0,104	0,023
		Sulcos Superficiais (<i>Ss</i>)	0,080	0,018
		Sulcos Médios (<i>Sm</i>)	0,153	0,034
		Sulcos Profundos (<i>Sp</i>)	0,345	0,077
Clima (CL)	0,254	Risco de Inundação (<i>Ri</i>)	0,393	0,100
		Seca Edafológica (<i>Se</i>)	0,607	0,154

Obs: $\lambda_{max_{crit}} = 3,108$; $IC_{crit} = 0,054$; $IR_{crit} = 0,58$; $RC_{crit} = 0,093$; $\lambda_{max_{SL}} = 4,153$; $IC_{SL} = 0,051$; $IR_{SL} = 0,9$; $RC_{SL} = 0,057$; $\lambda_{max_{PS}} = 5,931$; $IC_{PS} = 0,00$; $IR_{PS} = 1,24$; $RC_{PS} = 0,00$. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os critérios mais importantes, de acordo com a sua ponderação específica são, em ordem decrescente: *Solo* (0,523), *Clima* (0,254) e *Paisagem* (0,223), sendo que os pesos dos subcritérios variam de 0,076 a 0,607. Entre os subcritérios do *Solo*, a Pedregosidade e a Drenagem Interna têm o peso mais alto (0,397) e mais baixo (0,191), respectivamente. No critério *Paisagem*, observa-se maior relevância do subcritério Sulco Profundo (0,345), enquanto que o Deflúvio Superficial (0,076) e Sulcos Superficiais (0,080) têm os menores pesos. E, no *Clima*, o subcritério Seca Edafológica (0,607) tem maior peso que o Risco de Inundação (0,393).

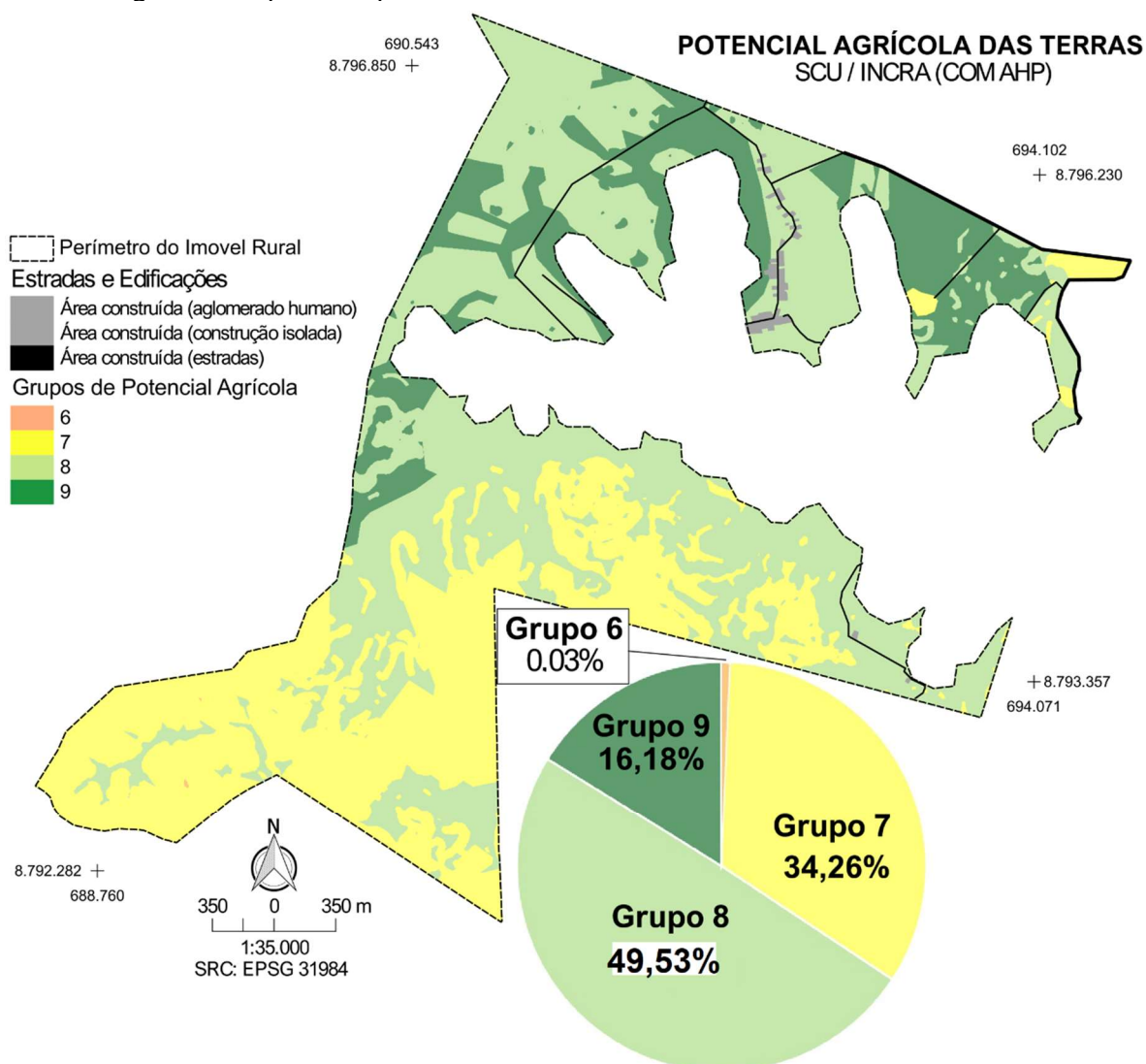
Quanto à importância relativa dos subcritérios; obtido pelo peso final ($Peso_{crit.} \times Peso_{subcrit.}$), infere-se que os mais importantes são a Pedregosidade (20,8%) e a Seca Edafológica (15,4%), enquanto que o Deflúvio Superficial (1,7%) e Sulcos Superficiais (1,8%) são os menos importantes para a determinação da capacidade de uso das terras. Em ordem, têm-se: $Ds < Ss < El < Sm < Dc < Sp < Ri < Di < Pr < Ft < Se < Pd$. Observa-se que, apesar do SCCUT ter na sua origem, a busca em estabelecer as alternativas de uso mais adequadas para as terras, conciliando a produção com o controle da erosão (MENDONÇA; LOMBARDI NETO; VIÉGAS, 2006) e, priorizando-se fatores limitantes relacionados à erosão (GIBOSHI; RODRIGUES; LOMBARDI NETO, 2006; RIBEIRO, 2007; RODRIGUES; ZIMBACK; PIROLI *et al.*, 2001), os subcritérios associados aos critérios *Solo* e *Clima* tiveram maior importância relativa do que os do critério *Paisagem*.

Ressalta-se que, ao se utilizar o SCCUT, conforme proposto por Lepsch *et al* (2015), o principal fator limitante varia de acordo com as condições edafoclimáticas em que se encontra o imóvel rural. Na região semi-árida, os fatores relacionados aos critérios “Clima” (seca edafológica) e ao “Solo” (drenagem interna, profundidade,

fertilidade natural e pedregosidade) são os principais limitantes (FERNANDES *et al.*, 2008; MELO; SOUTO, 2011). E, em regiões declivosas com clima tropical (Aw), os relacionados ao critério *Solo* (profundidade, drenagem interna e fertilidade natural), da *Paisagem* (declividade e sulcos médios) e do *Clima* (risco de inundação) são os principais fatores limitantes (FIGUEREDO *et al.*, 2015).

Em contrapartida, a obtenção do potencial das terras, com a integração do SCCUT e AHP, e, o uso de média ponderada, pode ser a forma mais adequada, pois se evita a subvalorização/supervalorização dos subcritérios/critérios. Além disso, a sua aplicação em ambiente SIG permite a espacialização deste potencial das terras, obtendo-se o mapa da distribuição da capacidade de uso das terras do imóvel rural estudado (Figura 2).

Figura 2: Mapa da capacidade de uso das terras do imóvel rural estudado.



Para facilitar a compreensão da distribuição do potencial das terras no imóvel estudado, as glebas foram estratificadas em 10 grupos. Mas, observa-se que esse potencial se restringiu aos grupos 6 ($6 \leq \text{aptidão} < 7$) a 9 ($9 \leq \text{aptidão} \leq 10$), sendo os grupos 7 ($7 \leq \text{aptidão} < 8$) e 8 ($8 \leq \text{aptidão} < 9$), mais representativos (83,79%). A espacialização do potencial agrícola, em ambiente SIG, permite melhor gestão dos

processos de desapropriação ou aquisição parcial de imóveis rurais, definindo-se o valor do potencial das terras, de forma automática.

No imóvel rural estudado, o potencial agrícola das terras variou de 6,95 a 9,49, com valor médio ponderado de 8,21. Na engenharia de avaliação de imóveis rurais, esse valor médio pode ser utilizado como uma variável independente em modelos explicativos (Tratamento Estatístico):

“7.4.2 Identificação das variáveis do modelo

As variáveis do modelo são identificadas como:

(...)

b) variáveis independentes:

As variáveis independentes referem-se às características físicas (área, classes de capacidade de uso da terra potencial agrícola, entre outros), de situação (acesso, localização, distância ao centro de referência, entre outros) e econômicas (oferta ou transação, época, condição do negócio – à vista ou a prazo). Devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos, pois algumas variáveis consideradas importantes no planejamento da pesquisa podem se mostrar pouco relevantes posteriormente e vice-versa.” (ABNT, 2019:10)

Quanto a sua utilização como Fator classe de capacidade de uso (Tratamento por Fatores), a geração de escalas de valores, em função do potencial agrícola (Grupo) e o rendimento líquido deve ser sopesada. No caso em estudo, as áreas associadas ao Grupo 8 e 9, em parte, são utilizadas para o plantio de cana de açúcar, em solos classificados como Vertissolos e Chenossolos; terras de maior valor no Estado de Sergipe (INCRA, 2017). Enquanto que o Grupo 7, em sua maioria, estão associados a solos classificados como Argissolos, de menor valor produtivo e econômico. Desta forma, na elaboração da escala para o fator de homogeneização capacidade de uso das terras, deve ser observado o proposto na norma NBR 14.653-3/2019:

“7.7.2.1 Os fatores a serem utilizados devem ser compatíveis com a data de referência da avaliação e a região para a qual são aplicáveis. Devem ser, alternativamente e de acordo com o grau de fundamentação, oriundos de:

- estudos embasados em metodologia científica;
- publicações de entidades técnicas reconhecidas;
- publicações científicas;
- análise do profissional da engenharia de avaliações (ABNT, 2019:21)”.

Noutra ponta, comparativamente ao método tradicional para a determinação da capacidade de uso das terras (LEPSCH *et al.*, 2015), este método proposto, reduz a subjetividade, visto que se parte de parâmetros objetivos e de subcritérios/critérios selecionados, os quais possuem os valores/pesos relativizados e individualizados. Neste estudo, utilizou-se os subcritérios apresentados por INCRA (2006), em sua publicação “Manual de Obtenção de Terras e Perícias Judiciais”, utilizado de forma ampla pelos Peritos Federais Agrários e outros engenheiros de avaliação, em todo o

Brasil. Entretanto, pode-se buscar outros parâmetros e subcritérios regionais, como exemplos, as propostas de Rio Grande do Sul (1983) ou Bertoni & Lombardi (1990).

Ademais, esse procedimento de parametrização dos critérios pode ser utilizado noutros sistema de classificação das terras, em ambiente SIG, a exemplo do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (DELARME LINDA et al., 2014), ou ainda, integrar a funcionalidade econômica, através do SAAAT/RUST¹; no planejamento ambiental de Assentamentos Rurais, conforme desenvolvido por Cunha (2018).

Por conseguinte, como principais limitações da metodologia proposta, tem-se a necessidade de obtenção de dados edafoclimáticos confiáveis para cada elemento amostral e o imóvel avaliando; em caso de utilização do Tratamento por Fatores, a definição da escala de Grupo x Valor; o desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas - SIG; a existência de mão de obra qualificada para a coleta e processamento das informações; e, georreferenciamento dos imóveis rurais.

Em contrapartida, observa-se que muitos dados edafoclimáticos estão disponíveis em base de livre acesso, inclusive quanto ao acesso às poligonais dos imóveis rurais, há um acervo de dados cartográficos certificados, disponíveis no sítio do Sistema de Gestão Fundiária - SIGEF. Com relação aos dados pedológicos, tem-se grande carência de informações, em escala compatível, restringindo-se a levantamentos de solos já realizados (RADAM/EMBRAPA), de pequena escala, e, ainda, selecionando parâmetros ou subcritérios/critérios, com base nessas informações disponíveis.

CONCLUSÕES

Como principais conclusões deste estudo, têm-se que:

1. Na hierarquia dos critérios/subcritérios do SCCUT/INCRA, o critério Solo é mais importante que o Clima, e este, mais que o critério Paisagem;
2. Os subcritérios Pedregosidade (critério *Solo*) e Seca Edafológica (critério *Clima*) possuem maior importância relativa, enquanto, os subcritérios inerentes ao Critério Paisagem possuem a menor importância relativa;
3. A nova proposta de determinação da capacidade de uso, com a integração do SCCUT à AHP/SIG, mostrou-se ser uma ferramenta aplicável na avaliação de imóveis rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Normas de Avaliação de Imóveis Rurais – NBR 14.653 – Parte 3.** [S.l:Sn]. 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Normas de Avaliação de Imóveis Rurais – NBR 14.653 – Parte 3.** [S.l:Sn]. 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Avaliação de imóveis rurais - NBR 8.799.** [S.l:Sn]. 1985.

¹ O Sistema de Recomendações para Uso Sustentável - RUST foi desenvolvido por WADT (2013), sendo uma adaptação do SAAAT.

AKINCI, H.; ÖZALP, A. Y.; TURGUT, B. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. **Computers and Electronics in Agriculture**, 1 set. 2013. v. 97, p. 71–82.

ALVES, H. M. R.; ALVARENGA, M. I. N.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA, T. G. C. Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 2003. v. 24, n. 220, p. 89-93.

ARAÚJO, J. M. S.; OLIVEIRA, H. A. de; BEZERRA, H. N.; SILVA, P. C. M. da. Determinação da aptidão agrícola da microrregião de Mossoró-RN. **Engineering in Agriculture**, 18 abr. 2013. v. 21, n. 2, p. 148–158.

ATALAY, I. A New approach to the land capability classification: Case study of Turkey. **Procedia Environmental Sciences**, 32, 2016, 264 – 274.

BERTONI, J.; LOMBARDI, F. N. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 345p.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR, C.; LAENDER, A. H. F. Modelagem conceitual de dados geográficos. In: CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; DAVIS, C.; VINHAS, L; DE QUEIROZ, G. R. (Eds.). **Banco de dados geográficos**. Brasília: INPE. 2005, p. 83 - 136.

CAMARGO LIMA, M. R. DE. **Engenharia de avaliações aplicada em propriedades rurais**. São Paulo: IBAPE. 2016. 267p.

CAMARGO LIMA, M. R. DE. **Avaliação de propriedades rurais**. São Paulo: LEUD, 2011.

CARMO, P. F. B. do. Avaliação de imóveis: determinação dos fatores e da matriz de homogeneização pelo método da análise hierárquica. In: Congresso Pan-americano de Avaliações, 31., Rio de Janeiro: UPAV, **Anais ...**, 2016.

CAY, T.; UYAN, M. Evaluation of reallocation criteria in land consolidation studies using the Analytic Hierarchy Process (AHP), **Land Use Policy**, 2013, 30, p. 541– 548.

CHAGAS, C. DA S.; CARVALHO JUNIOR, W. DE; PEREIRA, N. R.; FERNANDES FILHO, E. I. Testing ALES (Automated Land Evaluation System) in the microregions Chapecó and Xanxerê, Western Santa Catarina State, for bean crop. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, jun. 2006. v. 30, n. 3, p. 509–522.

CLIMATE FOREST SYSTEM REANALYSIS – CFSR. **Global Weather for SWAT**. Acesso em: 20 jun. 2019. Disponível em: <https://globalweather.tamu.edu/>.

COSTA, G. P. DA; SOUZA, J. L. M. DE; JESUS, M. R. G. DE. Contraste entre duas metodologias de determinação do potencial agrícola das terras nas vilas rurais no município de Rio Negro, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 10 dez. 2008. v. 30, n. 5, p. 687–695.

CUNHA, B. G. **Planejamento espacial integrado como subsídio para a promoção da multifuncionalidade em Assentamentos Rurais**. Tese. (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). UFS. Aracaju. 2018. 177p.

CUNHA, B. G.; MAGALHÃES JUNIOR, E. B.; PEDROTTI, A. Soil erodibility around the dam reservoir Jaime Umbelino de Souza, São Cristovão, Sergipe. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 10196-10205 jul. 2019.

DEMÉTRIO, V. A. **Engenharia de avaliações aplicadas a imóveis rurais**. Piracicaba/SP: [s.n]. 2009. 137p. (Apostila)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Diretrizes básicas para desapropriação**. Rio de Janeiro: IPR, 2011. 186p.

DESLANDES, C. A. **Avaliação de imóveis rurais**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

DELARMELINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C. DOS; MASUTTI, C. S. M.; SILVA, E. F. da; SILVA, M. B. e; COELHO, R. M.; SHIMIZU, S. H.; COUTO, W. H. Avaliação da aptidão agrícola de solos do Acre por diferentes especialistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, dez. 2011. v. 35, n. 6, p. 1841–1853.

DELARMELINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C. DOS; MIRANDA, S. S.; MASUTTI, C. S. M.; SILVA, E. F. DA; BARROS E SILVA, M.; COELHO, R. M.; HIDEITI, S.; COUTO, W. H. DO. Aplicação de sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras em solos do Estado do Acre, Amazonas. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 4, n. 2, p. 87-95, 2014.

EL BAROUDY, A. A. Mapping and evaluating land suitability using a GIS-based model. **Catena**, 140, 2016, 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.12.010>.

FAGUNDES, N. A.; JÚNIOR, C. V. DE S. G. Diagnóstico ambiental e delimitação de Áreas de Preservação Permanente em um assentamento rural. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 2008. v. 30, n. 1, p. 29–38. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v30i1.1440.

FERNANDES, L. A.; LOPES, P. S. do N.; D'ANGELO, S.; DAYRELL, C. A.; SAMPAIO, R. A. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2008. v. 32, n. 3. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180214229042/>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETTO, A. de O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. de. The sub-basin springs of Poxim river, state of Sergipe: the degradation to restoration. **Revista Árvore**, abr. 2011. v. 35, n. 2, p. 265–277.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Land evaluation: towards a revised framework**. Land and Water Discussion Paper nº 6., Roma, Itália: FAO, 2007. 107p.

GAD, A. Land capability classification of some western desert Oases, Egypt, using remote sensing and GIS. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences**, 2015, 18, p. 9–18.

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.4, p.861-866, 2006.

GARCIA, G. J.; ANTONELLO, S. L.; MAGALHÃES, M. G. M. Land evaluation system - SIAT - adapted version. **Engenharia Agrícola**, ago. 2005. v. 25, n. 2, p. 516–529.

GARCÍA, J. L.; ALVARADO, A.; BLACO, J.; JIMÉNEZ, E.; MALDONADO, A. A.; CORTÉS, G. Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process. **Computers and Electronics in Agriculture**, 1 jan. 2014. v. 100, p. 60–69.

GAROTTI, L. M.; BARBASSA, A. P. Estimate of directly connected impervious areas and its use as runoff coefficient. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, mar. 2010. v. 15, n. 1, p. 19–28.

GOMES, J. B. V.; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, R. P.; BHERING, S. B.; ZARONI, M. J.; ANDRADE, A. G. de; CALDERANO, S. B. Aptidão para reflorestamento das sub-bacias dos canais do Mangue e do Cunha, município do Rio de Janeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, 29, 2005, p. 459-466.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial**. Brasília: INCRA. 2006. 140p.

INCRA. **Relatório de análise do mercado de terras** – Sergipe. 2017. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/relatorios-analise-mercados-terras/sr-23-sergipe>.

KAZEMI, H.; AKINCI, H. A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). **Ecological Engineering**, 116, 2018, p. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.021>.

LEPSCH, I.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: SBCS, 2015. 170p.

MALEKI, F.; KAZEMI, H.; SIAHMARGUEE, A.; KAMKAR, B. Development of a land use suitability model for saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. **Ecological Engineering**, 1 set. 2017. v. 106, p. 140–153.

MARQUES, J. Q. DE, et al. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra**. III aproximação. [S.l.]: Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 1971. 433p.

MELO, A. C. DE; SOUTO, J. S. Capacidade de uso da terra no Assentamento Patativa do Assaré, Patos-PB. **Revista de Geografia**, Recife, 2011. v. 27, n. 3, p. 183–204.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 2006, v.10, n.4, p.888-895.

MINISTÉRIO DA DEFESA – Exército Brasileiro. **Portaria nº 004 – DEC**, de 23 de janeiro de 2019. Aprova o Caderno de Instrução para Avaliação de Imóveis Rurais no âmbito do Exército Brasileiro. Disponível em: <http://www.sgex.eb.mil.br/sistemas/be/copiar.php?codarquivo=729&act=sep>.

MISHRA, A. K.; DEEP, S.; CHOUDHARY, A. Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**. 18 (2), 2015. 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.06.005>

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Pesquisa de preços de terras agrícolas - Metodologia** Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Metodologia_atual.pdf.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F.; TOCCHETTO, M. R. L.; GOMES, M. A. F. Nova abordagem do fator de limitação "fertilidade do solo" utilizado na avaliação da aptidão agrícola das terras.. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 15., 2004, Santa Maria - RS. **Anais...**, 2004.

POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. DE A.; FINK, J. 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**, Viçosa-MG, v.39, n.2, p. 215-223, 2015.

QGIS. **Development Team** - QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2017. Acesso em 10. nov. 2018 Disponível em: <http://www.qgis.org>.

RHEBERGEN, T.; FAIRHURST, T.; ZINGORE, S.; FISHER, M.; OBERTHUR, T.; WHITBREAD, A. Climate, soil and land-use based land suitability evaluation for oil palm production in Ghana. **European Journal of Agronomy**, 81, 2016, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.08.004>.

RIBEIRO, M. R. Metodologias de avaliação da aptidão agrícola das terras e as variáveis regionais. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 4, p.116-125, 2007.

RIO GRANDE DO SUL. **Manual de Conservação de Solo e Água**. Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. Porto Alegre, RS. 1983. 227 p.

RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; PIROLI, E. L. Utilização de Sistema e Informação Geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, 2001, 675-681.

ROMANO, G.; DAL SASSO, P.; LIUZZI, T.; GENTILE, F. Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of Southern Italy. **Land Use Policy**, 1 nov. 2015. v. 48, p. 131–143.

ROSSITER, D. G. A theoretical framework for land evaluation. **Geoderma**, 1996. v. 72, n. 3–4, p. 165–190.

RUSDI, M.; ROOSLI, R.; AHAMAD, M. S. S. Land evaluation suitability for settlement based on soil permeability, topography and geology ten years after tsunami in Banda Aceh, Indonesia. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, 2015. 18 (2), 207-215.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo, Editora Makron. 1991.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Atlas digital sobre recursos hídricos**. Aracaju: SEMARH, 2012. 1 DVD.

SILVA, E. B. DA; NOGUEIRA, R. E.; UBERTI, A. A. A. Land suitability evaluation as subsidy to the settlement of rural families, using geographic information system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, dez. 2010, v. 34, n. 6, p. 1977–1990.

VILELA, M. DE F.; SOARES, V. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; PEREIRA, R. DE A.; RIBEIRO, C. A. A. S. Mapeamento utilitário e avaliação da aptidão agrícola das terras do Projeto de Assentamento Quebra Anzol. **Revista Ceres**, 2005, 52 (303), p. 689-720.

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DE ALAGOAS – ZAAL. **Potencial pedológico do Estado de Alagoas para culturas agrícolas**. Recife: EMBRAPA. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

YALEW, S. G.; GRIENSVEN, A. VAN; ZAAG, P. VAN DER. AgriSuit: A web-based GIS-MCDA framework for agricultural land suitability assessment. **Computers and Electronics in Agriculture**, 1 out. 2016. v. 128, p. 1–8.

WADT, P. G. S. **Payments for farm environmental services**. Plant City, FL., CPS. 2013, 124p.