

Metodologia para obtenção de índices agronômicos e nota rodoviária para homogeneização em avaliações rurais

Msc. Ailton Moisés Xavier Fiorentin¹, Msc. Carlos Augusto Arantes², Msc. Marcelo Rossi de Camargo Lima³, Taís Diane Nicoletti Fiorentin⁴, Dr^a Luciana Márcia Gonçalves⁵

¹ UFSCAR/SP, Rua Dr. Hélyvio Barbosa, 323, Jardim Paraíso, Brotas-SP, CEP 17.380-000, Brasil, ailton.fiorentin@gmail.com

² IBAPE-SP, arantes@pericia.eng.br

³ Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo, marcelo@mrcl.com.br

⁴ USP, Rua Dr. Hélyvio Barbosa, 323, Jardim Paraíso, Brotas-SP, CEP 17.380-000, Brasil, tais.nfiorentin@gmail.com

⁵ UFSCAR/SP, Rua Maestro João Seppe, 303, apto 804 B, São Carlos/SP, CEP 13.561-180., lucianamg@ufscar.br

RESUMO

Os índices de uso dos solos aplicados nos cálculos da Nota Agronômica (NA), em vários casos, não têm se mostrados aderentes aos modelos de avaliação de imóveis rurais. Deste modo, o objetivo desse artigo é apresentar uma metodologia para obtenção dos Índices de Potencial Agronômico (IPA) utilizados para homogeneização no cálculo do Valor de Terra Nua (VTN), além da apresentação do conceito da Nota Rodoviária (NR). O estudo se mostra relevante pois foram observadas variações de até 262% entre os índices encontrados pela matriz de limitações e os utilizados atualmente. Ademais, o conceito proposto para NR implementou uma metodologia para quantificação ponderada das condições de uso da rota de acesso ao imóvel. Assim, a NA resultante entre a relação do IPA com a NR aprimorou o tratamento estatístico, dando maior precisão na homogeneização da principal variável para cálculo do VTN em laudos de avaliação de imóveis rurais.

Palavras-chave: Nota agronômica; Nota rodoviária; Índice agronômico; Valor de terra nua; Avaliação rural.



Methodology for obtaining agronomic indices and road note for homogenization in rural evaluation

ABSTRACT

The land use indices applied in the calculations of the Agronomic Note (AN), in several cases, have not shown to be adherent to the evaluation models of rural properties. Thus, the objective of this article is to present a methodology for obtaining the Agronomic Potential Indices (API) used for homogenization in the calculation of the Value of Naked Land (VNL), in addition to the presentation of the concept of the Road Note (RN). The study is relevant because it observed variations of up to 262% between the indices found by the limitations matrix, when compared to those currently used. Also, the concept proposed for RN implemented a methodology for weighted quantification of the conditions of use of the access route to the property. Thus, the resulting AN between the relationship the API and the RN improved the statistical treatment, providing greater precision in the homogenization of the main variable for calculating the VNL in evaluation reports of rural properties.

Key-words: Agronomic Note, Road Note, Agronomic Indices, Value of Naked Land, rural evaluation.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de imóveis pode ser entendida como a determinação técnica do valor de um bem ou de seus rendimentos, gravames, frutos, direitos, seguros, ou de um empreendimento, para uma data e um lugar determinado.

No âmbito da engenharia de avaliação de imóveis rurais, em síntese, faz-se necessário compreender que a valoração do bem é a resultante entre a somatória do Valor da Terra Nua (VTN) com o valor das eventuais benfeitorias e ativos/passivos ambientais existentes, quando se utiliza o método evolutivo.

Para obtenção do VTN é fundamental observar as particularidades do imóvel correlacionando-as com atributos representativos, para homogeneização¹ dos dados de mercado observados. Entre os atributos amplamente utilizados pelos profissionais da engenharia de avaliação rural, a Nota Agronômica (NA) tem se destacado dentre os métodos de homogeneização para cálculo do VTN.

A referência metodológica para a NA aplicada em cálculos de avaliação consiste em índices para as classes de uso do solo relacionados à qualificação do acesso ao local.

Os índices disponibilizados pela bibliografia técnica para as classes de uso do solo, bem como a qualificação dos acessos ao local, não têm se mostrados aderentes, em vários casos, aos valores praticados no mercado imobiliário, conforme demonstrado por este estudo.

Assim, o objetivo desse artigo é apresentar uma metodologia para subsidiar os fatores de homogeneização em avaliações de imóveis rurais com apresentação de índices de uso do solo, bem como a introdução do conceito quantitativo de Nota Rodoviária ao método existente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Nota Agronômica

Em processos de avaliação de imóveis, faz-se necessário a coleta de amostras com dados de mercado, os quais representem o valor de um determinado bem praticado na região em análise (BOGIN; SHUI, 2020; ARANTES; ARANTES, 2020; FIKER, 2008; MOLINA; ARANTES, 2017). Os dados comparáveis em função de suas características devem sofrer um processo de equidade entre si, no qual a “NBR-14.653 - Parte 3”, referencia com o termo homogeneização, quando utilizado para o tratamento estatístico (LIMA, 2014).

Segundo Mendonça *et. al.* (2019), para avaliações rurais, o principal fator de tratamento aplicado na homogeneização dos dados de mercado é a nota agronômica, que associa capacidade de uso do solo² ou aptidão do solo³, com a sua localização e acesso.

¹ Homogeneização: tratamento dos preços observados, mediante a aplicação de transformações matemáticas que expressem, em termos relativos, as diferenças entre os atributos dos dados de mercado e os do bem avaliando (ABNT NBR 14.653-3 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019).

² Capacidade de uso do Solo: é uma classificação técnica, representando um grupamento qualitativo de tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra: diversas características e propriedades são sintetizadas, visando à obtenção de classes homogêneas de terras, em termos de propósito de definir sua máxima capacidade de uso sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada (LEPSCH; BELLINAZZI; BERTOLINI, 1991).

³ Aptidão do Solo: classificação que busca refletir as potencialidades e restrições para o uso da terra e as possibilidades de redução das limitações de seu uso em razão de manejo e melhoramento técnico, de forma a garantir a melhor produtividade e a conservação dos recursos naturais (BRASIL, 2021);

Conforme Paraná (2021), as classes de capacidade e uso do solo podem ser correlacionadas ao sistema de aptidão do solo, demonstrado pelo Qdro. 1.

Quadro 1: Conversão entre as metodologias de classificação do solo: Capacidade e Uso do Solo x Aptidão Agrícola

| Denominação no método de Capacidade e Uso do solo | Denominação no método de Aptidão do Solo |
|---|--|
| Classe I | Classe I: lavoura – aptidão boa |
| Classe II | Classe I: lavoura – aptidão boa |
| Classe III | Classe II: lavoura – aptidão regular |
| Classe IV | Classe III: lavoura – aptidão restrita |
| Classe V | Classe IV: pastagem plantada |
| Classe VI | Classe IV: pastagem plantada |
| Classe VII | Classe V: silvicultura ou pastagem natural |
| Classe VIII | Classe VI: preservação da fauna ou flora |

Fonte: Adaptado de Paraná, 2021.

De acordo com INCRA (2021), para a definição da situação de localização e acesso, é adotada a metodologia descrita pelo Qdro. 2, que considera o tipo de estrada, a importância das distâncias e a trafegabilidade.

Quadro 2: Quadro para determinação da situação do imóvel em relação à localização e acesso

| Situação | Características | | | |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|
| | Tipo de Acesso | | Características Tipo de acesso Importância das distâncias | Praticabilidade durante o ano |
| | Terrestre | FLUVIAL (Navegabilidade) | | |
| Ótima | Asfaltada | 0-1h | Não significativa | Permanente |
| Muito boa | 1ª classe não asfaltada | 1-3h | Relativa | Permanente |
| Boa | Não pavimentada | 3-6h | Significativa | Permanente |
| Regular | Estradas e servidões de passagem | 6-12h | Significativa | Sem condições satisfatórias |
| Desfavorável | Fechos nas servidões | Parte do ano | Significativa | Problemas sérios na estação chuvosa |
| N.A. | Fechos e interceptada | Restrita | Significativa | Problemas sérios mesmo na seca |

Fonte: Caires, 1978⁴; Mendes Sobrinho; Yamanaka, 1966⁵ *apud* Kozma, 1984.

Segundo Pellegrino (1983), para obtenção da nota agrônômica utiliza-se o produto entre o percentual de cada classe de uso do solo existente no imóvel rural e seu correspondente índice referente a localização e acesso, descrita pela Tab. 1:

⁴ CAIRES, H. R. R. Novos Tratamentos Matemáticos em Temas de Engenharia de Avaliações. 2ª. ed. Editora PINI: São Paulo/SP, 1978.

⁵ MENDES SOBRINHO, O T.; YAMANAKA, I. Contribuição ao uso de aparelho de bolso para classificação do solo seguindo a capacidade de uso. In: Congresso Pan-Americano de Conservação do Solo, São Paulo, 1966. Anais. São Paulo, Secretaria de Agricultura, Ministério da Agricultura, p. 345-350.

Tabela 1: Fatores de ponderação na obtenção do valor das terras considerando a classe de capacidade de uso e situação

| Capacidade de uso | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|----------------------|------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Localização e acesso | | Índice de Potencial Agronômico | | | | | | | |
| | | 100% | 80% | 61% | 47% | 39% | 29% | 20% | 13% |
| Ótima | 100% | 1,00 | 0,800 | 0,610 | 0,470 | 0,390 | 0,290 | 0,200 | 0,130 |
| Muito boa | 95% | 0,950 | 0,760 | 0,580 | 0,447 | 0,371 | 0,276 | 0,190 | 0,124 |
| Boa | 90% | 0,900 | 0,720 | 0,549 | 0,423 | 0,351 | 0,261 | 0,180 | 0,117 |
| Regular | 80% | 0,800 | 0,640 | 0,488 | 0,376 | 0,312 | 0,232 | 0,160 | 0,104 |
| Desfavorável | 75% | 0,750 | 0,600 | 0,458 | 0,353 | 0,293 | 0,218 | 0,150 | 0,098 |
| Ruim | 70% | 0,700 | 0,560 | 0,427 | 0,329 | 0,273 | 0,203 | 0,140 | 0,091 |

Fonte: Adaptado de França, 1983

2.2. Estradas rurais: tipologias e trafegabilidade

Dentre os modais de transportes existentes, o rodoviário é o predominante no Brasil, representando, de acordo com a Confederação Nacional de Transportes (2021), aproximadamente 90% do transporte de pessoas e 65% das cargas realizado no território nacional. Além disso, segundo o Boletim Estatístico de março de 2021, a maior parte da malha rodoviária brasileira é composta por vias não pavimentadas.

Assim, de acordo com o referido Boletim, o Brasil possui uma malha rodoviária de 1.717.965 km de extensão, sendo que, deste total, 1.348.406 km são referentes a vias não pavimentadas, ou seja, mais de 78% da malha rodoviária brasileira é composta por vias sem pavimentação.

Para Bittencourt (2011) as estradas não pavimentadas podem ser definidas como aquelas responsáveis por ligar regiões rurais a vias pavimentadas, garantindo assim o escoamento de produtos primários e o acesso aos centros urbanos.

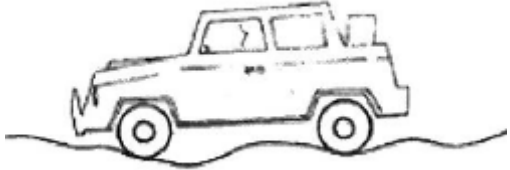
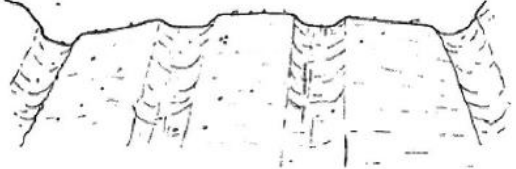
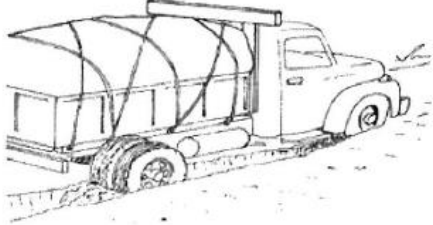
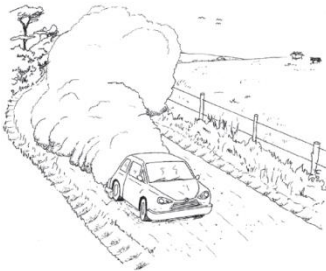

Conforme a Demarchi *et. al.* (2003), as estradas rurais podem ser classificadas por tipologias segundo suas características de conformação, topografia, solo e implantação, sendo estas:

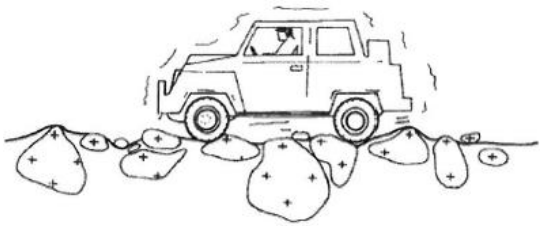



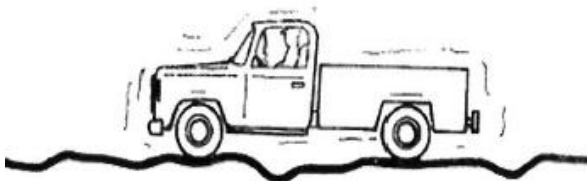
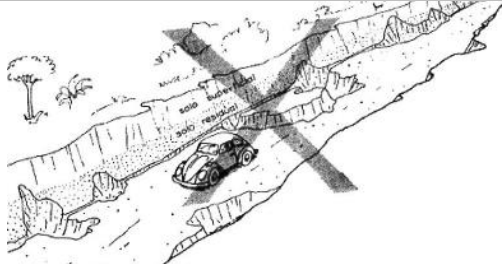
- Tipo A: Trechos nos quais a topografia se apresenta em condições mais harmônicas às áreas marginais.
- Tipo B: Trechos nos quais as plataformas se apresentam “encaixadas”, com taludes de corte variando entre 0,50 e 3,00 metros de altura, em que as condições do solo são favoráveis (boa infiltração e textura média argilosa), topografia pouco acidentada e áreas marginais utilizadas com culturas anuais ou pastagens.
- Tipo C1: Trechos extremamente “encaixados”, apresentando taludes de corte cujas alturas superaram 3,00 metros de altura, em regiões de topografia ondulada ou fortemente ondulada, solos arenosos e baixa infiltração de água, e onde a tecnologia convencional mostra-se extremamente impactante ao meio ambiente, além de onerosa.
- Tipo C2: Trechos em que os taludes se apresentam instáveis, sujeitos a desmoronamentos.
- Tipo D: Trechos cujos traçados se desenvolvem basicamente em meia-encosta, encravas em morros com desnível acentuado.

Para Quaresma (2016), as estradas não pavimentadas podem apresentar questões quanto a sua trafegabilidade, as quais são capazes de interferir negativamente em sua estrutura, comprometendo a capacidade de suporte, a condição de rolamento, bem como a segurança e o conforto da via. Além disso, tais problemas podem acarretar em aumento no tempo de viagem, gastos com manutenção de veículos e custos de transporte em geral.

Segundo Santos *et. al.* (2019), as patologias ou defeitos mais comuns em estradas não pavimentadas são descritas conforme Qdro. 3:

Quadro 3: Caracterização de patologias em estradas

| DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA | ILUSTRAÇÃO |
|---|---|
| <p>Ondulações, rodeiros e atoleiros: Causados por falta de capacidade de suporte do subleito e ausência ou deficiência do sistema de drenagem.</p> | <p style="text-align: center;">Ondulações</p>  <p style="text-align: center;">Rodeiros</p>  <p style="text-align: center;">Atoleiros</p>  |
| <p>Areiões de espigão: Ocorre em regiões de solos arenosos, onde é muito pequena ou inexistente a ação do componente ligante (argila), é comum a formação de “areiões”, pela ação combinada do tráfego e da lavagem do material pela água de chuva.</p> |  |
| <p>Excesso de pós: Abundância de material fino no leito da estrada, o que forma nuvens de poeira na época de seca, colocando em risco a segurança do tráfego e reduzindo a vida útil dos motores dos veículos.</p> |  |

| DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA | ILUSTRAÇÃO |
|---|--|
| <p>Rocha aflorante: Ocorre nas regiões onde a camada de solo é pouco espessa ou onde verifica-se grande quantidade de blocos disseminados no solo, a ação de processos erosivos ou a constante patronagem podem expor o leito rochoso. Neste caso, a pista se torna bastante irregular, prejudicando ou mesmo inviabilizando o tráfego.</p> |  |
| <p>Pista molhada derrapante: Trechos muito argilosos quando submetidos à umidade ficam praticamente sem atrito e aderência. A pista se torna escorregadia, levando riscos ao tráfego, ou até impossibilitando sua continuidade quando o fenômeno ocorre em rampas.</p> |  |
| <p>Pista seca derrapante: Surge onde o “encascalhamento” foi feito com material granular de qualquer dimensão sem ligante. Pode aparecer também em terrenos onde o leito natural é formado por material granular ou pedras pequenas, ou através da deterioração de um tratamento primário mal executado, pobre em ligante (argila).</p> |  |
| <p>Costelas de vaca: Este problema surge principalmente onde o leito foi “encascalhado” com material granular de dimensões em geral entre 5 e 10 mm sem ligante. O tráfego vai acumulando material em ondulações transversais à estrada, causando violenta trepidação nos veículos.</p> |  |
| <p>Segregação lateral: o material granular de qualquer dimensão, superficial, sem ligante é lançado pelo tráfego para as laterais da estrada.</p> |  |
| <p>Buracos: A formação se dá pela continua expulsão de partículas sólidas do leito quando da passagem de veículos sobre um local onde há empoçamento de água. Ou seja, o aparecimento de buracos é um sintoma de uma plataforma mal drenada (provavelmente sem abaulamento transversal) e/ou a inexistência de tratamento primário, ou então deficiente do componente ligante (argila), do próprio tratamento primário.</p> |  |
| <p>Erosões: As erosões representam um dos mais sérios problemas das estradas de terra e têm como causa a falta ou deficiência de um sistema de drenagem adequada.</p> |  |

Fonte: Adaptado de Santos *et. al.*, 2019 (ilustrações do mesmo autor).

Segundo Deslandes (2002), os acessos ao imóvel podem ser caracterizados por índices de valores conforme a situação do trajeto associado a condição do pavimento do leito carroçável, conforme apresentado pela Tab. 2:

Tabela 2: Fator para homogeneização do acesso ao imóvel

| Situação | Tipo de acesso | Praticabilidade | Escala de valor |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Muito Bom | Asfalto | Todo o ano | 1,11 a 1,20 |
| Bom | Asfalto + pouca terra | Todo o ano | 1,01 a 1,10 |
| Normal | Asfalto + muita terra | Todo o ano | 1,00 |
| Regular | Terra | Todo o ano | 1,00 |
| Ruim | Muita terra | Parte do ano | 0,90 a 0,99 |
| Muito Ruim | Obstáculos | Parte do ano | 0,80 a 0,89 |

Fonte: Deslandes, 2002.

3. METODOLOGIA

3.1 Índice Potencial Agrônômico (IPA)

A metodologia para obtenção dos Índices de Potencial Agrônômico (IPA) das respectivas classes de capacidade de uso do solo seguiu uma adaptação dos conceitos propostos por Drugowich *et. al.* (2003) por meio da Resolução SAA - 11 (15/4/2015)⁶. Para tanto, neste artigo foi desenvolvida uma matriz quantitativa com as limitações para cada Classe da Capacidade de Uso do Solo (CCUS) descritas pela respectiva resolução.

A matriz foi elaborada a partir do agrupamento das limitações e sua intensidade, descrita pela coluna “Parâmetro”, na qual foi atribuída uma constante de depreciação conforme a coluna “Fator 1”, correspondente a cada CCUS.

Uma escala de avaliação foi definida e aplicada para identificar o “Índice Potencial Agrônômico” para cada CCUS em função de suas limitações do solo, onde:

- (0) - significa potencial nulo ou não se aplica;
- (1) - significa menor potencial e,
- (2) - significa maior potencial.

O Fator 1 passou por três etapas para sua determinação, sendo inicialmente atribuídos, testados e por fim aferidos com os Valores de Terra Nua disponíveis pela Receita Federal (RF).

O Fator 2, por sua vez, representa a média ponderada proveniente da relação do IPA com o Fator 1. E o Fator 3, representa o produto da resultante de cada Fator 2. Desta forma, o Fator 3 representa as constantes para os Índices de Potencial Agrônômico para cada CCUS.

Os IPAs obtidos através da matriz de limitações foram submetidos a comparações com as medidas de tendência central dos VTNs enviados pelos 645 municípios do Estado de São Paulo à RF⁷ no exercício 2020⁸, os quais serviram de base para aferição dos valores do Fator 1.

⁶ A Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo nº 11, dispõe sobre normas e procedimentos para efeito de aplicação do Decreto 41.719, de 16-04-1997, que trata do uso, conservação e preservação do solo agrícola no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2021).

⁷ Nota 1: Ressalta-se que os valores provenientes da Receita Federal foram considerados como índices para o modelo, não os tomando como valor da terra nua, haja visto que há opiniões contrárias quanto a sua origem, fidedignidade, uso e metodologia adotada para obtenção. Para tanto, o VTN da Classe I foi considerado o índice “1” e para as classes subsequentes a ponderação com a mesma (Classe Aptidão “X” dividido pela Classe de Aptidão I).

⁸Declaração VTN Receita Federal 2020 obtida através do endereço: <https://receita.economia.gov.br/orientacao/tributaria/auditoria-fiscal/pdf-planilha-final-para-publicacao2020.pdf>.

Desta forma, a metodologia de pesquisa contou com 3.870 amostras (VTN dos 645 municípios paulistas multiplicado por 6 classes de aptidão de uso do solo enviados à RF) as quais foram saneadas e sofreram tratamento estatístico para obtenção das medidas de tendência central (moda, média e mediana) para posterior comparação com os IPAs provenientes da matriz de limitações.

Os índices foram caracterizados pela metodologia de classificação dos solos nos sistemas de Capacidade de Uso do Solo e Aptidão do Solo, conforme manual técnico de correlação estabelecida por Paraná (2021), descritos no Qdro 1.

3.2 Índice Rodoviário (IR)

O Índice Rodoviário (IR) foi obtido pela conjunção dos conceitos propostos por Demarchi *et. al.* (2003)⁹ e Santos *et. al.* (2019)¹⁰ pela adaptação a metodologia descrita por Quaresma *et. al.* (2016).

A metodologia para referência dos índices rodoviários atribuiu constantes à tipologia das estradas correlacionados a constantes de trafegabilidade.

Para o cálculo da Nota Rodoviária, utilizou-se a somatório do produto entre o percentual de cada tipologia de estrada existente no trajeto ao imóvel rural pelo seu correspondente IR. Há de se ressaltar que o Índice Rodoviário é obtido pela relação entre dois fatores de homogeneização (tipologia x trafegabilidade). Portanto, o avaliador poderá optar pela utilização dos fatores conjugados (expressos na Nota Rodoviária) ou isolados.

4. RESULTADOS

4.1 Índice potencial para composição do Fator Solo

A matriz de limitação referente a Classe da Capacidade de Uso do Solo é apresentada na Tab. 3, a qual descreve os fatores limitantes e parâmetros quantitativos, resultando no Índice de Potencial Agrônômico (IPA) representado pelo Fator 3:

Tabela 3: Matriz de limitações das Classes da Capacidade de Uso do Solo

| Limitação | Parâmetro | Fator 1 | Índice Potencial Agrônômico Classe da Capacidade de Uso Solo | | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Fertilidade aparente | Alta | 1,000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Média | 0,975 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Baixa | 0,925 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | Muito baixa | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 0,975 | 0,958 | 0,942 | 0,950 | 0,950 | 0,950 | 0,931 |
| Profundidade efetiva | Profunda | 1,000 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Moderada | 0,975 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Rasa | 0,925 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | Muito rasa | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 0,983 | 0,983 | 0,983 | 0,931 | 0,908 | 0,908 | 0,908 |
| Drenagem interna | Excessiva | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | Favorável | 1,000 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

⁹Manual 77 CAT (Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável) – Adequação de Estradas Rurais.

¹⁰Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação, disponibilizado pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

| Limitação | Parâmetro | Fator 1 | Índice Potencial Agrônomo | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|---------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | Classe da Capacidade de Uso Solo | | | | | | | |
| | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| | Moderada | 0,925 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Lenta | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 1,000 | 0,950 | 0,950 | 0,963 | 0,908 | 0,900 | 0,900 |
| Pedregosidade | Sem pedra | 1,000 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 – 25% | 0,975 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 25 – 50% | 0,925 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | Maior que 50% | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 1,000 | 0,992 | 0,969 | 0,958 | 0,950 | 0,931 | 0,925 |
| Classe de declive | 0 – 3% | 1,000 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 – 12% | 0,975 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 – 45% | 0,925 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 45 – 100% | 0,850 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 0,992 | 0,983 | 0,942 | 0,900 | 0,900 | 0,875 | 0,875 |
| Risco de inundação | Sem risco | 1,000 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| | Ocasional | 0,975 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Frequente | 0,925 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Muito frequente | 0,900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 0,992 | 0,992 | 0,975 | 0,956 | 0,956 | 0,956 | 0,900 |
| Erosão do Solo | Ligeira | 1,000 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Moderada | 0,975 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| | Severa | 0,925 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Muito severa | 0,850 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Fator 2 | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,983 | 0,983 | 0,983 | 0,975 | 0,850 |
| Fator 3 | | | 1,000 | 0,940 | 0,870 | 0,770 | 0,690 | 0,630 | 0,590 | 0,470 |

O IPA calculado para o sistema de Capacidade de Uso do Solo também é apresentado para Aptidão do Solo conforme correlação estabelecida por Paraná (2021) e apresentado pela Tab. 4.

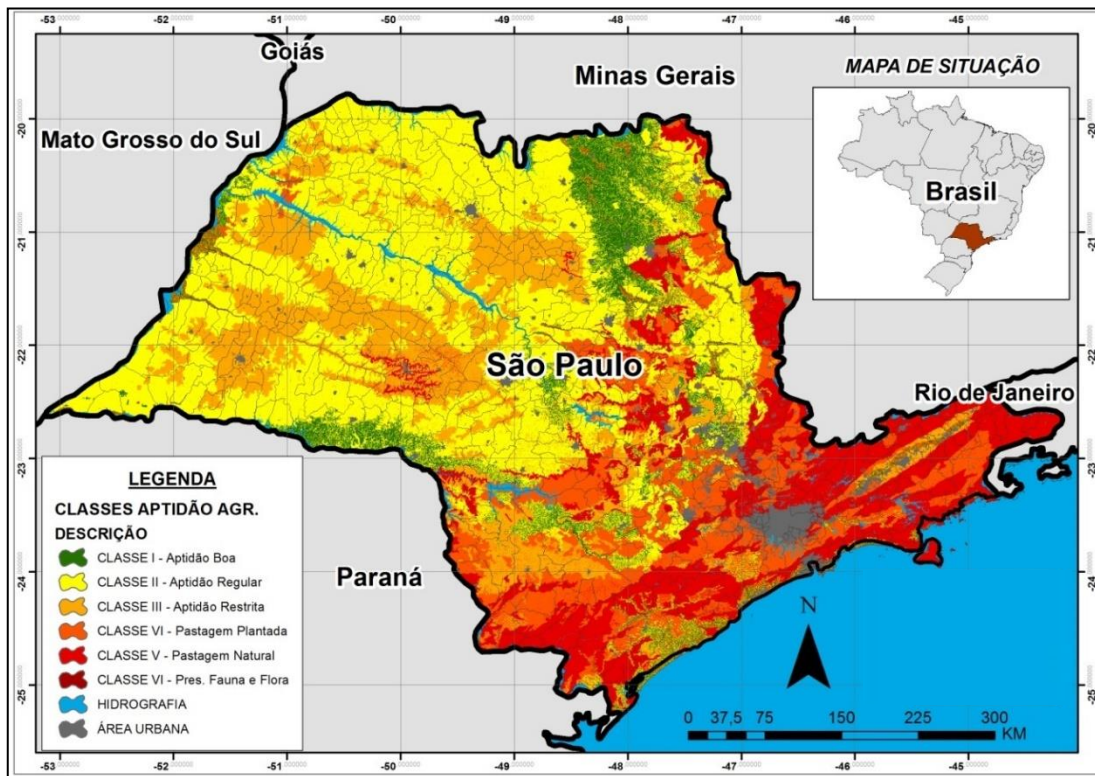
Tabela 4: Índice Potencial para enquadramento em Classe da Capacidade de Uso do Solo

| Classes da Capacidade e Uso do Solo | Classes de Aptidão do Solo | Índice Potencial Agrônomo (IPA) |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Classe I | Classe I | 1,00 |
| Classe II | - | 0,94 |
| Classe III | Classe II | 0,87 |
| Classe IV | Classe III | 0,77 |
| Classe V | Classe IV | 0,69 |
| Classe VI | - | 0,63 |
| Classe VII | Classe V | 0,59 |
| Classe VIII | Classe VI | 0,47 |

A Fig. 1 ilustra o Estado de São Paulo com caracterização das seis classes de Aptidão Agrícola dos solos disponíveis em cada município.

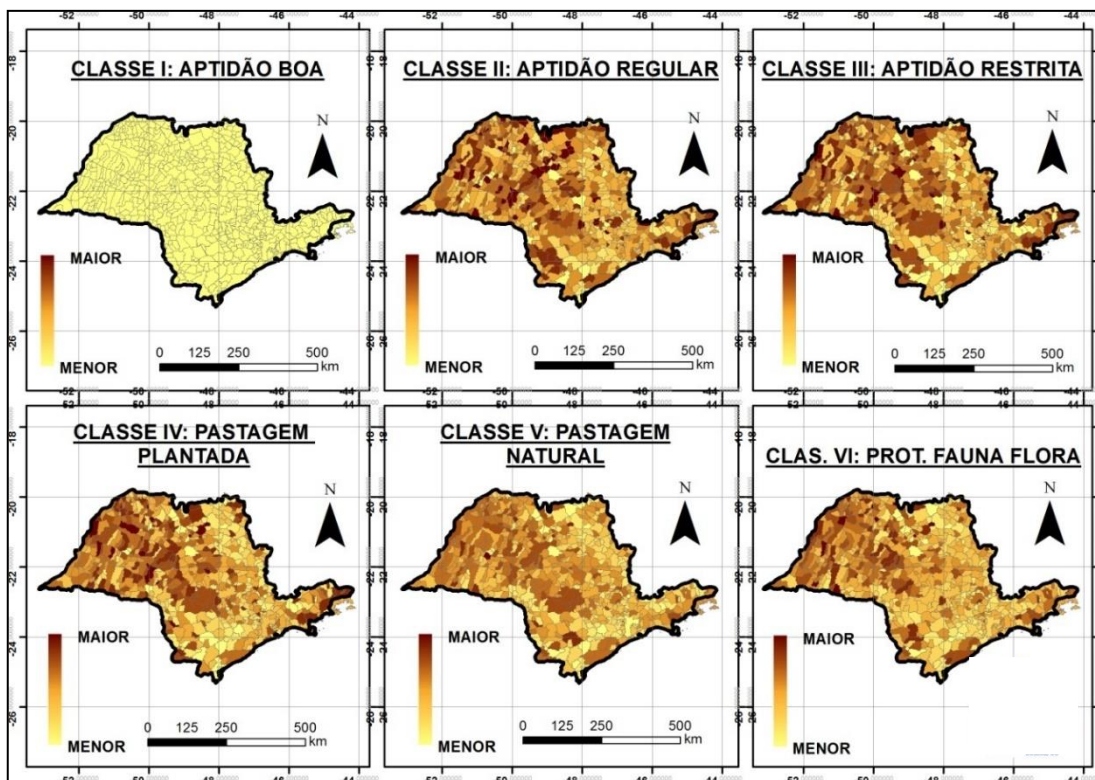
A Figura 2, por sua vez, representa graficamente os valores das 3.870 amostras analisadas no estudo, através do Índice Referencial dos VTN enviados pelos municípios paulistas à RF ano base 2020, considerado para a “Classe I – Lavoura Aptidão Boa” o índice “1” e para as classes subsequentes a ponderação com a mesma (Classe Aptidão “X” dividido pela Classe de Aptidão I).

Figura 1: Aptidão do Solo para os municípios do Estado de São Paulo



Fonte: Adaptado de São Paulo (2021)

Figura 2: VTN Referencial - Relação entre a Classe de Aptidão "N" com a Classe de Aptidão I



A Tab. 5 apresenta o resumo estatístico para as medidas de tendência central aplicado aos índices do VTN 2020 dos municípios do Estado de São Paulo, comparando a resultante da média, moda e mediana aos valores obtidos pela matriz de limitações, conforme:

Tabela 5: Estatística dos VTNs enviado pelos municípios à RF em 2020 em comparação ao IPA proveniente da matriz de limitações

| Descrição | Aptidão do Solo | | | | | |
|--|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| Média | 1,00 | 0,87 | 0,76 | 0,69 | 0,59 | 0,47 |
| Moda | 1,00 | 0,83 | 0,80 | 0,70 | 0,60 | 0,50 |
| Mediana | 1,00 | 0,88 | 0,77 | 0,70 | 0,58 | 0,47 |
| Índice Potencial Agrônômico (Matriz de Limitações) | 1,00 | 0,87 | 0,77 | 0,69 | 0,59 | 0,47 |

4.2 Índices para composição da Nota Rodoviária (NR)

A constante referente ao índice rodoviário proposto pela conjunção dos conceitos estudados é representada conforme Eq. 1:

$$IR = Kr \times Kt \quad (1)$$

Onde:

IR – Índice Rodoviário

K_r – Coeficiente Rodoviário

K_t – Coeficiente de Trafegabilidade

A Tab. 6 apresenta a variação para o Índice Rodoviário correlacionando os coeficientes rodoviários aos de trafegabilidade.

Tabela 6: Índice Rodoviário (IR)

| Tipologia | Coeficiente Rodoviário (K _r) | Coeficiente de Trafegabilidade (K _t) | | | |
|--------------------|--|--|-------------|-------------|-------------|
| | | Ótima | Boa | Média | Ruim |
| Pavimentada | 1,10 | 1,10 | 1,00 | 0,95 | 0,90 |
| Tipo A | 1,00 | 1,10 | 1,00 | 0,95 | 0,90 |
| Tipo B | 0,95 | 1,05 | 0,95 | 0,90 | 0,86 |
| Tipo C1 | 0,90 | 0,99 | 0,90 | 0,86 | 0,81 |
| Tipo C2 | 0,85 | 0,94 | 0,85 | 0,81 | 0,77 |
| Tipo D | 0,80 | 0,88 | 0,80 | 0,76 | 0,72 |

Nota:

- **Ótima:** Ausência de patologias na rota de acesso ao imóvel.
- **Boa:** ≤ 5% do trecho contendo alguma patologia no leito carroçável.
- **Média:** >5,1% e < 25% do trecho contendo alguma patologia no leito carroçável.
- **Ruim:** ≥ 25% do trecho contendo alguma patologia no leito carroçável.

O cálculo para obtenção da Nota Rodoviária (NR) consiste na somatória do produto entre o percentual de cada tipologia de estrada existente no trajeto ao imóvel rural pelo seu correspondente Índice Rodoviário (IR), conforme apresentado pela Eq. 2:

$$NR = IR_P \times \%T_P + IR_A \times \%T_A + IR_B \times \%T_B + IR_{C1} \times \%T_{C1} + IR_{C2} \times \%T_{C2} + IR_D \%T_D \quad (2)$$

Onde:

NR – Nota Rodoviária;

IR_n – Índice Rodoviário;

%T_n – Percentual de Trecho Rodoviário Existente.

4.3 Composição do Índice Potencial Agrônômico (IPA) a Nota Rodoviária (NR)

A matriz para obtenção do Índice Potencial Agrônômico, correlacionando a Nota Rodoviária (NR) para as respectivas Classe da Capacidade de Uso do Solo, é caracterizada de acordo com Tab. 7:

Tabela 7: Matriz para obtenção da Nota Agrônômica (NA)

| NR | Índice Potencial Agrônômico (IPA) para Classe da Capacidade de Uso do Solo | | | | | | | |
|------|--|------------|-------------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|
| | I 1,00 | II 0,94 | III 0,87 | IV 0,77 | V 0,69 | VI 0,63 | VII 0,59 | VIII 0,47 |
| 1,21 | 1,210 | 1,137 | 1,053 | 0,932 | 0,835 | 0,762 | 0,714 | 0,569 |
| 1,15 | 1,150 | 1,081 | 1,001 | 0,886 | 0,794 | 0,725 | 0,679 | 0,541 |
| 1,10 | 1,100 | 1,034 | 0,957 | 0,847 | 0,759 | 0,693 | 0,649 | 0,517 |
| 1,05 | 1,050 | 0,987 | 0,914 | 0,809 | 0,725 | 0,662 | 0,620 | 0,494 |
| 1,00 | 1,000 | 0,940 | 0,870 | 0,770 | 0,690 | 0,630 | 0,590 | 0,470 |
| 0,95 | 0,950 | 0,893 | 0,827 | 0,732 | 0,656 | 0,599 | 0,561 | 0,447 |
| 0,90 | 0,900 | 0,846 | 0,783 | 0,693 | 0,621 | 0,567 | 0,531 | 0,423 |
| 0,85 | 0,850 | 0,799 | 0,740 | 0,655 | 0,587 | 0,536 | 0,502 | 0,400 |
| 0,80 | 0,800 | 0,752 | 0,696 | 0,616 | 0,552 | 0,504 | 0,472 | 0,376 |
| 0,75 | 0,750 | 0,705 | 0,653 | 0,578 | 0,518 | 0,473 | 0,443 | 0,353 |
| 0,70 | 0,700 | 0,658 | 0,609 | 0,539 | 0,483 | 0,441 | 0,413 | 0,329 |

A Nota Agrônômica consiste no produto entre o Índice de Potencial Agrônômico e a Nota Rodoviária, considerando o percentual de Classe da Capacidade de Uso do Solo existente no imóvel avaliando, conforme observado pela Eq. 3:

$$NA = (IPA_I \times NR \times \%A_I) + (IPA_{II} \times NR \times \%A_{II}) + (IPA_{III} \times NR \times \%A_{III}) + (IPA_{IV} \times NR \times \%A_{IV}) + (IPA_V \times NR \times \%A_V) + (IPA_N \times NR \times \%A_N) \quad (3)$$

Onde:

NA – Nota Agrônômica;

IPA_n – Índice Potencial Agrônômico da classe de uso do solo (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII);

NR - Nota Rodoviária;

%A_n – Percentual da classe de uso do solo existente no imóvel avaliando.

5. DISCUSSÃO

Os Índices de Potencial Agrônômico dispostos pela matriz de limitações (Tab. 3), demonstram as discrepâncias numéricas, quando comparados a metodologia empregada em avaliações atualmente.

A relação entre as metodologias, proposta por este artigo e a existente, resultou em variações de até 262% para as classes de uso do solo estudadas.

A Tab. 8 demonstra a relação do Índice Potencial Agrônômico (IPA) para cada uma das classes de uso do solo, para a metodologia da Capacidade de Uso do Solo e Aptidão do Solo comparados ao conceito atribuído por França (1983).

Tabela 8: Índice Potencial Agrônômico para enquadramento em classes de uso do solo

| Sistema de Capacidade e Uso do solo | Sistema de Aptidão do Solo | Índice Potencial Agrônômico (IPA) (a) | Metodologia França (1983) (b) | %Relação entre metodologias (a) / (b) |
|-------------------------------------|----------------------------|--|----------------------------------|--|
| Classe I | Classe I | 1,00 | 1,00 | 0% |
| Classe II | - | 0,94 | 0,80 | +18% |
| Classe III | Classe II | 0,87 | 0,61 | +43% |
| Classe IV | Classe III | 0,77 | 0,47 | +64% |
| Classe V | Classe IV | 0,69 | 0,39 | +77% |
| Classe VI | - | 0,63 | 0,29 | +117% |
| Classe VII | Classe V | 0,59 | 0,20 | +195% |
| Classe VIII | Classe VI | 0,47 | 0,13 | +262% |

Quanto ao conceito proposto para Nota Rodoviária (NR), o mesmo apresentou uma metodologia para quantificação variável das condições de uso nos acessos ao imóvel, com atribuição do valor ponderado entre os diversos trechos disponíveis até a propriedade (avalianda ou amostras). Vale destacar que a metodologia empregada atualmente se utiliza de aspectos qualitativos ou mesmo atribuição de valor absoluto às características do percurso, desconsiderando as variações recorrentes em trajetos à imóveis rurais.

6. CONCLUSÃO

O Índice Potencial Agrônômico resultante da matriz de limitações se mostrou aderente aos valores praticados no mercado imobiliário quando comparados as medidas de tendência central dos valores de VTN enviados à Receita Federal pelos municípios do estado de São Paulo.

O estudo se apresenta relevante, pois foram observadas variações significativas entre a metodologia empregada nas avaliações imobiliárias atualmente e a proposição deste estudo.

A Nota Rodoviária também apresentou fundamental importância para quantificação dos atributos de trafegabilidade e estado de conservação do trajeto ao imóvel avaliado substituindo a subjetividade da metodologia atual por valores tangíveis.

Sobretudo, a Nota Agrônômica resultante entre a relação do IPA e a NR conjugou as metodologias, dando maior precisão na homogeneização de uma das principais variáveis consideradas no cálculo do VTN em laudos de avaliação de imóveis rurais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, C.A., ARANTES, C. Avaliação de Imóveis Rurais – Norma Técnica NBR 14.653-3 ABNT Comentada. 3ª ed. Araçatuba/SP: *Ed. do autor*, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14653-3: Avaliação de bens – Parte 3: Imóveis Rurais*. Rio de Janeiro/SP, 2019.

BITTENCOURT, B. H. K. *Estradas com revestimento primário: definição das deflexões admissíveis para o controle de compactação através de medidas de deslocamentos elásticos das camadas*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Civil. Porto Alegre/RS. 2011.

BOGIN, A. N.; SHUI, J. *Appraisal accuracy and automated valuation models in rural areas*. The Journal of Real Estate Finance and Economics. v. 60, n. 1, p. 40-52. 2020.

BRASIL. RECEITA FEDERAL. *Instrução Normativa RFB nº 1877*, de 14 de março de 2019. Disponível em: <<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=99225&visao=anotado>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Boletim Estatístico Rodoviário – Abril de 2021 janeiro*. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/boletins>>. Acesso: 25 de maio 2021.

DEMARCHI, L. C.; RABELLO, L. R.; SANTOS, N. B.; FRANCO, O.; CORREA, R. O. *Manual Técnico, 77: Adequação de Estradas Rurais*. CATI. Campinas. 2003.

DESLANDES, C. A. Avaliação de Imóveis Rurais. Viçosa/MG: *Ed. Aprenda Fácil*, 2002.

DRUGOWICH, M. I., GRASSI, A., MARIA, I., TCATCHENCO, J.; BORTOLETTI, J. (2015). *Tutorial para aplicação da Resolução SAA-11 (15/4/15)*. Campinas/SP: CATI, 2015.

FIKER, J. Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos. 3ª ed. São Paulo/SP: *Ed. Leud*, 2008.

FRANÇA, G. V. *Estudo agro-técnico e avaliação das terras da Fazenda São Sebastião, Município de Santa Cruz das Palmeiras, Estado de São Paulo – Levantamento de Solos, Capacidade de Uso e Valor Relativo das Terras*. 184p. Piracicaba / SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1983.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. *Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial*. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Livro%20Avaliacao%20de%20imoveis%20rurais%20pelos%20PFAs%20-%20e-book%201.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

KOZMA, M. C. F. S. Engenharia de Avaliações: Avaliação de Propriedades Rurais. São Paulo/SP: *Ed. Pini*, 1984.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D. *Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso*. Campinas: SBCS, 1991.

LIMA, M. R. C. Avaliação de propriedades rurais: Manual básico: a engenharia de avaliações rurais aplicada às fazendas. 2ª ed. São Paulo/SP: Ed. Leud, 2014.

MENDONÇA, I. F.; BERNARDES K. C.; ROCHA, J. F. G.; RAMOS, N. F.; PEREIRA, R. A. *Avaliação de Imóveis Rurais pelos Peritos Federais Agrários*. Brasília/DF. SindPFA. ISBN 978-65-80874-00-2. 2019.

MOLINA, M.G.A., ARANTES, C.A. Manual de Avaliação de Bens Imóveis. São Paulo/SP: Ed. Leud, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, Departamento de Economia Rural – DERAL. Divisão de Estatísticas Básicas – DEB. *Pesquisa de Preços de Terras Agrícolas*. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/metodologia_atual.pdf>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

PELLEGRINO, J. C.; Avaliações para garantias: Avaliação de propriedades rurais. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. São Paulo/SP: Ed. Pini Ltda, 1983.

QUARESMA, C. C.; CASTÃO E. S.; SILVA B. M. F.; FERREIRA M. L. *Avaliação do estado de uma estrada de terra atendida pelo programa melhor caminho no município de Francisco Morato – SP – Brasil*. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA), 2016. ISSN: 2359-1048.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. *Sistema de Classes de Capacidade Potencial de Uso das Terras Agrícolas*. Disponível em: <<https://www.cdrrs.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/classe-de-capacidade>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

SANTOS, A. R., PASTORE, E. L., JÚNIOR, F. A.; CUNHA, M. A. (1988). *Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação*. 3ª ed. São Paulo: ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2019.