

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM  
PROPRIEDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NO  
CERRADO BRASILEIRO**

Autora: Karynna de Oliveira Araújo Rosa  
Orientadores: Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos  
Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares  
Coorientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

Rio Verde – GO  
Agosto - 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM  
PROPRIEDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NO  
CERRADO BRASILEIRO**

Autora: Karynna de Oliveira Araújo Rosa  
Orientadores: Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos  
Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares  
Coorientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA APLICADA no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de Concentração em Eficiência Energética e Sustentabilidade.

Rio Verde – GO  
Agosto - 2019

622.66S Rosa, Karynna de Oliveira Araújo  
586c Avaliação de impacto ambiental em propriedades de agricultura familiar no Cerrado brasileiro.  
/ Karynna de Oliveira Araújo Rosa. - 2019.  
85f.: grafs., tabs.

Orientadores: Prof. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade  
Bibliografia: f. 78-85

1. Avaliação de impacto ambiental em propriedades de agricultura familiar no cerrado brasileiro. – Dissertação (Mestrado). Rosa, Karynna de Oliveira Araújo I. Santos, Leonardo Nazário Silva dos; II. Soares, Frederico Antônio Loureiro III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico             | <input type="checkbox"/> Educacional                    |
- e Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Karynna de Oliveira Araújo Rosa  
Matrícula: 2017202331440030  
Título do Trabalho: AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM PROPRIEDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NO CERRADO BRASILEIRO

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não  
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rua Verde - 6023 112 1319.  
Local Data

  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


  
Assinatura do(a) orientador(a)




SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS RIO VERDE - GO  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE


## ATA Nº 09 (NOVE) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e nove dias do mês de agosto do ano de dois mil e dezenove, às 08:00 (oito horas), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos (orientador), Prof. Dr. Wilker Alves Moraes (avaliador externo), Prof. Dr. Fernando Nobre Cunha (avaliador externo) e Prof. Dr. Lucas Peres Angelini (avaliador interno), sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada na sala de aula do prédio de Engenharias I do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, da autoria de **Karynna de Oliveira Araújo Rosa**, discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA APLICADA E SUSTENTABILIDADE**, na área de concentração Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGEAS da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Renata Maria de Miranda Rios Resende, secretária do PPGEAS, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em seis vias de igual teor.

  
Prof. Dr. Wilker Alves Moraes  
Avaliador externo  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Fernando Nobre Cunha  
Avaliador externo  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Lucas Peres Angelini  
Avaliador interno  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos  
Presidente da Banca  
IF Goiano / Rio Verde


**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA APLICADA E  
SUSTENTABILIDADE**


**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM  
PROPRIEDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NO  
CERRADO BRASILEIRO**


Autora: Karynna de Oliveira Araújo Rosa  
Orientadores: Leonardo Nazário Silva dos Santos  
Frederico Antônio Loureiro Soares  
Coorientador: Marconi Batista Teixeira


*TITULAÇÃO:* Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade – Área de concentração Engenharia Aplicada e Sustentabilidade.

APROVADA em 29 de agosto de 2019.

  
Prof. Dr. Wilker Alves Morais  
*Avaliador externo*  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Fernando Nobre Cunha  
*Avaliador externo*  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Lucas Peres Angelini  
*Avaliador interno*  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos  
*Presidente da Banca*  
IF Goiano / Rio Verde

## **DEDICATÓRIA**

À minha família de professores, em especial a minha mãe, que, como docente, sempre me incentivou nos estudos, educou-me da melhor forma, através de sua índole pacienzosa. Além de ser um exemplo de vida e de superação, mostrando-me o quão importante é lutar pelos objetivos e dar valor a vida.

À minha irmã, a quem tenho grande admiração, pois busca, através do trabalho, crescimento mental e espiritual. Atuando através do estudo do leite de bovinos por longos anos, adquirindo um conhecimento prático e especializado, e assim me incentivando também na pesquisa científica.

Ao meu orientador, professor Dr. Leonardo Nazário, que se esforçou ao máximo para transmitir seus conhecimentos e que com toda paciência do mundo conduziu as orientações mais importantes dessa pesquisa.

E por fim, mas acima de tudo a Deus, a quem rezo todos os dias para me transmitir confiança no que faço e colocar pessoas boas no meu caminho, para que eu possa prosperar e me destacar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço minha família de professores, em especial a minha mãe, que, como docente, sempre me incentivou nos estudos, educou-me da melhor forma, através de sua natureza pacienzosa. Além de ser um exemplo de vida e de superação, mostrando-me o quão importante é lutar pelos objetivos e dar valor a vida.

À minha irmã, a quem tenho grande admiração, que busca, através do trabalho, crescimento mental e espiritual. Atuando através do estudo do leite de bovinos, por longos anos, adquirindo um conhecimento prático e especializado, e assim me incentivando também na pesquisa científica.

Ao meu orientador, professor Dr. Leonardo Nazário, que se esforçou ao máximo para transmitir seus conhecimentos e que com toda paciência do mundo conduziu as orientações mais importantes dessa pesquisa.

Agradeço a todos os meus tão bem qualificados professores da pós-graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, que nos prestaram assistência e nos apresentaram novas possibilidades.

Agradeço também, imensamente, aos meus amigos, Luciane de Souza Pereira, que me aconselhou em diversos momentos e esteve ao meu lado em momentos difíceis. À Franciane Paula da Cruz, a quem pude dividir momentos tão humorados, estando comigo desde a graduação. Ao Kenedy Vieira dos Reis, que me auxiliou na coleta de solos e água. À minha amiga Clarissa Vitória Borges dos Santos, a quem pude compartilhar bons momentos e ao Wellmo dos Santos, que me ensinou questões relativas à análise de água.



## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Karynna de Oliveira Araújo Rosa, filha de Ana Ester de Oliveira Araújo e Antônio Leonardo Rosa, nasceu em 18 de março de 1992, na cidade de Rio Verde, Goiás.

Em janeiro de 2010, ingressou no curso de Engenharia Ambiental, graduando-se em março de 2014. Durante a graduação estagiou na Agência Nacional de Águas - ANA. Em agosto de 2017, iniciou no Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação da Leonardo Nazário Silva Dos Santos.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 OBJETIVO .....	24
2.1 Objetivo Geral.....	24
2.2 Objetivos Específicos .....	24
2 HIPÓTESE .....	25
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	26
3.1 Agricultura familiar.....	26
3.2 Avaliação de Impacto Ambiental.....	27
3.3 Sistemas de avaliação de impactos ambientais das atividades rurais.....	28
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1 Caracterização da área experimental.....	36
4.2 Coleta de dados .....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
5.1 Dimensão ecologia da paisagem .....	60
5.2 Dimensão qualidade dos compartimentos ambientais .....	63
5.3 Dimensão valores socioculturais .....	68
5.4 Dimensão valores econômicos .....	71
5.5 Dimensão Gestão/administração .....	73
6 CONCLUSÃO.....	77
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Metodologia utilizada para a dimensão Ecologia da paisagem. ....	46
<b>Tabela 2.</b> Pontos de amostragem e coordenadas para análise da água superficial e subterrânea. ....	48
<b>Tabela 3.</b> Metodologia utilizada para a subdimensão dimensão Qualidade da água superficial e subterrânea. ....	48
<b>Tabela 4.</b> Características químicas do solo da propriedade 1 e 2, após a inserção da atividade, Rio Verde -GO .....	49
<b>Tabela 5.</b> Metodologia utilizada para a subdimensão dimensão Qualidade do ar. ....	49
<b>Tabela 6.</b> Metodologia utilizada para a dimensão Valores Socioculturais. ....	50
<b>Tabela 7.</b> Metodologia utilizada para a dimensão Valores Econômicos. ....	57
<b>Tabela 8.</b> Metodologia utilizada para a dimensão Gestão/administração. ....	57
<b>Tabela 9.</b> Índices de Impacto ambiental para cada dimensão nas Propriedades 1 (Pr1) e 2 (Pr2) .....	76

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Dimensões do Sistema Apoia Novo-Rural. 1-Dimensão ecologia da paisagem; 2-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Atmosfera; 3-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Água superficial e subterrânea; 4-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Solo; 5-Dimensão Valores econômicos; 6-Dimensão Valores Socioculturais; 7-Dimensão Gestão/administração.....	30
<b>Figura 2.</b> Mapa de localização do assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO, processado no Software QGIS 3.8.3. Sítio JF (Pr1) e Sítio Cabeceira (Pr2). Projeto de Assentamento (PA), Rio Verde, Goiás. ....	37
<b>Figura 3.</b> Mapa de localização dos Pontos amostrais, processado no Software QGIS 3.8.3. Sítio JF (P1) e Sítio Cabeceira (P2). ....	38
<b>Figura 4.</b> Exemplo de matriz ponderada típica .....	39
<b>Figura 5.</b> Mapa de localização de pontos de coleta de água, Assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO. ....	47
<b>Figura 6.</b> Componentes estruturais da dimensão ecologia da paisagem, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO. Para o índice de Fisionomia e conservação dos habitats naturais: ICHab; índice de Condição de manejo das áreas de produção agropecuária: IMAPr; índice de Condição de manejo da produção animal e atividades confinadas: IMAconf; Índice De Cumprimento Com Requerimento De Reserva Legal: IResLeg; Índice De Cumprimento Com Requerimento De Áreas de Preservação Permanente: IAPr; Índice de corredores de fauna: ICFauna; Índice diversidade da paisagem: IDivP; Índice de diversidade produtiva: IDivPr2; Índice de regeneração de áreas degradadas: IRAD; Índice de Vetores de Doenças: IVetDoe; Índice	

de Risco de Extinção: IRExt; Índice Risco de incêndio: IRinc; Índice Risco geotécnico: IRGeo; Linha vermelha: nível de conformidade; Linha preta: Resultado dos índices. .. 60

**Figura 7.** Mapa de uso do solo em relação à ecologia da paisagem para a Pr1 e Pr2, para o ano de 2019. Pr2 Sítio Cabeceira (produção de mandioca), Pr1 Sítio JF (Produção de hortaliças), processado no Software QGIS 3.8.3. .... 63

**Figura 8.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de Matéria orgânica: IMO, Índice de potencial Hidrogeniônico: IpH, Índice de P resina: IP res, Índice de K trocável: IK troc; Índice de Mg trocável: IMg troc; Índice de soma de bases:Iab; índice de acidez potencial: IH+Al; Índice de Capacidade de Troca Catiônica: ICTC, Índice de Volume de bases IVB; Índice de Erosão: Ieros. .... 64

**Figura 9.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Partículas em suspensão/fumaça: IPAtm; Odores: Iod; Ruído: Iru; Óxidos de carbono/hidrocarbonetos: ICOx; Óxidos de enxofre: ISOx e Óxidos de nitrogênio: INOx. .... 66

**Figura 10.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de Oxigênio dissolvido; O<sub>2</sub>; Índice de Coliformes fecais: CF; Índice de Demanda Bioquímica de Oxigênio: DBO<sup>5</sup>; Índice de Nitrato: NO<sub>3</sub>; Índice de Fosfato: PO<sub>3</sub>; Índice de Turbidez: Turb; Índice de Clorofila a: Clorof.; Índice de Condutividade: Cond.; Índice de Poluição visual: Pol. Visual; Índice de Impacto potencial de pesticidas: IPP; Índice de Coliformes fecais na água subterrânea: CFSB; Índice de Nitrato na água subterrânea: NO<sub>3</sub>SB; Índice de Condutividade água subterrânea: Cond. SB. .... 67

**Figura 11.** Componentes estruturais da dimensão sociocultural em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice Proporção de estudantes: Iestud ; Índice acesso serviços públicos: IAServ; Índice de padrão de consumo: IPCons; Índice de conservação patrimônio: IConPat; Índice de qualidade do emprego: IQEmp; Índice de segurança ocupacional: ISOcup ;Índice de emprego local qualificado: IEmpLQ ..... 69

**Figura 12.** Componentes estruturais da dimensão econômica em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio

Verde - GO. Índice de Tendência da renda efetiva: Irenda; Índice Diversidade fontes de renda: IDFren; Índice de Distribuição da renda: IDRend; Índice de nível de endividamento: IDiv; Índice de valor da propriedade: IVProp; Índice de Qualidade de moradia: IQMor ..... 71

**Figura 13.** Componentes estruturais da dimensão econômica em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de dedicação e perfil do responsável: IDResp; Índice de condição de comercialização: ICCom; Índice de reciclagem de resíduos: Irec; Índice de gestão de insumos químicos: IGIQ; Índice de relacionamento institucional: IRInst. .... 74

**Figura 14 -** Desempenho ambiental das dimensões de avaliação no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. .... 77

## SIGLAS E ABREVIACOES

Sigla	Descrição
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
Al	Alumínio
Ambitec-Agro	Impacto ambiental de inovações tecnológicas
Ambitec-Social	Impacto social de inovações tecnológicas
Apoia Novo-Rural	Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental
APP	rea de Preservação Permanente
AVF	Acesso verdadeiro ou falso
Ca <sup>+</sup>	Cálcio
CEII	<i>The Composite Environmental Impact Index</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
E	espumas, bolhas
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EQS	Qualidade Ecológica Global
H	Hidrognio
IAServ	ndice acesso servios públicos.
ICCom	ndice de condição de comercialização
ICFauna	ndice de corredores de fauna
ICHab	ndice de Fisionomia e conservação dos habitats naturais

IConPat	Índice de conservação patrimônio
IDFren	Índice Diversidade fontes de renda
IDiv	Índice de nível de endividamento
IDivP	Índice diversidade da paisagem
IDRend	Índice de Distribuição da renda
IDResp	Índice de dedicação e perfil do responsável
IEmpLQ	Índice de emprego local qualificado
Iestud	Proporção de estudantes
IGIQ	Índice de gestão de insumos químicos
IMAconf	Condição de manejo da produção animal e atividades confinadas.
IMAPr	Índice de Condição de manejo das áreas de produção agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCons	Índice de padrão de consumo
IQEmp	Índice de Qualidade de Emprego
Iqestud	Qualidade da educação
IQMor	Índice de Qualidade de moradia
IRAD	Índice de regeneração de áreas degradadas
Irec	Índice de reciclagem de resíduos
Irenda	Índice de Tendência da renda efetiva
IResLeg	Índice De Cumprimento Com Requerimento De R.L
IRext	Índice de Risco de Extinção.
IRGeo	Índice Risco geotécnico
IRinc	Índice Risco de incêndio.
IRInst	Índice de relacionamento institucional
ISOcup	Índice de segurança ocupacional
IVetDoe	Índice de Vetores de Doenças.
IVProp	Índice de valor da propriedade
K	Potássio
M.O	Matéria Orgânica
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
Mg <sup>+</sup>	Magnésio



MMA	Ministério do Meio Ambiente
NC	Número de colônias
NEPA	Política Nacional do Meio Ambiente dos Estados Unidos
NP	Número de Pessoas
O	óleos, graxas, gordura
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
OT	Ocorrência de atributos
P	Fósforo
PA	Projeto de Assentamento
PAE	Porcentagem da área do Estabelecimento
PAE	Porcentagem da área do Estabelecimento
PAs	Áreas de Proteção
PAT	Porcentagem da área tratada
pH	Potencial Hidrogeniônico
PLE	Percentual de Lucro do Estabelecimento
PM	Material Particulado
Pr	Propriedade
PS	Porcentagem de saturação
PTO	Porcentagem de tempo com ocorrência
PTO	Porcentagem de Tempo de Ocorrência
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RL	Reserva Legal
SAPA	Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SMWW	Standard Methods Water and Wastewar
Ss	Sólidos em Suspensão
SW	Shannon Wiener

---

## RESUMO

ROSA, KARYNNA DE OLIVEIRA ARAÚJO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, agosto de 2019. **Avaliação de impacto ambiental em propriedades de agricultura familiar no Cerrado brasileiro**. Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos – Orientador, Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares – Orientador, Dr. Marconi Batista Teixeira – Coorientador.

A extração de elementos naturais e a emissão de substâncias nocivas causam grandes impactos ao meio ambiente. Dessa forma, a Avaliação de Impacto Ambiental vem para analisar sistematicamente essas alterações. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o impacto ambiental em duas propriedades rurais Pr1 (Sítio JF) e Pr2 (Sítio Cabeceira), de um assentamento de agricultores familiares no Centro-Oeste brasileiro, no município de Rio Verde – GO. Foi utilizada a metodologia Apóia Novo-Rural (Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental), desenvolvida pela EMBRAPA, utilizando uma abordagem quali-quantitativa, em cinco diferentes dimensões: Ecologia da Paisagem, Qualidade dos Compartimentos Ambientais (Atmosfera, Água e Solo), Valores Socioculturais, Valores Econômicos e Gestão/Administração. Foram utilizadas avaliações laboratoriais (análises de água e solo) e observação sistêmica *in loco* (análise dos parâmetros sociais, culturais, econômicos, etc.). A propriedade Pr1 apresentou um índice de impacto ambiental correspondente a 77%, já na Pr2 o índice foi de 74%. Os principais problemas enfrentados pelo Pr1 foram para a Dimensão Gestão/administração. Em relação a Pr2 a dimensão mais deficiente foi a de Valores Socioculturais. Ambas apresentaram valores baixos para a

Dimensão qualidade de compartimentos ambientais do solo. Porém, de maneira geral, a Pr1 apresentou melhor índice de desempenho Ambiental da Atividade, sobretudo sobre as dimensões qualidade de compartimentos ambientais da água e atmosférica. As dimensões Ecologia da Paisagem, qualidade de compartimentos ambientais do ar e da água e valores econômicos estão dentro dos níveis de conformidade para um correto desenvolvimento sustentável em ambos os Sítios Estudados.

**Palavras-chave:** Apoia Novo-Rural; qualidade da água e do solo; ecologia da paisagem; valores socioculturais; Centro-Oeste.

## ABSTRACT

ROSA, KARYNNA DE OLIVEIRA ARAÚJO. Goiano Federal Institute - Rio Verde Campus - GO, August 2019. **Environmental impact assessment on family farms in the Brazilian Cerrado.** Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos - Advisor, Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares - Advisor. Dr. Marconi Batista Teixeira – Co-advisor.

The natural elements extraction and the harmful substances emission cause major impacts on the environment. Thus, the Environmental Impact Assessment comes to systematically analyze these changes. This study aimed to evaluate the environmental impact on two rural properties Pr1 (Sítio JF) and Pr2 (Sítio Cabeceira) of a family farmers' settlement in the Brazilian Midwest, in Rio Verde - GO. The methodology Supported Novo-Rural (Weighted Environmental Impact Assessment), developed by EMBRAPA, was used, using a qualitative and quantitative approach, in five different dimensions: Landscape Ecology, Environmental Compartments Quality (Atmosphere, Water and Soil), Sociocultural Values, Economic Values and Management / Administration. Laboratory evaluations (water and soil analysis) and systemic observation in loco (analysis of social, cultural, economic parameters, etc.) were used. The property Pr1 had an environmental impact index corresponding to 77%, while in Pr2 the index was 74%. The main problems faced by Pr1 were for the Management/Administration Dimension. Regarding Pr2, the most deficient dimension was that of Sociocultural Values. Both presented low values for the soil environmental compartments dimension. However, in general, Pr1 showed a better Environmental Performance index of the Activity, especially regarding the water and atmospheric environmental compartments quality dimension. The dimensions Landscape Ecology, environmental compartments of air and water quality and economic

values are within the compliance levels for a correct sustainable development in both Studied Sites.

**Keywords:** Suport Novo-Rural; water and soil quality; landscape ecology; sociocultural values; Midwest.

## 1 INTRODUÇÃO

As transformações no uso e ocupação de terras no Brasil, desencadeadas por processos produtivos, afetam a economia e o meio ambiente. Mudanças no estado de conservação de vegetações perturbam a biota e o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência humana. Através de mapas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), acerca da distribuição da cobertura vegetal no país, pôde-se perceber a rápida diminuição de nossos biomas, principalmente aqueles organizados no interior do Brasil como o Cerrado (MMA, 2015).

O processo de desmatamento do Cerrado brasileiro acentuou-se, nas últimas décadas, devido ao avanço da agropecuária. Tais processos se deram a partir da ocupação de terras por povos do Sul e Sudeste, na década de 1970, que viram oportunidades para plantio em terras antes consideradas pouco propícias para práticas agrícolas. Spera et al. (2016) constatou que entre os anos de 2003 e 2013 houve alteração em uma área de 1,2 a 2,5 milhões de ha, decorrente de atividades agrícolas, que corresponde a 74% de novas terras cultivadas provenientes de vegetação de Cerrado anteriormente nativa. Esses dados demonstram o extensivo uso do solo e expansão da agropecuária sobre o Cerrado.

O desenvolvimento Agrícola no Cerrado então, sobretudo nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, caminha a ritmo acelerado desde as últimas cinco décadas (GARRET et al., 2018). Essa transformação modifica as condições socioeconômicas como também acarreta impactos nos espaços naturais, trazendo consequências à vegetação nativa, animais e a identidade dos povos que residem.

Dentre as principais ameaças advindas da agricultura na biodiversidade do Cerrado destaca-se a monocultura, através da utilização extensiva de defensivos agrícolas, para o controle de pragas, além da expansão agropastoril e do extrativismo mineral. Martinelli et al. (2019) destaca importância dos sistemas não tradicionais, como

a policultura, em relação à provisão de alimentos, forragens e outros serviços ecossistêmicos. Dados como esses refletem a importância de modelos econômicos mais sustentáveis.

Nesse viés destaca-se como produção rural sustentável a agricultura familiar, definida pelo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, como a atividade Rural produtora de pequena escala que envolve o proprietário e sua família (BRASIL, 2012). A escolha da agricultura familiar como modelo sustentável explica-se, sobretudo, por suas práticas produtivas ecologicamente mais equilibradas. Já como modelo econômico por gerar emprego e renda a milhares de famílias envolvidas.

Porém, apesar das vantagens da agricultura familiar frente ao desenvolvimento sustentável, um número cada vez maior de agricultores familiares busca formas de agricultura mais modernas que, muitas vezes, causam impactos e danos ao ecossistema. Nesse sentido, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é grande contribuinte para essa alteração no campo. No sentido de instruir quanto a melhor forma de manejo que contribua para o desenvolvimento local de uma forma sustentável. Ainda podendo favorecer a comercialização de seus produtos através de uma agregação de valor à produção.

Reyes e Fuetsch (2016) descreveram as principais estratégias de inovação agrícola familiar sustentável: produção de bioenergia, turismo ecológico, agricultura verde, diversificação de atividades e até mesmo melhoria no acesso à informação. Estratégias essas que podem ser usadas em um relatório de uma AIA. De outro lado, há de se destacar a importância do crescimento desse setor em caráter econômico, diante do cenário competitivo atual. Medina et al. (2015) demonstra a importância da inovação agrícola nesse setor, sobretudo através do investimento em mecanização agrícola.

Nesse sentido, este trabalho atuou, através de uma metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental, na gestão ambiental dos estabelecimentos rurais familiares, na cidade de Rio Verde – GO, município que é hoje um dos maiores produtores agrícolas do centro-oeste brasileiro. O método consiste, entre outras coisas, avaliar noções e práticas agrícolas, que necessitam da consciência do agricultor sobre os impactos ambientais das atividades agrícolas e propor medidas que melhorem as condições ambientais e econômicas desse setor.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o impacto ambiental em duas propriedades de agricultura familiar, no município de Rio Verde – GO, por meio da utilização do sistema “Sistema Apoia Novo-Rural”.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar os indicadores de sustentabilidade do sistema produtivo em pequenas propriedades rurais quanto às dimensões ecologia da paisagem, atmosfera, solo, água, sociocultural, econômico e gestão/administração;
2. Comparar o impacto ambiental de duas pequenas propriedades rurais, com sistemas produtivos distintos.



## **2 HIPÓTESE**

O sistema Apoia Novo-Rural permite quantificar o impacto ambiental provocado por práticas agrícolas adotadas em propriedades de agricultura familiar.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Agricultura familiar

A agricultura familiar, no Brasil, é definida pela Política Nacional da Agricultura Familiar como uma propriedade cuja mão de obra é principalmente da própria família, e a renda familiar é predominantemente originada pelo próprio estabelecimento (BRASIL, 2006). Tendo como principal atividade geradora de renda a agropecuária e área nunca superior a quatro módulos fiscais. Módulos fiscais são unidades de medida expressa em hectare instituída de acordo com cada município. Em Rio Verde - GO, um módulo fiscal equivale a 30 ha, de acordo com a Tabela de módulo fiscal dos municípios do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2013).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA, 2018) a agricultura familiar é responsável pela renda de 40% da população economicamente ativa no Brasil. Além dessa produção e importância econômica esse tipo de agricultura também se destaca pela produção orgânica, o que diferencia de maneira ambiental e social dos demais agricultores. Froehlich et al. (2018) avaliaram a rentabilidade da produção orgânica frente à convencional pela Agricultura familiar e concluíram que haveria melhor êxito se houvessem mais agricultores familiares orgânicos certificados. Certificações que podem ser realizadas através de estudos, como o Apoia Novo-Rural. Por essa e por outras razões a agricultura familiar tem grande destaque no mundo.

O estudo de Toader et al. (2015) destaca a contribuição dos agricultores familiares na comunidade europeia, através da estabilidade alimentar, prosperidade no campo, aumento de empregos e gestão de recursos naturais e a conservação do patrimônio cultural. Para Vliet et al. (2015) a maioria das fazendas ao redor do mundo é de

agricultores familiares e variam em tamanho de 1 ha a 10.000ha. Ambos os trabalhos, demonstram a tendência da agricultura familiar no mundo e a necessidade em haver mais estudos sobre esse assunto.

Apesar da contribuição econômica que a agricultura familiar traz, poucos trabalhos científicos foram desenvolvidos a respeito de seus impactos, quanto a escolha de um novo produto. No estudo de Reyes e Fuetsch (2016), que abordou a respeito de cerca de 53 artigos relacionados a estratégias inovadoras, sustentáveis e orientadas à sucessão na agricultura familiar, porém com falta de referências teóricas na maioria deles. Tal abordagem sugere a importância de mais estudos referentes a esse setor.

## **4.2 Avaliação de Impacto Ambiental**

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento que foi estabelecido no Brasil pela Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), importante na gestão de planos das esferas federal, estadual e municipal. Ainda pode-se avaliar a definição de impacto ambiental, como qualquer modificação, resultante de atividades humanas, que prejudiquem a saúde, a biota, atividades sociais e econômicas e a qualidade dos recursos ambientais e condições sanitárias (CONAMA, 1986). A AIA age então, como avaliador da situação ambiental de atividades prevenindo ou remediando esses impactos.

De forma social, a AIA, descreve-se como um conjunto de procedimentos que leva um exame sistêmico dos impactos ambientais, trazendo resultados adequados ao público e aos responsáveis pela atividade de potencial impacto, para garantir a proteção ao meio ambiente. De maneira geral a AIA faz uma descrição da situação atual do ambiente para fazer uma projeção da situação futura (SÁNCHEZ, 2015).

A incorporação da Avaliação de Impacto Ambiental em países como o Brasil e muitos outros, tem-se a partir da experiência americana em 1970, com a publicação da Política Nacional do Meio Ambiente dos Estados Unidos (NEPA). Essa política modificou a forma de análise de empresas pelo estado, que antes só avaliava a questão custo-benefício, passando a incorporar variáveis ambientais. O NEPA criou ainda a Declaração de Impacto Ambiental, que é um documento em que são descritos impactos ambientais positivos e negativos de determinada atividade proposta e, quando preciso, elenca outras possibilidades no EIA (NEPA, 1970).

A criação do NEPA não só modificou a forma como era tratada a questão ambiental nos Estados Unidos, como também em vários outros países. Um exemplo disso é a Conferência de Estocolmo de 1972, que propôs aos estados federativos que seguissem com a aplicação da AIA. O Brasil então, guiado pela recomendação da Conferência e pela exigência de bancos financiadores de crédito cria em 1986 a Resolução CONAMA 001. Nesse documento são descritos os critérios para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, que dependem da elaboração de estudos como o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA (CONAMA, 1986).

O EIA, segundo o CONAMA (1986), refere-se a um estudo prévio sobre as condições ambientais de uma atividade, levando em conta fatores como meios físico, biológico e socioeconômico, análise de impactos ambientais, definição de medidas mitigadoras, programa de acompanhamento e monitoramento, mostrando os impactos positivos e negativos. Já o RIMA seria uma contestação simplificada, ou seja, um resumo do EIA, com linguagem mais acessível ao público. Ambos os estudos dependem de uma equipe multidisciplinar. A AIA hoje, no Brasil, tem grande influência na prevenção de impactos, tanto através do uso do EIA/RIMA quanto pela utilização de outros métodos.

#### **4.3 Sistemas de avaliação de impactos ambientais das atividades rurais.**

No setor agropecuário, existem ferramentas como os de Impacto ambiental de inovações tecnológicas, o Ambitec-Agro, os de Impacto social de inovações tecnológicas, o Ambitec-Social, e o de Gestão Ambiental, Apoia Novo-Rural, todos criados pela Embrapa. Em metodologias de parâmetros internacionais destacam-se o “*the composite environmental impact index (CEII)*”, que em português significa Índice de impacto ambiental composto, a Avaliação do Ciclo de Vida e a Pegada Ecológica.

O sistema de “Avaliação de Impactos Ambientais Tecnológicas Agropecuárias” (Ambitec-Agro) consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas compostas por quatro aspectos acerca da atividade agrícola: (I) sua magnitude, (II) eficiência e contribuição para o meio ambiente, (III) conservação, e (IV) restauração. Os dados obtidos pela planilha são auferidos através de entrevistas à pessoa responsável, com grau de conhecimento acerca do desempenho ambiental e da tecnologia da empresa rural. O propósito do sistema é analisar aspectos positivos e/ou negativos da implantação de uma tecnologia antes não existente (RODRIGUES et al., 2003).

O CEII, usado para medir impactos ambientais no ambiente agrícola, utilizando indicadores baseados em percepção e análises físico-químicas. Por exemplo, em relação ao solo, são analisados o fator de estresse, fator de risco de nitrogênio, pH, compactação e salinidade. Em relação a água, é analisado o pH da água superficial e subterrânea. Esses resultados são então comparados com os chamados "Indicadores baseados na percepção": relacionados à fertilidade do solo, capacidade de retenção de água, extração de água, depleção de água, erosão do solo, ataque de pragas, doença das culturas, impacto na saúde, e redução nos problemas de captura de peixe (SABIHA et al., 2016).

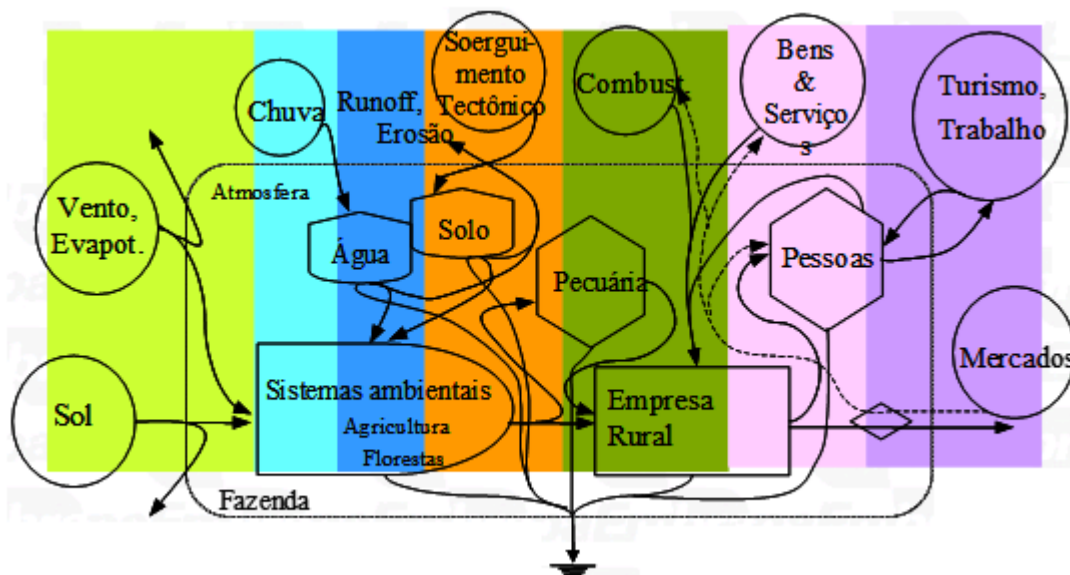
Na metodologia "Avaliação do Ciclo de Vida" (ACV), um produto é avaliado sobre aspectos ambientais ao longo do seu ciclo de vida, desde sua fabricação até o seu descarte, transformando-se ao longo do ciclo (MANICKAM et al., 2013). Um estudo recente avaliou o ciclo de vida de diferentes sistemas de produção de trigo irrigado e de sequeiro, na região central do Irã, na planície de Mahyar, comparando o consumo de energia e os impactos ambientais totais, chegou-se à conclusão que o trigo de sequeiro produziu mais poluição do que a produção de trigo irrigada devido ao menor rendimento (TAKI et al., 2018). Esse estudo demonstra bem a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida, uma vez que compara dois produtos. Na pesquisa de Perminova et al. (2016), que analisou 177 artigos de avaliação do uso do impacto da terra, foi constatado que 54% deles utilizaram o método de ACV.

O método Pegada Ecológica (Ecological Footprint) foi proposto por William Rees e Mathis Wackernagel em 1996, e consiste em ferramentas utilizadas para calcular a demanda de necessidades humanas e a capacidade da natureza em regenerar os recursos utilizadas por elas. O método utiliza expressões como: pegada alta, média e baixa para classificar a amplitude do impacto ambiental, e comumente, também propõe ações de mitigação para impactos negativos (PERMINOVA et al., 2016).

Já o Sistema Apoia Novo-Rural é um recurso de verificação do desempenho ambiental do estabelecimento, através de estudos que integram análises laboratoriais e documentação. Esse sistema tem como propósito verificar a situação da gestão de atividade de produtoras rurais, colaborando com os agricultores e fornecendo informação adequada para o crescimento sustentável (DEMATTE FILHO et al., 2014). Além disso, esse método já teve aplicabilidade em várias atividades, no setor orgânico, horticultura, Pesque Pague e agro turismo.

O método aplicado no sistema Apoia Novo-Rural foi desenvolvido de forma que atendesse à legislação, literatura e o parecer de especialistas. O sistema é composto por

dimensões de sustentabilidade que oferecem uma gama de indicadores que influenciam na qualidade dos compartimentos ambientais, desenvolvimento econômico, questões sociais e a forma com que é gerenciada a atividade econômica (RODRIGUES et al., 2010). A Figura 1 representa, de forma sistemática, como o sistema Apoia Novo-Rural é aplicado, pode-se observar nela cinco dimensões utilizadas, que se relacionam entre si, de maneira direta e indireta.



**Figura 1.** Dimensões do Sistema Apoia Novo-Rural. 1-Dimensão ecologia da paisagem; 2-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Atmosfera; 3-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Água superficial e subterrânea; 4-Dimensão Qualidade dos compartimentos ambientais – Solo; 5-Dimensão Valores econômicos; 6-Dimensão Valores Socioculturais; 7-Dimensão Gestão/administração. (Fonte: Adaptado RODRIGUES et al., 2003).

Os indicadores do método são baseados, em sua maioria, em medidas simples, aplicadas em campo, e considera situações anteriores e após a aplicação da atividade desenvolvida na atual conjuntura do estudo.

#### 4.3.1 Dimensão Ecologia da Paisagem

A ecologia da paisagem é uma ciência capaz de relacionar causas e consequências da heterogeneidade de paisagens, que vão deste a escala natural, terrestre e aquática, como florestas e lagos, até os de transformações antrópicas, como as de áreas

agrícolas e urbanas (FATH, 2019). Tais transformações compõem variáveis, que são consideradas para obtenção de cálculos.

As variáveis estruturais da paisagem envolvem índices como de habitats, manejo, diversidades, regeneração e riscos, além dos dispostos na legislação, como Reserva Legal e Área de Preservação Permanente. Tais índices estão relacionados ao arranjo de habitats, que por sua vez podem estar relacionados a distúrbios do manejo, interferindo na sobrevivência de espécies. Em áreas florestais pequenas e isoladas, as chamadas manchas de vegetação, algumas espécies enfrentam dificuldades em conseguir recursos hídricos e na capacidade de dispersão (PEARSON, 2013). Para a busca desses índices algumas ferramentas são de grande eficiência.

São várias as ferramentas de análise de ecologia de paisagem, Steiniger e Hay (2009) avaliaram o uso de ferramentas de informações geográficas para a coleta, edição, análise e apresentação de dados simples, através do ArcView e ArcGIS-ArcEditor da ESRI. Para coleta de dados em campos o ArcPad da ESRI pode ser bem utilizado. Para obtenção de projeções geográficas é bem usado o Proj4. Todas essas ferramentas são primordiais para o alcance da metodologia Ecologia da Paisagem.

Outra ferramenta bastante utilizada na determinação ecológica de paisagens são os índices de biodiversidade, que tem como papel estudar a variedade e distribuição de espécies dentro de uma amostra, e muito comumente usada no monitoramento de mudanças ecológicas. Um dos mais populares é o Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), nele são usados cálculos para aferir extensão em que cada espécie que é representada na amostra (SPELLERBERG; FEDOR, 2008).

#### **4.3.2 Dimensão qualidade de compartimentos ambientais**

A qualidade de compartimentos ambientais são as unidades do solo, água e ar, podendo ser medidos sobre critérios de qualidade e quantidade. A chamada padronização de qualidade ambiental é a valoração de concentrações máximas e é grande ferramenta na proteção dos compartimentos. Tarazona (2014) defende os Padrões de Qualidade Ecológica Global (EQS) como um instrumento de efeito ecológico adverso, através da análise de fatores como temperatura, pH, índice de clorofila ou abundância de um determinado grupo taxonômico. Essa dimensão divide-se em três critérios: na avaliação da água, do solo e do ar.

##### **a) Avaliação da água**

A avaliação da qualidade da água é um valioso instrumento na detecção de perturbações ambientais e se destaca como suporte na garantia de boas práticas ambientais. Como é o caso do trabalho elaborado por Batista et al. (2016), cuja obra visou analisar o iminente risco tóxico e mutagênico do rio Corrente, em Pedro II, dada a influência do crescimento populacional e das diferentes atividades antrópicas. Como também do estudo de Chang et al. (2017) que investigou a qualidade da água subterrânea na Planície de Pingtung, sul da Tailândia. Todos esses trabalhos demonstram a importância em analisar a qualidade das águas, sabido os impactos das mais variadas formas.

No que se concerne ao oxigênio dissolvido, que se infere como a concentração de oxigênio em água. O oxigênio desempenha papel importante em meio aquático através da fotossíntese, para Mader et al. (2017) é um dos parâmetros mais avaliados em água, e isso ocorre pela abundância e disponibilidade para organismos. Sperling (1996) aponta que quando há poluição na água o primeiro nível perceptível é a queda de oxigênio.

Acerca da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), trata-se de um parâmetro que é definido pela quantidade de oxigênio que é consumido durante decomposição da matéria orgânica no meio aquático, por bactérias, em determinado período de tempo. Aqui também analisado o DBO5, que corresponde a incubação do analítico por 5 dias em temperatura constante de 20°C, e são observados o Oxigênio Dissolvido (OD), antes e depois da incubação (JOUANNEAU et al., 2014). Além disso, Jouanneau et al. (2014) analisou os melhores métodos para avaliar o DBO, e apontou a sonda de oxigênio ou pressão como tecnologias fáceis de usar e confiáveis.

Outro indicador muito utilizado é o potencial Hidrogeniônico (pH), o pH expressa o equilíbrio entre íons positivos e negativos, em uma faixa de varia de 0 a 14. Quando ocorre desequilíbrio desse indicador pode ser sinal de despejos de origem industrial. As consequências para organismos vivos são bruscas, e podem acarretar até mesmo o desaparecimento de espécies (DERISIO, 2016).

O nitrato ocorre naturalmente em água sob rochas ígneas, mas pode ser aumentado por despejos industriais, fertilizantes e esgotos domésticos. Ward et al. (2018) apontam o excesso de nitrato em água como potencial causador de câncer e defeitos do tubo neural ou defeitos do sistema nervoso central aos recém-nascidos e hipotireoidismo subclínico ou clínico. Esses problemas demonstram a importância da investigação desse composto nesse ambiente, para que caso haja resposta positiva da análise do mesmo, ocorra verificação da origem e posteriormente melhor manejo da bacia.



O fosfato é um íon constituído por um átomo de fósforo e quatro de oxigênio. Quando é encontrado na água ocorre, geralmente, na forma orgânica, ou ainda em forma inorgânica, presente em detergentes utilizados na limpeza e fertilizantes fosfatados das lavouras (SPERLING, 1996). Uma das formas de evitar o acúmulo de fosforo através do fosfato é diminuindo sua concentração em detergentes. No Brasil a Resolução Conama nº 359/2005 estabelece sobre a normatização de proporção de fósforo em detergentes em pó para uso em todo o território nacional CONAMA (2005).

A remoção do fosfato em meio aquoso, por sua vez, requer altos investimentos por demandar tecnologias novas. Hashim et al., (2019) demonstraram o uso de um novo equipamento, eficiente na remoção desse composto, mas que requereu bastante esforço e estudos químicos.

Outro item de verificação da qualidade de águas é a clorofila a, o acúmulo desse pigmento na água está relacionado com a quantidade de algas, que é o principal responsável pela eutrofização em corpos d'água. A eutrofização é uma indicação de acúmulo de nutrientes, como o fósforo. Vários estudos utilizam a clorofila a como fator de poluição. Souza Bastos et al. (2017) avaliaram a qualidade da água em trechos do Rio Iguaçu para investigar se há efeitos negativos para espécie nativa *Rhamdia*, utilizando como um dos indicadores de qualidade a clorofila a. O estudo confirmou a baixa qualidade dos trechos e a incidência de fósforo.

Há também o item condutividade, que, em síntese corresponde à capacidade de passagem da eletricidade na água, e isso está relacionado com a concentração de compostos orgânicos e inorgânicos presentes.

O fator “coliformes fecais” corresponde a análise de um grupo de bactérias que tem origem no trato gastrointestinal humano. Um estudo recente avaliou o risco à saúde humana ao consumo de água dos rios da Serra da Mata Atlântica por compostos como coliformes fecais. O estudo revelou altos níveis de coliformes e o associou à urbanização e mudanças no uso da terra (AVIGLIANO; SCHENONE, 2015).

#### **b) Avaliação do solo**

A avaliação do solo tem sido bastante utilizada na avaliação de impacto do ambiente, uma vez que reflete o manejo econômico empregado de diversas atividades. Laurentiis et al. (2019) utilizou-se do modelo de cálculo de valor de uso de LAND (LANCA®) para avaliar impactos de atividades de uso de terras em cinco propriedades, considerando a Avaliação do Ciclo de Vida, utilizando parâmetros físicos e químicos. O

trabalho de Laurentiis et al. (2019) mostra a importância do modelo matemático na avaliação dos impactos, assim como no Sistema Apoia Novo-Rural.

A poluição do solo por atividades agrícolas aumenta a concentração de diversos compostos inorgânicos, tóxicos para a flora, a fauna e a saúde humana. No trabalho de Rosolen et al. (2015) foram determinadas as concentrações de 18 elementos em um solo agrícola, de um município de Minas Gerais, de acordo com os autores, zonas úmidas são influenciadas negativamente pelas práticas agrícolas. Outros índices que retratam bem o estado do solo são: matéria orgânica, pH, P resina, K trocável,  $Mg^{+}$  (e  $Ca^{+}$ ) trocável, acidez potencial (H + Al), soma de bases, capacidade de troca catiônica e potencial de erosão apresentam-se como itens básicos na coleta de informação química do solo.

### **c) Avaliação do ar**

A poluição do ar ocorre quando a presença de gases, sólidos e aerossóis encontram-se em volumes superiores à capacidade em que a atmosfera tem para absorvê-los, comprometendo a saúde humana, fauna e flora (FRANCHINI; MANNUCCI, 2018). A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018) estimou que em 2016, 600.000 crianças morreram de infecções respiratórias agudas causadas pelo ar poluído. Esse dado tão alarmante mostra a necessidade de haver mais ações por parte de líderes governamentais e da comunidade científica, com a finalidade de minimizar esses riscos.

Na agricultura a poluição atmosférica ocorre com a emissão de fertilizantes químicos, sobretudo pela amônia, composta por material particulado. Bauer et al. (2016) afirmam que a agricultura tem grande influência na contaminação do ar nos Estados Unidos, Europa, Rússia e China, através de práticas como pecuária e o uso de fertilizantes nitrogenados. Porém, esses mesmos autores não sugerem o fim da utilização desses produtos, mas a utilização mais responsável.

Giannakis et al. (2018) estimaram os benefícios econômicos da redução na poluição de ar pela agricultura, segundo os autores a poluição atmosférica impõe auto custo econômico à sociedade, pelo danos à saúde, o que corrobora com a informação da OMS. Para Giannakis et al. (2018), através do cálculo métrica "valor da vida estatística", com a redução de 50% nas emissões agrícolas pode se evitar 200 mil mortes por ano em 59 países. Essas observações somadas ao risco, citado por Bauer et al. (2016), evidenciam a importância de aumento investigativo dos poluentes atmosféricos na agricultura.

Outrossim, nota-se a importância da análise do ar na avaliação de impacto ambiental. Giannakis et al. (2018) exploraram os efeitos da agricultura na economia sobre

a qualidade do ar e a saúde, em algumas cidades da Europa, constatando risco de materiais particulados emitidos por essa atividade, sobretudo pela emissão do PM2.5. Estudos como esse revelam como emissões agrícolas contribuem na poluição atmosférica e a importância de se realizar mais estudos nessa área.

#### **4.3.3 Dimensão Valores socioculturais**

Os valores socioculturais constituem fatores relativos a percepções de pessoas em relação aos serviços ambientais e fatores sociais e econômicos. Os indicadores variam do acesso à educação, serviços básicos, padrão de consumo, lazer, emprego, saúde e a preocupação com o patrimônio histórico. Capistros et al. (2014) Identificaram fatores de impactos ambientais e suas interconexões associadas a atividades antrópicas em Galápagos, através do método Delphi. Este método, assim como o utilizado no Apoio Novo-Rural consistem em um conjunto iterativo de questionários, intercalados com feedback.

Vale destacar também o trabalho de Bernués et al. (2015) em que foi mostrada a importância de uma avaliação sociocultural e econômica de serviços agrícolas, observando como as populações agrícolas e não agropecuárias locais valorizam as funções agrícolas de maneira diferente. Já no estudo de Kornilaki e Font (2019) demonstram, através de uma investigação sociocultural, a dificuldade que proprietários de empresas turísticas têm de se comportarem de forma mais sustentável. Estudos como o de Kornilaki e Font (2019) são um dos inúmeros artigos que mostram o valor que a opinião das pessoas têm quando há suspeita de impacto ambiental negativo, e a maneira com que administram frente ao respeito ambiental.

#### **4.3.4 Dimensão Valores econômicos**

Na avaliação de Impacto Ambiental os valores econômicos são discutidos por meio da diversidade e distribuição da renda, sob o nível de endividamento e qualidade de moradia de entrevistados. Também bem descritos no trabalho de Bernués et al. (2015), que, como comentado anteriormente, utilizou de valores econômicos e socioculturais para conhecer o ambiente com que um certo grupo vivia, e no modo econômico, utilizou da classificação de serviços como: qualidade dos alimentos; fertilidade do solo; panorama; biodiversidade.

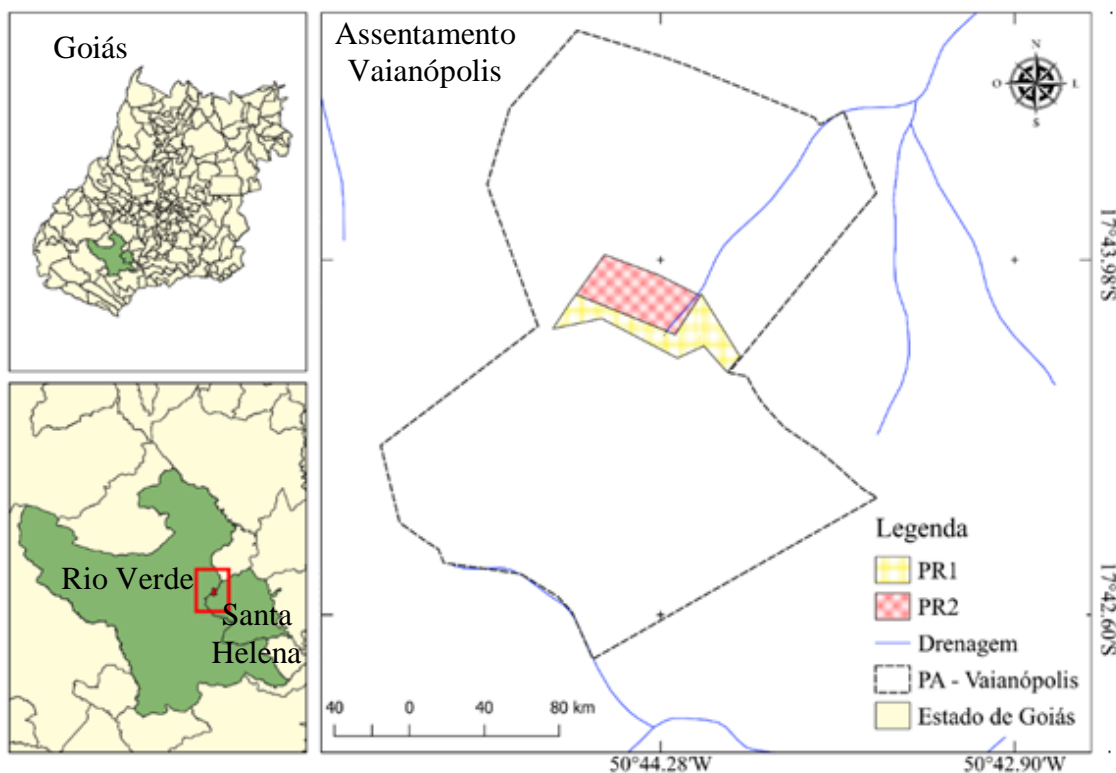
#### **4.3.5 Dimensão Gestão/administração**

Na dimensão Gestão/administração, são averiguadas as formas com que são geridas as atividades atuais, sendo importante sobre o ponto de vista ambiental, uma vez que são consideradas as formas de descarte dos resíduos advindos da produção rural. Nassar e Elsayed (2018) avaliaram a gestão de assentamentos informais e comunidades sustentáveis, comparando-os, e utilizou de instrumentos que podem ser empregados nos assentamentos informais para aprimorar as condições de vida e atingir os melhores valores socioeconômicos.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi realizado no assentamento Vaianópolis, localizado na zona rural do município de Rio Verde – GO, a 30 km da região urbana, na Rodovia GO 210. O assentamento possui área total de 888,5588 ha (BRASIL, 2018), com as seguintes coordenadas: latitude 17°42'08"S; longitude 50°46'07"W. Por estarem próximo ao município, nota-se a facilidade na comercialização da produção dos trabalhadores de Vaianópolis. (Figura 2).

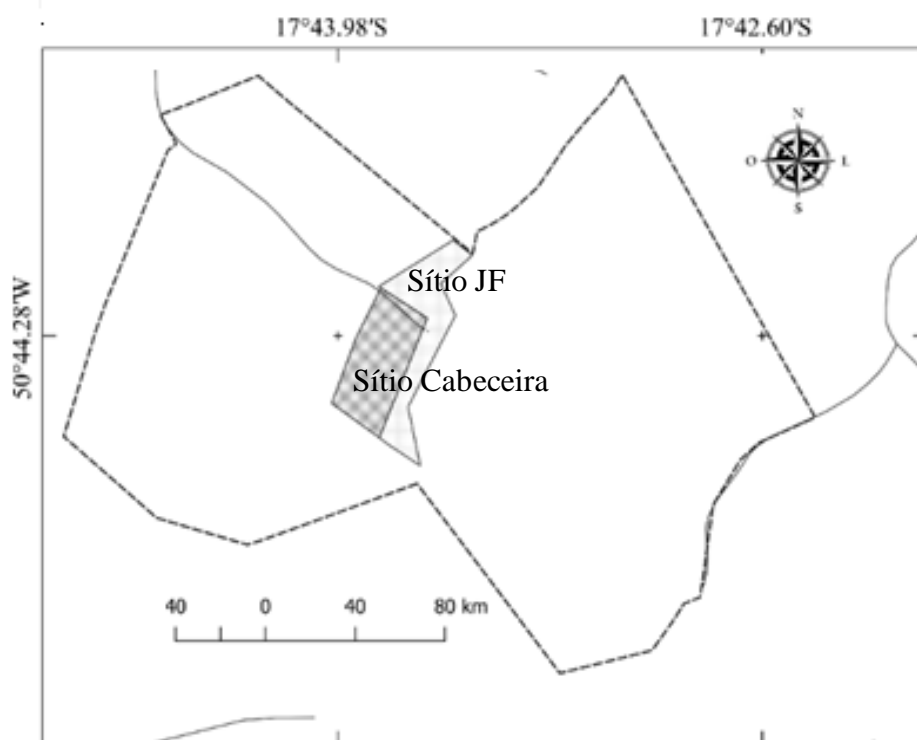


**Figura 2.** Mapa de localização do assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO, processado no Software QGIS 3.8.3. Sítio JF (Pr1) e Sítio Cabeceira (Pr2). Projeto de Assentamento (PA), Rio Verde, Goiás. (Fonte: Elaborado pela autora a partir de bases de dados geográficos disponibilizadas pelo SIEG (2019)).

Quanto aos recursos hídricos, o assentamento possui um poço artesiano, duas represas e um curso d'água. As características do solo compreendem-se como Latossolo roxo, derivado de basalto. Em relação ao clima, apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril). A temperatura média anual varia entre 20°C e 35°C (INPE, 2019). Tais características, solo e clima, configuram-se como propícios para plantio de leguminosas, como por exemplo a soja, atividade desenvolvida pela maioria dos residentes.

No levantamento histórico observou-se que o assentamento foi criado em 20 de março de 1998, com total de 36 famílias. A área de cada propriedade tem em média 25 ha. As atividades econômicas desenvolvidas são de milho, soja, sorgo, ovos, mandioca, hortaliças e farinha. Os moradores ganharam a posse da terra no ano de 2019, o que lhes fornece maior autonomia e independência econômica, uma vez que têm maior acesso a empréstimos, e, conseqüentemente, a inserção de novas atividades, dados fornecidos pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Rio Verde, GO (SAPA, 2019).

Para esse estudo foram selecionadas duas propriedades. Área 1- Sítio JF: Área sob plantio de hortaliças com aproximadamente 0,5 ha de área cultivada, desde 2006. Nos anos de 1996 a 2005, nesta área eram desenvolvidas as atividades de plantio de soja e pastagem. Área 2- Sítio Cabeceira: Área sob plantio de mandioca com aproximadamente 14 ha de área cultivada, desde 2009. Nos anos de 1996 a 2005, nesta área eram desenvolvidas as atividades de plantio de soja e pastagem. Ambas as propriedades foram escolhidas pela diversidade nas atividades empregadas. A localização destas áreas pode ser vista na figura 3.



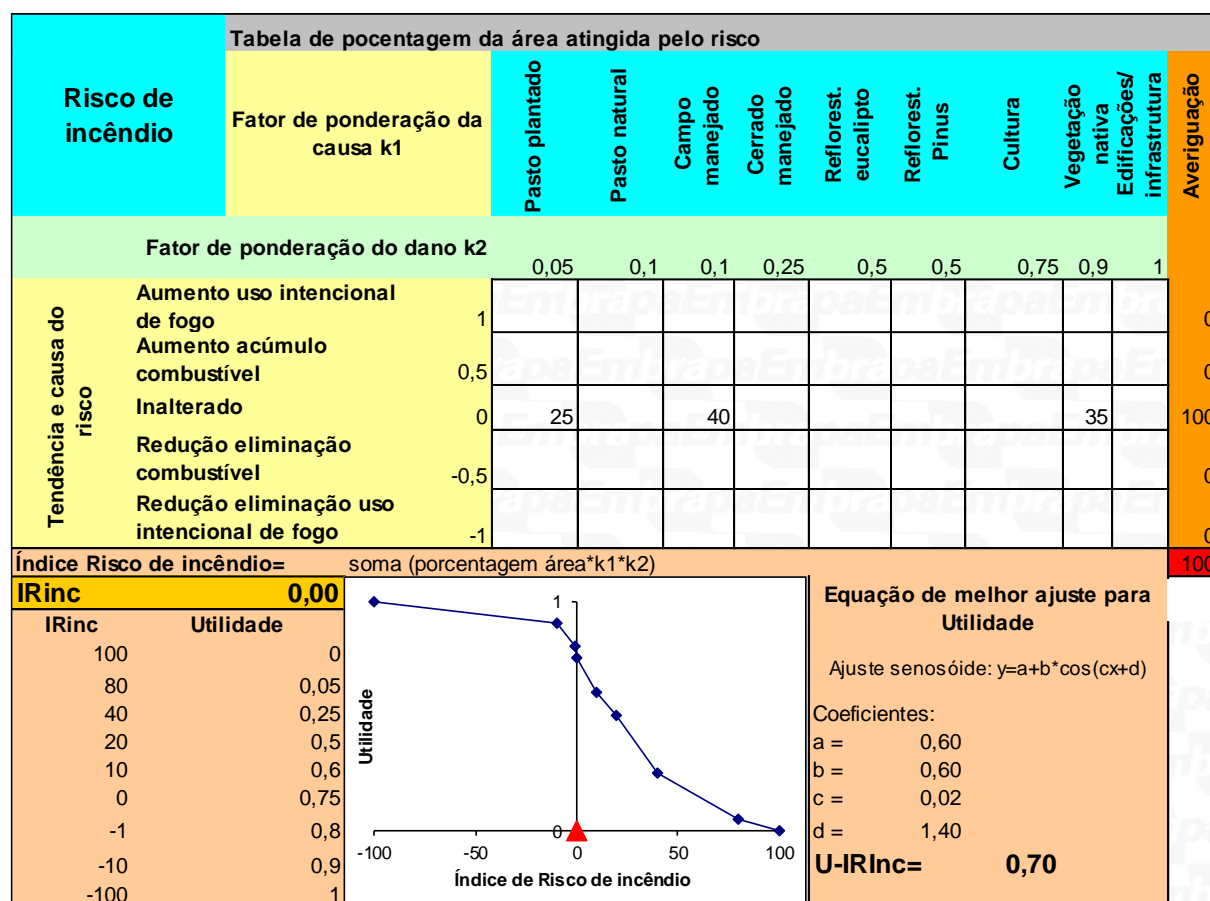
**Figura 3.** Mapa de localização dos Pontos amostrais, processado no Software QGIS 3.8.3. Sítio JF e Sítio Cabeceira – Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO(Fonte: Elaborado pela autora a partir de bases de dados geográficos disponibilizadas pelo SIEG (2019)).

## 5.2 Coleta de dados

A metodologia Apoia Novo-Rural (Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental) consiste em sessenta e dois indicadores de sustentabilidade, reunidos em cinco dimensões: Ecologia da Paisagem, Qualidade dos Compartimentos Ambientais

(Atmosfera, Água e Solo), Valores Socioculturais, Valores Econômicos e Gestão/administração. Os indicadores estão distribuídos em uma planilha do Excel, que foi desenvolvida para tal finalidade.

O sistema permite então determinar os pontos que não estão em conformidade para posterior correção de manejo, no propósito da contribuição sustentável (RODRIGUES et al., 2010). Todos esses fatores avaliados antes e após a inserção da atividade econômica recente. Na Figura 4, é melhor especificado como ocorre a distribuição dos dados ao longo da planilha.



**Figura 4.** Exemplo de matriz ponderada típica, que demonstra o estilo de tabela utilizada na planilha, elaborada pela Embrapa. (Fonte: Elaborado pela autora).

A Figura 4 representa uma lista de verificação de escala de indicadores do Sistema Apóia Novo-Rural, desenvolvido pela Embrapa. Esta lista de verificação de escala típica integra dois atributos de risco de incêndio: k1 para causa e direção (positiva ou negativa) de efeito de fogo e k2 para intensidade de dano. Associados fatores de ponderação para K1 e K2 são combinados com os dados de observação de campo para

cálculo do índice de impacto Índice de Risco de Incêndio (IRinc) (RODRIGUES et al., 2010). (Equação 1).

$$IRinc = \Sigma \% \text{ da área} \times k1 \times k2 \quad (1)$$

Em que:

IRinc - índice de Impacto;

K1 - Fator de ponderação antes da implantação da atividade;

K2 - Fator de ponderação depois da implantação da atividade.

Conforme Rodrigues et al. (2010) o índice de risco de incêndio (IRinc) obtido é então relacionado ao desempenho ambiental em uma tabela de correspondência de valores de utilidade também mostrada no gráfico. Por fim, o índice de impacto é traduzido para o valor de utilidade (U- IRinc) por uma equação de melhor ajuste (com determinados coeficientes). Na extrema direita, a coluna "verificação de valor" verifica a exatidão dos dados de entrada (verificação de valor = 100%). O exemplo dado expressa uma observação de campo da redução de risco de incêndio pela manutenção de pasto plantado (área 25%), campo manejado (área 40%) e vegetação nativa (35%), o que implica em risco de incêndio se mantém também em *habitats* naturais próximas (área 40%) , resultando foi U- IRinc = 0,70.

Os dados das dimensões ecologia da paisagem, qualidade dos compartimentos ambientais do ar, valores socioculturais, econômicos e Gestão/administração foram coletados através de informações fornecidas pelos responsáveis. Já outros, como análise do solo e da água foram analisados em laboratório. Todas essas informações foram dispostas em uma planilha eletrônica desenvolvida pela própria Embrapa, computadas e expressas em gráficos. A pesquisa ocorreu entre junho de 2018 a junho de 2019.

### 5.2.1 Coleta de dados Ecologia da Paisagem

Na dimensão ecologia da paisagem foram utilizados mapas e entrevistas com os moradores. Essa dimensão é distribuída em 13 índices.

O índice 1: “Fisionomia e conservação dos habitats naturais” correlacionado ao estado de conservação de variados habitats, como Cerrado, campo, lagos e rios, de ruim a excelente. Com valor de ponderação (k), distribuído da seguinte forma: Quando Excelente:1,0; quando Bom: 0,5; quando Regular: 0,25 e quando Ruim: 0,05. Por



exemplo, se há Cerrado e o estado de conservação é bom, o  $k=0,5$ , e ainda, deve-se considerar quantos por cento de Cerrado havia antes e depois da inserção da atividade. (Equação 2).

$$ICHab = (\sum D \times k \times 1,2) - (\sum A \times k) \quad (2)$$

Em que:

ICHab - Fisionomia e conservação dos habitats naturais;

D – Porcentagem de habitats que se mantiveram depois da inserção da atividade;

A – Porcentagem de habitats haviam antes de inserção da atividade;

k - fator de ponderação referente ao estado de conservação dos habitats.

O índice 2 “Condição de manejo das áreas de produção agropecuária” relaciona as condições de manejo das atividades agrícolas desenvolvidas (exemplo: produção de hortaliças, pastagem, monocultura, etc), em fatores de correlação de ruim a excelente. Quando excelente assume um valor de 1,0, quando bom: 0,5, quando regular: 0,25, e quando ruim o valor é de: 0,01. (Equação 3).

$$IMAPr = (\sum D \times k \times 1,2) - (\sum A \times k) \quad (3)$$

Em que:

IMAPr- Condição de manejo das áreas de produção agropecuária;

D – Porcentagem de áreas de produção depois da inserção da atividade estudada;

A – Porcentagem de áreas de produção antes da inserção da atividade estudada;

K - fator de ponderação referente à condição das áreas de produção.

O índice 3 “Condição de manejo da produção animal e atividades confinadas” relaciona as condições de manejo das atividades agrícolas pecuárias (exemplo: produção de suínos, gado de leite, de corte, etc), em fatores de correlação de ruim a excelente. Quando Excelente  $k:1,0$ , se Bom  $k:0,5$ , Regular  $k:0,25$ , mas se for Ruim  $k:0,01$ . (Equação 4).

$$IMAconf = \sum D \times k \times 1,2 - \sum A \times k \quad (4)$$

Em que:

IMAconf - Condição de manejo da produção animal e atividades confinadas;

D – Porcentagem de renda da propriedade para produção animal de atividades confinadas depois da inserção da atividade;

A – Porcentagem de renda da propriedade para produção animal de atividades confinadas antes da inserção da atividade;

k - fator de ponderação referente à condição do manejo da produção.

O índice 4 “Cumprimento com requerimento de Reserva Legal” foi visto o Estado de conservação de ruim a excelente, e a porcentagem da propriedade averbada como área de reserva legal, com a utilização de mapas. Para esse índice é utilizado o fator de ponderação (k) referente ao estado de conservação Antes e Após a inserção da atividade. Quando o estado de conservação é excelente o k:1,0, se bom k:0,5, regular: 0,1, e se ruim k:0,01. (Equação 5).

$$I_{ResLeg} = \frac{\Sigma D \times 2 - \Sigma A \times k}{3} \quad (5)$$

Em que:

$I_{ResLeg}$  – Índice De Cumprimento Com Requerimento De R.L;

D – Porcentagem da área total da propriedade averbada como R.L, depois da implantação da atividade;

A – Porcentagem da área total da propriedade averbada como R.L, antes implantação da atividade.

K - fator de ponderação referente ao estado de conservação da R.L.

O índice 5 “Cumprimento com proteção de Áreas de Preservação Permanente-APP” foi visto o estado de conservação, de ruim a excelente, e a porcentagem da propriedade averbada como APP, com a utilização de mapas. A equação e os fatores de k são iguais aos do índice 4.

O índice 6 “Corredores ecológicos” Total de áreas de habitats naturais (ha) e Número de fragmentos de áreas de habitats naturais, através do uso de mapas. (Equação 6).

$$ICFauna = \frac{\text{área D}}{\text{FragD}} - \frac{\text{área A}}{\text{Frag A}} \quad (6)$$

Em que:

ICFauna - Índice de corredores de fauna;

Área - Total de áreas de habitats naturais (ha);

Frag - Número de fragmentos de áreas de habitats naturais;

A - Antes da implantação da atividade;

D - Depois da implantação da atividade.

O índice 7 “Diversidade da paisagem” foi utilizado o índice de Shannon Wiener, esse cálculo levou em conta valores obtidos pelos índices 1 e 2. (Equação 7).

$$IDivP = \sum p_i \times \log_{10} p_i \quad (7)$$

Em que:

IDivP - Índice diversidade da paisagem;

$p_i$  - proporção de indivíduos (número total de indivíduos de cada espécie dividido pelo número total de indivíduos).

O índice 8 “Diversidade produtiva” foi utilizada a equação 6 para obtenção do índice de Shannon Wiener, esse cálculo levou em conta valores obtidos pelos índices 2 e 3.

Para o índice 9 “Regeneração de áreas degradadas,” foi usada uma averiguação do esforço de recuperação para áreas degradadas. Em que o fator de ponderação (k) varia de ruim a excelente, quando ruim o fator é=1, regular=0,5, bom=0,25 e excelente= 0,1. (Equação 8).

$$IRAD2 = \text{área D} \times k - \text{área A} \times k \quad (8)$$

Em que:

IRAD - Índice de regeneração de áreas degradadas;

A – Porcentagem de área degradada em estado de regeneração antes da implantação da atividade;

D – Porcentagem de área degradada em estado de regeneração depois da implantação da atividade;

k – fator de ponderação referente ao esforço para recuperar a área degradada.

Para o índice 10 “Incidência de focos de vetores de doenças endêmicas”, foi observado se o número de ocorrência de áreas de ocorrência de criadouros certos vetores aumentaram, como o mosquito prego (*Anopheles*), dengue (*Aedes*), transmissor do chagas (*Triatomídeos*), parasita causador da esquistossomose (*Schistosoma mansoni*), carrapatos, morcegos, roedores, dentre outros. O cálculo então, seguiu-se da seguinte forma: se o foco da determinada doença aumentou recebe um valor de ponderação (k) igual a 10, quando se mantém o k vale 1, e se diminuiu o valor é -10. (Equação 9).

$$IVetDoe = \Sigma \text{criados} \times k + \Sigma \text{mantidos} \times k + \Sigma \text{eliminados} \times k \quad (9)$$

Em que:

IVetDoe - Índice de Vetores de Doenças;

K – fator de ponderação referente à tendência de focos de vetores de doenças;

Criados – número de vetores que aumentaram desde a implantação da atividade;

mantidos – número de vetores antes e após a implantação da atividade;

eliminados – número de vetores que foram eliminados desde a implantação da atividade.

Para o índice 11 “Risco de extinção de espécies ameaçadas”, que demonstra o número de populações de animais como o lobo guará, jaguatirica, gato maracajá, lontras, tamanduá bandeira, tatu bola, veado campeiro, a ave jaó, Inhambu, pato mergulhão, gavião preto e mutum. Foi usado o seguinte fator de ponderação: Se o número de da espécie diminuiu, logo está ameaçada, assumindo um k=5, se o número se manteve, logo o k=-1, e por fim, se aumentou, logo a espécie é protegida, então o k=-5. (Equação 10).

$$IRext = \Sigma \text{protegidos} \times k - \Sigma \text{sem efeito} \times k - \Sigma \text{ameaçados} \times k \quad (10)$$

Em que:

IRext - Índice de Risco de Extinção;

k – fator de ponderação à tendência de proteção de espécies em extinção;

protegidos – espécies que aumentaram desde a implantação da atividade;  
 sem efeito – espécies que foram mantidas desde a implantação da atividade;  
 ameaçados – espécies que diminuiram desde a implantação da atividade.

Para o índice 12 “Risco de incêndio”, foi usada uma tabela que demonstra a porcentagem de áreas como, pasto plantado, pasto natural, campo, etc, atingidas pelo uso intencional de fogo. Por exemplo: dado produtor diminuiu ou aumentou o uso de fogo para limpeza de pastagem, etc. Nesse índice o fator de ponderação (k) foi da seguinte forma: Aumento uso intencional de fogo ( $k_2=1$ ); Aumento acúmulo combustível ( $k_2=0,5$ ), O uso de fogo se manteve Inalterado ( $k_2=0$ ); Se houve redução ( $k_2=-0,5$ ); e se eliminação combustível ( $k_2=-1$ ). Além disso, o fator de ponderação levou em conta em que local ocorre o fato, se em Pasto plantado ( $k_1=0,05$ ), se em Pasto natural ( $k_1=0,1$ ), se em Campo manejado ( $k_1=0,25$ ), se em Reflorestamento com eucalipto ( $k_1=0,5$ ), se em Reflorestamento com Pinus ( $k_1=0,5$ ), se em Cultura ( $k_1=0,75$ ), se em Vegetação nativa ( $k_1=0,9$ ), e ainda se Edificações/ infraestrutura ( $k_1=0,1$ ). (Equação 11).

$$IR_{inc} = \text{porcentagem da área} \times k_1 \times k_2 \quad (11)$$

Em que:

$IR_{inc}$  - Índice Risco de incêndio;

Porcentagem da área: Porcentagem da área sujeita ao risco de incêndio;

$k_1$  – local do risco de incêndio;

$K_2$  – Tendência e causa do risco de incêndio.

Por fim, como o último índice dessa dimensão, o “Risco geotécnico”, corresponde ao número de áreas influenciadas por riscos geotécnicos, como assoreamento, inundação, deslizamentos, soterramentos, etc. Nesse o fator de ponderação (k) foi distribuído da seguinte forma: Se, caso o risco geotécnico diminuiu: 10, se mantém inalterado: 1, ou se aumenta: -10. (Equação 12).

$$IR_{Geo} = \frac{\sum \text{áreas} \times k}{\text{total áreas}} \quad (12)$$

Em que:

$IR_{Geo}$  - Índice risco geotécnico;

$\Sigma$  áreas: Quantidade de áreas sujeitas ao risco geotécnico;

k: Tendência de risco de incêndio

Total áreas: Total de áreas que podem estar sujeitas ao risco geotécnico.

Na tabela 1 são mostrados os valores de ecologia de paisagem utilizados nesse estudo

**Tabela 1.** Metodologia utilizada para a dimensão Ecologia da paisagem.

<b>Valores ecologia<sup>1</sup></b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Metodologia</b>
Habitats naturais	PAE	Mapa
Manejo das áreas de produção agrícola	PAE	Entrevista
Manejo da produção animal	PLE, excluindo atividades não confinadas	Entrevista
Cumprimento com a RL	PAE oficialmente designada como preservar	Mapa
Cumprimento com proteção de APP	PAE	Mapa
Corredores ecológicos	Área de preservação (ha) e número de fragmentos	Mapa
Diversidade da paisagem	Índice de SW (calculado)	Entrevista e mapa
Diversidade produtiva	Índice de SW (calculado)	Entrevista
Regeneração de área degradada	PAE	Mapa
Incidência de focos de vetores de doenças endêmicas	Número de fontes	Entrevista
Risco de extinção de espécies ameaçadas	Número e status das (sub) populações	Entrevista
Risco de incêndio	PAE sob risco	Entrevista
Risco geotécnico	Número de áreas influenciadas (ha)	Mapa

<sup>1</sup>PAE: Porcentagem da área do Estabelecimento; PLE: Percentual de Lucro do Estabelecimento; APP: Área de Preservação Permanente; RL: Reserva Legal; SW: Shannon Wiener

### 5.2.2 Coleta de dados Qualidade Ambiental:

Na dimensão qualidade dos compartimentos ambientais, são consideradas três subdimensões: Qualidade do ar, Qualidade da água (superficial e subterrânea) e Qualidade do solo. Amostras de solo e água foram escolhidas com o objetivo de caracterizar situações “anterior” e “após” às atividades executadas atualmente em cada atividade produtiva, assim como recomendação de Demattê Filho et al. (2014). Para a situação anterior, foram usadas amostras de solo sem nenhuma atividade econômica (solo virgem), e amostras de água da nascente do curso d’água.

**a) Subdimensão qualidade da água:** As amostragens e análises foram realizadas respectivamente conforme as recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos e do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. As amostras de água superficiais e subterrâneas pertencem à microbacia do córrego Tiúba (APHA, 2012),

A avaliação da qualidade da água foi realizada por meio de determinações de parâmetros físicos, químicos e biológicos, realizadas em campo e em Laboratório.

As amostras foram coletadas no dia 22 de março de 2019, na água superficial foram coletadas 4 amostras simples. As demais amostras, da água subterrânea foram coletadas em poços de cada propriedade. (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa de localização de pontos de coleta de água, Assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO. (Fonte: Google Earth (Google, 2019))

Os pontos selecionados para as coletas de amostragem do córrego obedeceram às indicações dadas pelo método de avaliação Apoia Novo-Rural. O primeiro ponto (1) está localizado na nascente, e é caracterizado como ponto zero, ou seja, como tendo nenhuma interferência da atividade estudada (RODRIGUES et al., 2010). Como ambas

as propriedades utilizam o mesmo córrego, também foi estabelecido o ponto 1 para as duas.

O ponto 2 refere-se a um represamento utilizado para dessedentação animal e irrigação para ambas as propriedades. O ponto 3 está situado há alguns metros da nascente. Os pontos amostrais de água subterrânea pertencem a dois poços situados cada uma em um sítio amostral. As coordenadas são descritas abaixo, na Tabela 2.

**Tabela 2.** Pontos de amostragem e coordenadas para análise da água superficial e subterrânea.

Ponto	Latitude	Longitude
1	-17,71'60.98"S	-50,73'86.38"O
2	-17,71'40.62"S	-50,73'63.46"O
3	-17,71'437.76"S	-50,73'65.29"O
Sítio JF1	-17°,71'48.52"S	-50°,73'59.63"O
Sítio Cabeceira1	-17°42'47.80"S	-50°44'14.67"O

1Água subterrânea

A metodologia utilizada na determinação da água foi deferida pela empresa escolhida pela análise. Tabela 3.

**Tabela 3.** Metodologia utilizada para a subdimensão dimensão Qualidade da água superficial e subterrânea.

Análise da água	Unidade de medida	Metodologia
Oxigênio dissolvido	PS	SMWW 4500 – G
DBO		SMWW 5210 – B
DBO <sup>5</sup>	mg L <sup>-1</sup>	SMWW 5210 – B
pH	pH	
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	SMWW 4500 P – B e D
Turbidez	Mg L <sup>-1</sup>	
Clorofila a	Ml	SMWW 10200 – H
Condutividade	micro ohm/cm	
Poluição visual <sup>1</sup>	PTO	
Impacto potencial de pesticidas	PAT	
Coliformes Fecais	NC/100 ml	SMWW 2130 – B
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	mL L <sup>-1</sup>	SMWW 4500 NO <sub>3</sub>

<sup>1</sup>Poluição visual da água, E (espumas, bolhas), O (óleos, graxas, gordura), S(Sólidos, flutuantes). % quando ausente, % quando Pontual, % quanto Local, % quanto Entorno, % quanto Regional; Ss: Sólidos em Suspensão; PTO: Porcentagem de tempo com ocorrência; PAT: Porcentagem da área tratada; NC: Número de colônias; PS: Porcentagem de saturação. SMWW: Standard Methods Water and Wastewar. DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio. DBO<sup>5</sup>: quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.



**b) Subdimensão qualidade do solo:** é composto dos seguintes índices, que variam desde a fertilidade química até a informações referentes a processos erosivos: matéria orgânica, pH, P resina, K trocável, Mg e Ca trocável, acidez potencial (H + Al), soma de bases, capacidade de troca catiônica e potencial de erosão. As análises foram realizadas em um laboratório de análise Agrícola em Rio Verde – GO. (Tabela 4).

**Tabela 4.** Características químicas do solo da propriedade 1 e 2, após a inserção da atividade, Rio Verde -GO

<b>Avaliações</b>	<b>Unidade</b>	<b>Pr1</b>	<b>Pr2</b>
Matéria Orgânica (M.O)	Percentual de M.O	4,79	4,21
pH	pH	5,10	5,00
Fósforo	mg dm <sup>-3</sup>	2,78	2,64
Potássio	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	1,60	0,9
Cálcio	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	38,40	21,1
Magnésio	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	8,40	5,9
Acidez potencial	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	31,10	27,1
soma de bases	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	48,40	27,9
CTC <sup>1</sup>	mmol de carga dm <sup>-3</sup>	79,50	55,0
Saturação da base	Percentual de saturação	60,90	50,7
Erosão (laminar e linear)	%	70	71

<sup>1</sup>Capacidade de Troca de Cátions (CTC). M.O: Matéria Orgânica. PAE: Porcentagem da área do Estabelecimento. pH: Potencial Hidrogenionico.

O solo foi coletado nas profundidades de 0 a 0,20 m, em abril de 2019. As amostras de solo foram retiradas da área útil de cada parcela com um trado holandês. Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 2 mm, seco ao ar e à sombra e, posteriormente, armazenado em sacos plásticos esterilizados para realização das análises. Foram coletadas duas subamostras por unidade experimental, misturadas e homogeneizadas, armazenando-se, aproximadamente, 2 L de solo para composição de amostra única. A determinação da área de amostragem levou em consideração a localização da cultura atual e locais de solo sem a execução de nenhuma atividade agropecuária (FILIZOLA et al.,2006).

**c) Subdimensão qualidade do ar:** composta pelos indicadores: partículas em suspensão/fumaça, odores, ruídos, óxidos de carbono/hidrocarbonetos, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio. (Tabela 5).

**Tabela 5.** Metodologia utilizada para a subdimensão dimensão Qualidade do ar.

<b>Análise do ar</b>	<b>Unidade de medida<sup>1</sup></b>	<b>Metodologia</b>
----------------------	--------------------------------------	--------------------

Partículas em suspensão	PTO	percepção sistêmica
Odores	PTO	percepção sistêmica
Ruídos	PTO	percepção sistêmica
Óxidos de carbono/ Hidrocarbonetos	PTO	percepção sistêmica
Óxidos de enxofre	PTO	percepção sistêmica
Óxidos de Nitrogênio	PTO	percepção sistêmica

1 Porcentagem de Tempo de Ocorrência (PTO).

Para o estudo de avaliação atmosférica, foi obtida uma percepção sistêmica dos moradores que, pelo alto custo dessas análises, amparou-se em mudanças no período de ocorrência das emissões, sua proporção espacial e estimativa sensorial de sua extensão (DEMATTE FILHO et al., 2014).

### 5.2.3 Coleta de dados Dimensão Valores Socioculturais

Para a dimensão valores socioculturais foi utilizada uma metodologia proposta por Bernués et al. (2015), através de uma pesquisa e questionários com os residentes explicando o objetivo do estudo e a área geográfica em que estava sendo realizado. Foram analisados fatores como acesso a serviços básicos, como emprego, segurança e educação. (Tabela 6).

**Tabela 6.** Metodologia utilizada para a dimensão Valores Socioculturais.

Valores socioculturais	Unidade de medida	Metodologia
Acesso à educação	NP	Entrevista
Acesso a serviços básicos	AVF (1 ou 0)	Entrevista
Padrão de consumo	AVF (1 ou 0)	Entrevista
Acesso ao esporte e lazer	Horas dedicadas	Entrevista
Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico, espeleológico.	NM	Entrevista
Qualidade de emprego	PT	Entrevista
Segurança e saúde ocupacional	NP expostas	Entrevista
Oportunidade de emprego / ocupação local qualificado(a)	PT	Entrevista

1 Número de Pessoas (NP); Acesso verdadeiro ou falso (AVF); Percentual de trabalhadores (PT). Número de Monumentos (Mn)

Para o índice 1 “Acesso à educação” foram descritos o número de pessoas na propriedade em função de cursos que em essas teriam desenvolvido antes e após a execução da atividade. Utilizando fatores de ponderação da seguinte forma, se fizeram treinamento no Local e de curta duração k:5, caso tenham feito especialização k:10, e

ainda, se tenham realizado cursos de treinamento oficial e de forma regular k:10. (Equações 13 e 14).

$$I_{\text{estud}} = \frac{\Sigma \text{ com acesso}}{\text{total de pessoas}} \quad (13)$$

$$I_{\text{qestud}} = \frac{\Sigma D \times k - \Sigma A \times k}{\text{total de pessoas}} \quad (14)$$

Em que:

$I_{\text{estud}}$  – Proporção de estudantes;

$I_{\text{qestud}}$  – Qualidade da educação;

k – fator de ponderação que corresponde tipo de treinamento;

D – Número de pessoas com acesso à educação depois da implantação da atividade;

A - Número de pessoas com acesso à educação antes da implantação da atividade;

total de pessoas – Total de pessoas envolvidas na atividade.

O índice 2 "Acesso a serviços básicos" observou se responsáveis residentes e empregados (quando houver) tinham acesso aos seguintes serviços públicos: Água potável; Luz; Esgotamento sanitário; Telefone; Coleta lixo; Transporte público; Posto de saúde; Escola rural. (Equação 15).

$$I_{\text{AServ}} = \frac{1/3 \times (\Sigma \pi_i D - \pi_i A)}{\text{total de serviços}} \quad (15)$$

Em que:

$I_{\text{AServ}}$  - Índice acesso serviços públicos.

$\pi_i D$  - Número de serviços atendidos depois da inserção da atividade;

$\pi_i A$  - Número de serviços atendidos antes da inserção da atividade;

Total de serviços – total de 8 serviços que devem estar disponíveis para que o índice de sustentabilidade seja o máximo.

No índice 3 "Padrão de consumo" foi observado quais itens de consumo os responsáveis e empregados (quando houver) tinham acesso. Itens como: Fogão a gás; Geladeira; Televisor; Rádio; Freezer; Antena parabólica; Computador; Automóvel; Máquina lavar roupa; Forno de micro-ondas. (Equação 16).

$$IPCons = \frac{1/3 \times (\Sigma D \times 2 - \Sigma A)}{\text{Total de bens}} \quad (16)$$

Em que:

IPCons - Índice de padrão de consumo;

$\Sigma A$  – Quantidade de bens de consumos antes da inserção da atividade;

$\Sigma D$  – Quantidade de bens de consumos depois da inserção da atividade;

Total de bens – Total de 10 bens que responsáveis e empregados devem ter para ter um padrão de consumo para que o índice de sustentabilidade seja o máximo.

O índice 4 “Acesso ao esporte e lazer” comparou o número de horas/semana em que os responsáveis e empregados tinham de esportes e lazer antes e após a inserção da atividade. No cálculo a resposta do parâmetro varia conforme o número dessas horas, quanto mais horas elas tinham após à atividade em relação a antes, mais próximo de 100% será a resposta.

No índice 5 “Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico, espeleológico” mostrou o número de monumentos locais. Utilizando fatores de ponderação da seguinte forma, quando a conservação do patrimônio estava excelente o k:10, caso bom k:5, se regular k: 2 e se ruim o k:1(Equação 17).

$$IConPat = \frac{\Sigma (D - A) \times k}{\Sigma D} \quad (17)$$

Em que:

IConPat - Índice de conservação patrimônio;

D – Número de patrimônios depois da inserção da atividade;

A – Número de patrimônios antes da inserção da atividade;

k – fator de ponderação relativo ao estado de conservação.

O índice 6 “Qualidade do emprego / ocupação” foi conferida a porcentagem de trabalhadores com trabalho de por exemplo: cumprem jornadas de até 44 horas, tem carteira assinada, são maiores de 15 anos, contribuem com a previdência, ganham salários acima do mínimo, recebem auxílios moradia, alimentação, transporte, educação e saúde. (Equação 18).

$$IQEmp = \frac{\Sigma \text{ total}}{3000} \quad (18)$$

Em que:

IQEmp - Índice de qualidade do emprego;

$\Sigma$  total – soma total da porcentagem dos trabalhadores atendidos;

3000 – valor total, se caso atinja 100% em todos os índices.

O índice 7 “Segurança e saúde ocupacional” são calculados os fatores de periculosidade e insalubridade aos quais os trabalhadores estavam expostos. Os riscos de periculosidade, como fontes inflamáveis e agentes químicos receberam um fator de ponderação k: 10, e os fatores de insalubridade, como ruídos e vibrações receberam k: 1. (Equação 19).

$$ISOcup = \frac{\Sigma(ne \times k)}{nt} \quad (19)$$

Em que:

ISOcup - Índice de segurança ocupacional;

ne – número de pessoas expostas a fatores de periculosidade e insalubridade;

nt - Número total de empregados.

No índice 8 “Oportunidade de emprego / ocupação local qualificado” foi descrita a porcentagem de pessoal ocupado e a qualificação para a atividade. Nesse índice foram utilizados dois fatores de ponderação, quando o trabalho era desenvolvido na propriedade o k1:10, quando desenvolvido no local k1:5 e quando na região k1:1. Além disso, para o fator k2, quando Braçal, Braçal Especializado, Técnico Médio e Técnico Superior. (Equação 20).

$$IEmpLQ = \Sigma pi \times k1 \times k2 \quad (20)$$

Em que:

IEmpLQ - Índice de emprego local qualificado;

pi – pessoas atendidas;

k1 - Fator de ponderação de acordo com o local de execução do trabalho;

k2 - Fator de ponderação de acordo com a qualificação do pessoal ocupado à atividade.

#### 5.2.4 Coleta de dados Dimensão Valores Econômicos

Na avaliação de Impacto Ambiental os valores econômicos são discutidos a diversidade e distribuição da renda sob o nível de endividamento e qualidade de moradia de entrevistados. Assim como a metodologia seguida por Bernués et al. (2015), classificando valores mais importantes de uso e não uso do valor econômico total, através de adoção de variáveis, também dispostos em uma planilha, como por exemplo o cenário de política de financiamento.

Índice 1: “Renda líquida do estabelecimento”. Para esse índice foi avaliada tendência de ocorrência de redução, manutenção ou aumento na renda em função da introdução da atividade. Na equação foi utilizado o fator de ponderação que assumiu valores diferentes, para o aumento de renda o k:1, se manteve k:0 ou se houve redução o k:-1 (Equação 21).

$$Irenda = \sum (p_i \times k) \quad (21)$$

Em que:

Irenda - Índice de Tendência da renda efetiva;

$p_i$  – quantidade de atributos atendidos, segurança ou estabilidade;

k – tendência de ocorrência.

Índice 2: “Diversidade das fontes de renda”. Nesse índice foram descritas a origem da renda dos responsáveis e empregados. O fator de ponderação nesse índice recebe valor k:2 se a renda tem origem agropecuária, e k:1 se essa origem vem de outras fontes (Equação 22).

$$IDFren = \frac{(\sum p_{iD} - p_{iA}) \times k}{100} + \text{média índice de Shannon D} \quad (22)$$

Em que:

IDFren - Índice Diversidade fontes de renda;

$p_{iD}$  – Porcentagem de pessoas atendidas para cada distribuição de renda depois da inserção da atividade;

$\pi_A$  – Porcentagem de pessoas atendidas para cada distribuição de renda antes da inserção da atividade;

$k$  – fator de ponderação que varia conforme a origem da renda.

Obtenção do índice de Shannon para o índice 2, na Dimensão Valores Econômicos. (Equação 23)

$$H' = -\sum \pi_i \times \log(\pi_i) \quad (23)$$

Em que:

$H'$  - Índice de Shannon-Wiener;

$\Sigma$  – somatória;

$\pi_i$  - proporção de indivíduos (número de indivíduos de cada espécie dividido pelo total de indivíduos).

Índice 3: “Distribuição da renda”. Para esse índice foi utilizada a Porcentagem da renda distribuída em salários e benefícios. Foram utilizados dois fatores de ponderação, no  $k_1$  a uma variação de acordo com a distribuição de renda depois da implantação da atividade, e o  $k_2$  varia de acordo com a distribuição de renda antes da implantação da atividade. Se a renda é maior que 60 salários mínimos então o  $k_1:10$  e  $k_2:0$ , se está entre 30 e 60 salários mínimos o  $k_1:5$  e  $k_2:1$ , se está entre 10 e 30 salários, o  $k_1:2$  e  $k_2:2$ , e por fim se a renda está abaixo de 10 salários mínimos então o  $k_1:1$  e  $k_2:4$  (Equação 24)

$$IDR_{rend} = \sum (\pi_D \times k_1) - (\pi_A \times k_1) - (\pi_D \times k_2) \quad (24)$$

Em que:

$IDR_{rend}$  - Índice de Distribuição da renda;

$\pi_D$  – Porcentagem da renda distribuída em salários e benefícios depois da inserção da atividade;

$\pi_A$  – Porcentagem da renda distribuída em salários e benefícios antes da inserção da atividade;

$k_1$  – fator de ponderação que varia conforme a renda depois da atividade;

$k_2$  – fator de ponderação que varia conforme a renda antes da atividade.

Índice 4: “Nível de endividamento”. Utilizou-se do Valor da dívida em relação à renda (porcentagem) na equação. Os fatores de ponderação têm o mesmo peso que o índice 3 da dimensão de valores econômicos (Equação 25).

$$IDiv = \Sigma (piD \times K1) - (piA \times K1) - (piD \times k2) \quad (25)$$

Em que:

IDiv - Índice de nível de endividamento;

piD – Valor da dívida em relação à renda (porcentagem) depois da inserção da atividade;

piA – Valor da dívida em relação à renda (porcentagem) antes da inserção da atividade;

k1 – fator de ponderação que varia conforme a renda depois da atividade;

k2 – fator de ponderação que varia conforme a renda antes da atividade.

Índice 5: “Valor da propriedade”. Nesse índice, foi descrita a proporção da causa de alteração no valor da terra local e externa, se aumentou ou diminuiu. Caso o valor da propriedade teve mudança em decorrência de fatores locais, como Infraestrutura pública, o k:2, já se a mudança ocorreu devido a fatores externos o k:1. (Equação 26).

$$IVProp = \frac{(\text{variação} + \Sigma pi \times k1 \times k2)}{\text{variação}} \quad (26)$$

Em que:

IVProp - Índice de valor da propriedade;

pi – porcentagem de causas de alteração;

k1 – fator de ponderação para alterações locais;

k2 – fator de ponderação para alterações externas;

variação – número de alterações que influenciaram no valor da propriedade desde a implantação da atividade.

Índice 6: “Qualidade da moradia” No índice 6 a proporção de residentes pelo tipo de residência foi calculada. Aqui o fator de ponderação varia conforme a qualidade do aposento, se a casa é de alvenaria rebocada com forro, o k:1, se é de alvenaria sem reboco ou forro, o k:2, se de madeira, o k:3 e ainda se de taipa o k:4. (Equação 27).

$$IQMor = \frac{\text{Total possível}}{(\Sigma \text{ocupação} \times k + \Sigma \text{tipo} \times k) \times 1/2} \quad (27)$$



Em que:

IQMor – índice de Qualidade de moradia;

Total possível – número de todos os fatores de ponderação, que é igual a 20;

ocupação – número de pessoas por aposento;

tipo – porcentagem do tipo de residência;

k – fator de ponderação, que varia conforme a qualidade do aposento.

Os valores da equação foram adquiridos através de uma entrevista, e que foram utilizadas unidades de medição como Tendência de atributos, proporção de fontes de lucro, alteração de valor e trabalhadores. (Tabela 7).

**Tabela 7.** Metodologia utilizada para a dimensão Valores Econômicos.

Valores econômicos	Unidades de medição	Metodologia
Renda líquida do estabelecimento	T (1 ou 0)	Entrevista
Diversidade de fontes de renda	Proporção de fontes de lucro	Entrevista
Distribuição da Renda	TD	Entrevista
Nível de endividamento corrente	TD	Entrevista
Módulo da alteração percentual do valor da terra	Proporção de alteração de valor	Entrevista
Qualidade de moradia	Proporção de trabalhadores	Entrevista

<sup>1</sup>Tendência de atributos (TA).

### 5.2.5 Coleta de dados Dimensão Gestão/administração

Para a dimensão Gestão/administração rural foram considerados indicadores quanto à administração da produção e dos resíduos gerados, através de uma entrevista. Assim, também foi realizado no estudo de Nassar e Elsayed (2018), que usou de entrevistas face a face e questionários, através de uma abordagem protocolada relacionada a métodos quantitativos e qualitativos. (Tabela 8).

**Tabela 8.** Metodologia utilizada para a dimensão Gestão/administração.

Dimensão Gestão/administração	Unidades de medida <sup>1</sup>	Metodologia
Dedicação e perfil do responsável	OT (1 ou 0)	Entrevista
Condição de comercialização	OT (1 ou 0)	Entrevista
Disposição de resíduos	OT (1 ou 0)	Entrevista
Gestão de insumos químicos	OT (1 ou 0)	Entrevista
Relacionamento institucional	OT (1 ou 0)	Entrevista

<sup>1</sup>Ocorrência de atributos (OT).

Índice 1: “Dedicação e perfil do responsável”. Para esse índice foi avaliada a dedicação e perfil do responsável em função de atributos como: se reside no local, se tem dedicação exclusiva à atividade, se possui Capacitação dirigida à atividade, se possui Engajamento familiar, se utiliza de sistema contábil e se utiliza de um modelo formal de planejamento, para cada afirmação é inserido o valor 1. (Equação 28).

$$U-IDResp = \frac{\Sigma \text{ atributos possíveis de D}}{\text{total atributos de D}} \quad (28)$$

Em que:

U-IDResp - Índice de dedicação e perfil do responsável;

Atributos possíveis de D - número total de atributos afirmativos para a dedicação;

Total atributos de D – número total geral de atributo de dedicação que é igual a 7.

Índice 2: “Condição de comercialização”. Para esse índice foi medida a condição de comercialização dos produtos oriundos da atividade em função venda direta ou venda antecipada ou cooperada, se há um processamento local do produto, se há armazenamento local, se é utilizado transporte próprio, se é uma marca própria, se faz uso de propaganda, se os proprietários fazem um encadeamento com produtos, atividades ou serviços anteriores, e ainda se há venda de produtos de outros produtores locais, para cada afirmação é inserido o valor 1. (Equação 29).

$$ICCom = \frac{\Sigma \text{ atributos possíveis de p}}{\text{total de atributos de p}} \quad (29)$$

Em que:

ICCom - Índice de condição de comercialização;

Atributos possíveis de p – número de condição em que é comercializado o produto;

Total de atributos de p– número total de atributos que é igual a 8.

Índice 3: “Disposição de resíduos”. Para esse índice foi medida a reciclagem de resíduos domésticos e de produção como coleta seletiva, compostagem, disposição sanitária, reaproveitamento, destinação correta e tratamento adequado de embalagens da produção, para cada afirmação é inserido o valor 1. (Equação 30).

$$I_{rec} = \frac{\Sigma \text{ atributos possíveis de R}}{\text{total de atributos de R}} \quad (30)$$

Em que:

$I_{rec}$  - Índice de reciclagem de resíduos;

Atributos possíveis de R – número de resíduos que são destinados corretamente;

Total de atributos de R – número total de atributos que é igual a 6.

Índice 4: “Gestão de insumos químicos”. Para esse índice foi medida a gestão de insumos químicos como a estocagem, calibração e verificação equipamento de aplicação, utilização de equipamento de proteção individual, disposição final adequada de recipientes e embalagens e ainda o registro dos tratamentos, para cada afirmação é inserido o valor 1. (Equação 31).

$$IGIQ = \frac{\Sigma \text{ atributos possíveis de Q}}{\text{total de atributos de Q}} \quad (31)$$

Em Que:

$IGIQ$  - Índice de gestão de insumos químicos;

Atributos possíveis de Q – número de insumos químicos que são destinados corretamente;

Total de atributos de Q – número total de atributos que é igual a 5.

Índice 5: “Relacionamento institucional”. Para esse índice foi medido o relacionamento institucional dos proprietários, quando seguem padrões como o acesso a assistência técnica formal, associativismo, se há filiação tecnológica nominal, se há sistema de certificação, se recebe assessoria legal / vistoria e ainda se faz treinamento profissionalizante periódico, para cada afirmação é inserido o valor 1. (Equação 32).

$$IRInst = \frac{\Sigma \text{ atributos possíveis de RI}}{\text{total de atributos de RI}} \quad (32)$$

Em que:

$IRInst$  - Índice de relacionamento institucional;

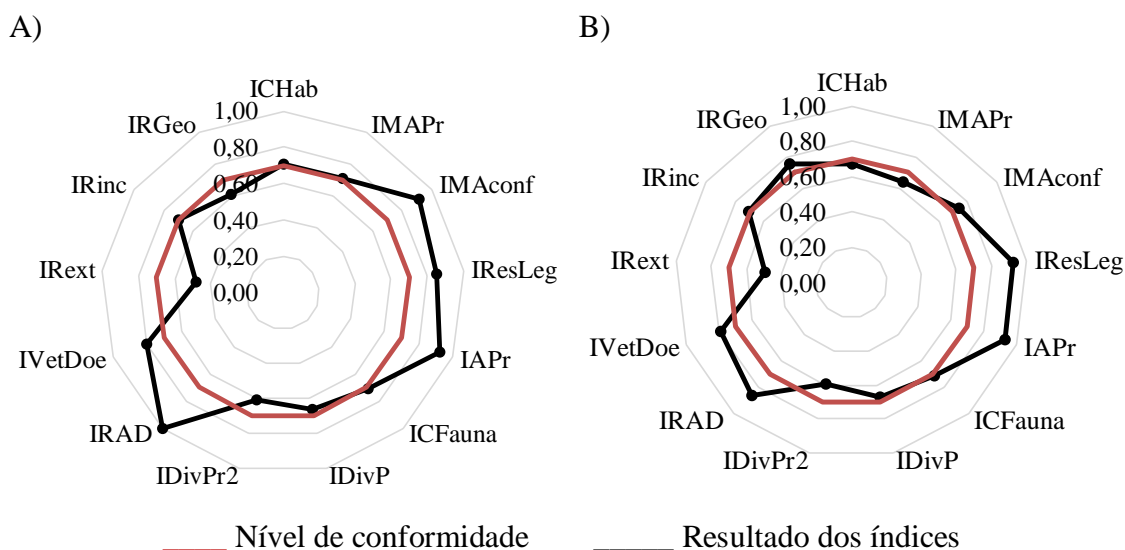
Atributos possíveis de RI – número relacionamentos institucionais;

total de atributos de RI – número total de atributos que é igual a 7.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Dimensão ecologia da paisagem

A dimensão ecologia da paisagem mostrou a condição dos habitats naturais nos estabelecimentos, como Fisionomia e conservação dos habitats naturais; Diversidade produção agropecuária; Diversidade não agrícolas e confinamento animal; Cumprimento com requerimento de Reserva Legal; Cumprimento com requerimento APP; Corredores de fauna; Diversidade da paisagem; Diversidade produtiva; Regeneração de áreas degradadas; Incidência de focos de vetores de doenças endêmicas; Risco de extinção de espécies ameaçadas, Risco de Incêndio e Risco Geotécnico demonstrando como resultados os seguintes índices para a Pr1: 0,71; 0,71; 0,91; 0,86; 0,93 ; 0,70; 0,67; 0,61; 1,00; 0,80; 0,48; 0,70 e 0,61 respectivamente. (Figura 6A).



**Figura 6.** Componentes estruturais da dimensão ecologia da paisagem, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde – GO. Para o índice de Fisionomia e conservação dos habitats naturais: ICHab; índice de Condição de manejo das áreas de produção agropecuária: IMAPr; índice de Condição de manejo da produção animal e atividades confinadas: IMAconf; Índice De Cumprimento Com Requerimento De Reserva Legal: IResLeg; Índice De Cumprimento Com Requerimento De Áreas de Preservação Permanente: IAPr; Índice de corredores de fauna: ICFauna; Índice diversidade da paisagem: IDivP; Índice de diversidade produtiva: IDivPr2; Índice de regeneração de áreas degradadas: IRAD; Índice de Vetores de Doenças: IVetDoe; Índice

de Risco de Extinção: IRExt; Índice Risco de incêndio: IRinc; Índice Risco geotécnico: IRGeo;

Apesar de proporcionar rápida cobertura do solo e consequente proteção contra processos erosivos em áreas degradadas, as plantas invasoras devem ser manejadas, considerando que poderão comprometer a regeneração natural (FERREIRA et al., 2010), com isto na Pr1 a regeneração de áreas degradadas tem se mostrado bastante eficiente, pois mantida a reserva legal e a APP, além de um manejo das plantas invasoras.

Para a Pr1 pode-se destacar os índices: Diversidade e condição de manejo das atividades não agrícolas e confinamento animal, Cumprimento de APP e Regeneração de áreas degradadas, pois apresentaram índices acima de 90%.

Na Pr1 30,76% dos índices de sustentabilidade não obtiveram valores de 0,70 ou mais, esse valor foi definido como o nível de conformidade, seguindo o método. Os números mais baixos são para os índices de risco de extinção de espécies, Diversidade da paisagem, Diversidade produtiva e Risco geotécnico. Para o risco de extinção de espécies, fator esse que pode ser explicado pelo crescente uso de agroquímicos e desmatamento na bacia, sobretudo em propriedades próximas ao assentamento.

Entender as características de cada espécie ameaçada pode servir para estimar a condição de extinção das espécies, concernir as características relacionadas às espécies susceptíveis e promover previsões a respeito de grupos que, potencialmente, poderiam ser extintos mais rapidamente (GRAIPEL et al., 2016).

Para o índice diversidade da paisagem, que está inteiramente ligado a condição dos habitats naturais e condição de manejo das áreas de produção agropecuária, que receberam valores na margem de 0,67, o que interferiu no índice de Shannon-Wiener. Os impactos do habitat variam conforme os diferentes tipos de vegetação, tais como a cobertura de pastagens cobertura de arbustos, tanto a heterogeneidade do habitat horizontal como a complexidade do habitat vertical aumentam a diversidade (LI et al., 2018).

Já o índice diversidade produtiva, ligado aos índices de Shannon para áreas produtivas e atividades confinadas, o valor ficou baixo para a Pr2, isso pode ser explicado pelo baixo índice da diversidade de produção agropecuária, por conter pouca vegetação nativa e por conter pouca diversidade agrícola. A produção agrícola responde de forma mais positiva ao número de tipos de culturas distintas cultivadas em uma paisagem do

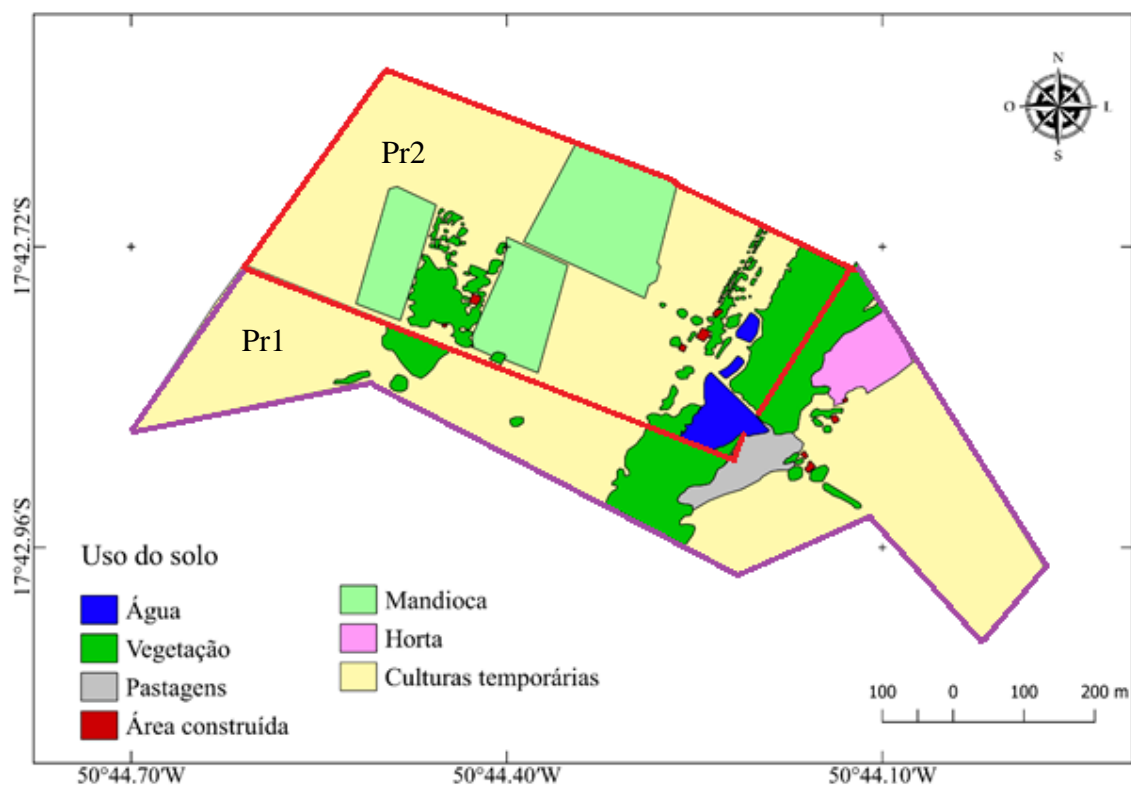
que sua extensão cultivada e que aumentar a diversidade em sistemas agrícolas traz mais ganhos de produtividade (BURCHFIELD et al., 2019).

Para a Pr2 os índices médios para Fisionomia e conservação dos habitats naturais; Diversidade da produção agropecuária; Diversidade não agrícolas e confinamento animal; Cumprimento com requerimento de Reserva Legal; Cumprimento com requerimento APP; Corredores de fauna; Diversidade da paisagem; Diversidade produtiva; Regeneração de áreas degradadas; Incidência de focos de vetores de doenças endêmicas; e Risco de extinção de espécies ameaçadas, Risco de incêndio e Risco Geotécnico receberam os seguintes valores: 0,67; 0,63; 0,74; 0,92; 0,93; 0,70; 0,67; 0,59; 0,85; 0,79; 0,50; 0,70 e 0,76 respectivamente. (Figura 6B).

Para a Pr2 38,46% não atingiram o nível de conformidade. Os números mais baixos são para os índices de Fisionomia e conservação dos habitats naturais, Diversidade e condição de manejo das áreas de produção agropecuária, Diversidade da paisagem, Diversidade produtiva e Risco de extinção de espécies ameaçadas. Sendo o risco de extinção de espécies produtiva o pior, assim como na Pr1. Na fitofisionomia do Cerrado várias espécies podem ser consideradas como sob ameaça de extinção, pelo fato de terem sido superexploradas, cabe destacar que estas já se encontram na Lista Vermelha e que existe a expectativa de que outras espécies passarão a integrar este rol (IUCN, 2010; PEREIRA et al., 2011).

Nessa dimensão, para os componentes estruturais Risco de extinção de espécies ameaçadas; Fisionomia e conservação dos habitats naturais; Diversidade da produção agropecuária; Diversidade não agrícolas e confinamento animal; Cumprimento com requerimento de Reserva Legal; Diversidade produtiva e Regeneração de áreas degradadas tiveram diferença de 2; 4; 7; 17; 6; 2; 15% entre as propriedades.

Não houve diferença para elementos de Cumprimento com requerimento de proteção Áreas de Preservação Permanente, Corredores de fauna, Diversidade da paisagem e Incidência de focos de vetores de doenças endêmica, Risco de extinção de espécies ameaçadas e risco de incêndio. Essa comparação pode ser vista no mapa de uso de solo. (Figura 7).



**Figura 7.** Mapa de uso do solo em relação à ecologia da paisagem para a Pr1 e Pr2, para o ano de 2019. Pr2 Sítio Cabeceira (produção de mandioca), Pr1 Sítio JF (Produção de hortaliças), processado no Software QGIS 3.8.3. (Fonte: Elaborado pela autora a partir de bases de dados geográficos disponibilizadas pelo SIEG (2019)).

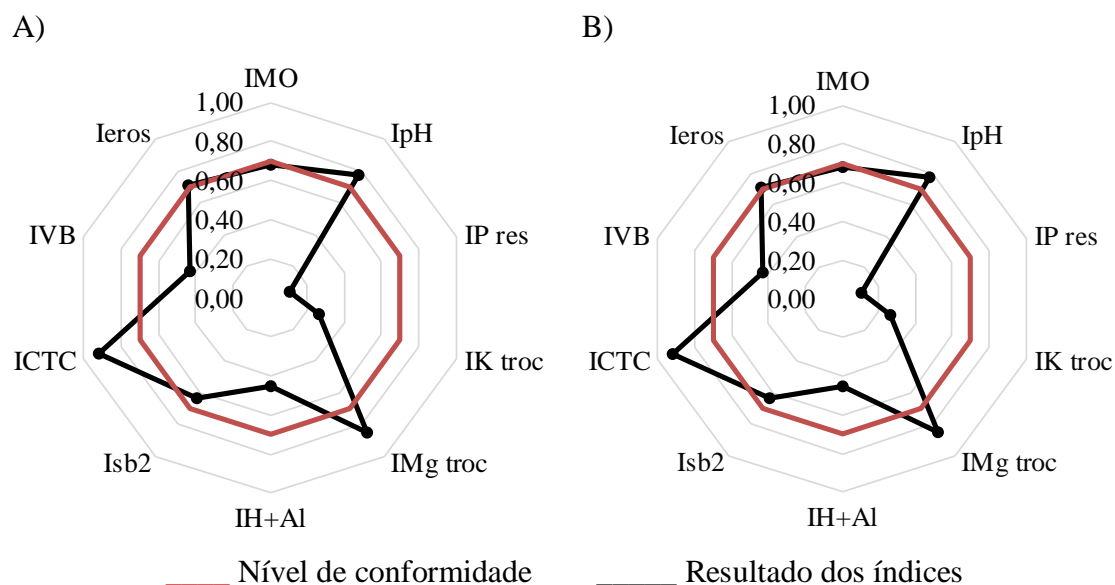
Em termos gerais as PAs - Áreas de Proteção no Brasil aumentaram pela intensidade de uso da terra, dessa forma dentre os principais propósitos de planejamento, conservação e da criação de PAs é intervir na perda de biodiversidade da terra, uma vez que atividades antrópicas influenciam na riqueza de espécies (VIEIRA et al., 2019). Neste estudo pôde ser observado o respeito à criação dessas PAs e consciência por parte dos moradores, que coseguram mantê-los com o decorrer da atividade.

## 5.2 Dimensão qualidade dos compartimentos ambientais

### Qualidade do Solo

Na dimensão de qualidade dos compartimentos ambientais – qualidade do solo, para a Pr1 os valores de, Matéria orgânica, pH, P resina, K trocável, Mg trocável, H+Al,

soma de bases, CTC, Volume de bases e Erosão foram de 0,83; 0,84; 0,11; 0,42; 0,98; 0,39; 0,89; 0,97; 0,54 e 0,83 respectivamente (Figura 8A).



**Figura 8.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de Matéria orgânica: IMO, Índice de potencial Hidrogeniônico: IpH, Índice de P resina: IP res, Índice de K trocável: IK troc; Índice de Mg trocável: IMg troc; Índice de soma de bases: Iab; índice de acidez potencial: IH+Al; Índice de Capacidade de Troca Catiônica: ICTC, Índice de Volume de bases IVB; Índice de Erosão: Ieros.

Um dos índices mais baixos, de fósforo, também recebeu resultado baixo no estudo de Rodrigues et al. (2006). No caso dessas propriedades houve aumento no teor de fósforo, o que pode estar ligado à diminuição da matéria orgânica. O fósforo em excesso pode provocar diversos impactos negativos principalmente à qualidade das águas. Quando este elemento aumenta pode causar a eutrofização de rios e lagos. A eutrofização é o enriquecimento excessivo da água ocorre pela concentração de fertilizantes agrícolas, detergentes, rejeitos de minas e drenagem de dejetos (KLEIN; AGNE., 2012).

Para a Pr2 resultados para Matéria orgânica, pH, P resina, K trocável, Mg trocável, H+Al, soma de bases, CTC, Volume de bases e Erosão são os seguintes 0,68; 0,78; 0,11; 0,27; 0,85; 0,45; 0,63; 0,92; 0,43 e 0,71, respectivamente (Figura 8B). Dentre esses índices os mais baixos são o fósforo, potássio, acidez potencial e volume de bases.



Para o índice de potássio, que se mostrou deficiente, principalmente para Pr2 – 27%, pode estar ligado ao índice da matéria orgânica, que nessa propriedade mostrou-se com um índice de sustentabilidade de 68%, valores diferentes da Pr1, que teve um índice de potássio igual a 42% e matéria orgânica de 83%. A maior parte da matéria orgânica do solo contém, dentre outros micronutrientes, o potássio (K). Embora presentes em pequenas quantidades, esses macronutrientes são muito importantes do ponto de vista do manejo da fertilidade do solo (BOT; BENITES, 2005).

Na qualidade do solo a Matéria orgânica; Ph; K trocável; Mg trocável; H+Al; soma de bases; CTC; Volume de bases indicaram diferença de 15; 6; 15; 13; 6; 26; 5 e 11% respectivamente para as da Pr1 e Pr2 (Figura 8A e 8B). Para os componentes estruturais fosforo e erosão não houve diferença entre os índices de sustentabilidade.

A diferença entre os teores presentes no solo se deve simplesmente a quantidade de P que foi adicionado por meio do material orgânico, sem que houvesse interferência do P que estava anteriormente presente no solo (MAGALHÃES, 2018).

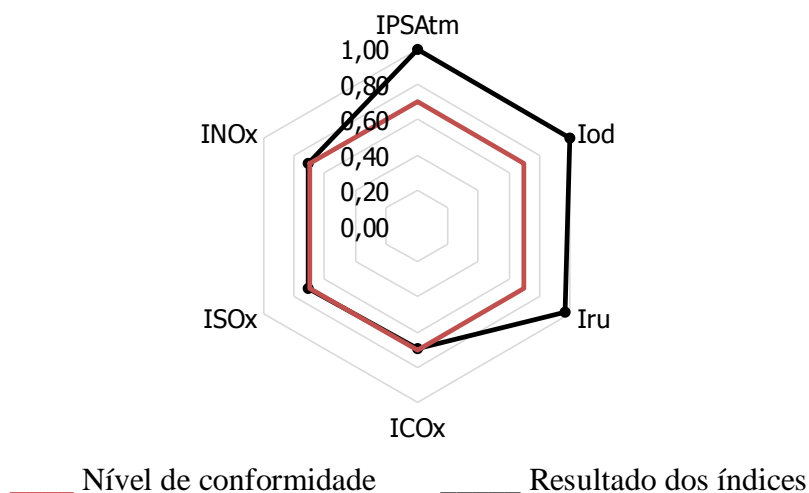
O índice matéria orgânica, teve diferença maior entre as propriedades, e isso ocorre pelo manejo empregado na atividade da Pr2, que é feito utilizando a poda da parte aérea para colheita com dois ciclos vegetativos. O plantio tradicional da mandioca é realizado após as operações de aração e gradagem, muitas vezes sem a devida irrigação ou adubações regulares. Além disso, também é, muitas vezes cultivado em solos ácidos, em rotação com pastagem ou em policulturas, comprometendo a sustentabilidade do processo produtivo, o que pode acarretar percas de matéria orgânica e da capacidade de retenção de umidade (DEVIDE, 2012).

Na dimensão qualidade do solo foi possível prover a qualidade do solo como indicador na sustentabilidade. O manejo do solo de forma sustentável é capaz de estocar grandes quantidades de matéria orgânica através do estoque de carbono e manutenção da fertilidade do solo, tornando-se, portanto, uma prática agrícola promissora para o desenvolvimento da agricultura familiar em bases sustentáveis (SERRA, 2005). Para a propriedade 1 foi obtido índice de valor igual 0,67, e para a propriedade 2 um valor igual a 0,58, demonstrando diferença de 9% entre as propriedades (Figura 8A e B).

### **Qualidade do ar**

Na dimensão de qualidade dos compartimentos ambientais – qualidade do ar os valores de Partículas em suspensão/fumaça, Odores, Ruído, Óxidos de carbono/hidrocarbonetos, Óxidos de enxofre e Óxidos de nitrogênio, apresentaram um

índice de sustentabilidade de 1,00; 0,77; 0,97; 0,70; 0,70 e 0,70 para a Pr1, respectivamente (Figura 9A) e para a Pr2 os valores foram iguais (Figura 9B).



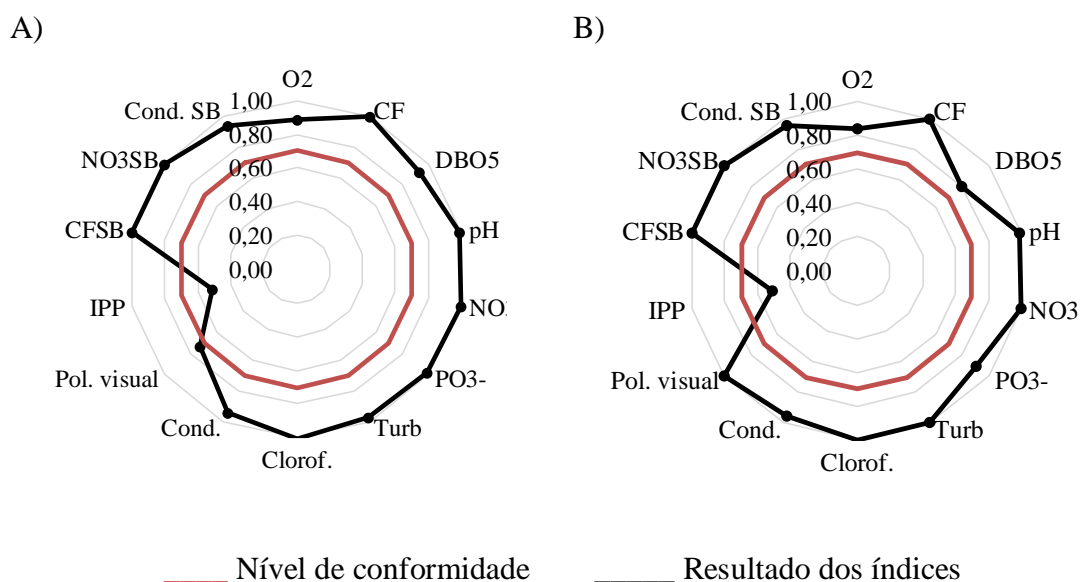
**Figura 9.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Partículas em suspensão/fumaça: IPSAtm; Odores: Iod; Ruído: Iru; Óxidos de carbono/hidrocarbonetos: ICOx; Óxidos de enxofre: ISOx e Óxidos de nitrogênio: INOx.

Na dimensão qualidade do ar foi possível prover um valor referente ao indicador de sustentabilidade de 85% para ambas as propriedades (Figuras 9A e 9B), percebe-se que nenhum índice ficou baixo da faixa sugerida. A avaliação do ar, através da percepção de conforto estabelecem a ligação entre os parâmetros objetivos do ambiente e a avaliação subjetiva de conforto e unificam as métricas dos fatores ambientais, esse método é seguro, uma vez que, quando o valor do índice de avaliação é igual, o conforto humano é basicamente o mesmo (ZHU; LI, 2017).

A qualidade do ar na agricultura foi medida de maneira subjetiva neste estudo pelo risco que essa atividade apresenta no local e, por ser transportado, no entorno. Em locais de produção de cana-de-açúcar, é um exemplar da preocupação da qualidade do ar na agricultura. Jiménez et al. (2019) demonstrou a alta dispersão do metano na queima da cana-de-açúcar, pelo vento, em localizações geográficas distintas e que, emissões desse composto mantêm relação com a biomassa queimada e o tamanho da superfície afetada.

## Qualidade da água

Na dimensão de qualidade dos compartimentos ambientais – qualidade da água os valores de Coliformes fecais, DBO5, pH, Nitrato, Fosfato, Turbidez, Clorofila a, Condutividade, Poluição visual, Impacto potencial de pesticidas, Coliformes fecais água subterrânea, Nitrato água subterrânea e Condutividade água subterrânea apresentaram índice de sustentabilidade de 0,89; 1,00; 0,93; 0,99; 1,00; 0,99; 0,98; 1,00; 0,94; 0,73; 0,51; 1,00; 1,00 e 0,94 para a Pr1 respectivamente (Figura 10A) já para a Pr2 os valores foram de 0,84; 1,00; 0,79; 0,99; 1,00; 0,91; 1,00; 1,00; 0,95; 1,00; 0,51; 1,00; 1,00 e 0,95 respectivamente (Figura 10B).



**Figura 10.** Componentes estruturais da qualidade do solo, nos compartimentos ambientais em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de Oxigênio dissolvido; O<sub>2</sub>; Índice de Coliformes fecais: CF; Índice de Demanda Bioquímica de Oxigênio: DBO<sup>5</sup>; Índice de Nitrato: NO<sub>3</sub>; Índice de Fosfato: PO<sub>3</sub>-; Índice de Turbidez: Turb; Índice de Clorofila a: Clorof.; Índice de Condutividade: Cond.; Índice de Poluição visual: Pol. Visual; Índice de Impacto potencial de pesticidas: IPP; Índice de Coliformes fecais na água subterrânea: CFSB; Índice de Nitrato na água subterrânea: NO<sub>3</sub>SB; Índice de Condutividade água subterrânea: Cond. SB.

O índice Impacto potencial de pesticidas recebeu valor baixo devido à tendência de utilização das propriedades 1 e 2, e descarte, às vezes inadequado, de embalagens de agroquímicos, por parte de outros produtores próximos à bacia. Para a Pr1 o impacto do

pesticida está ligado ao uso intenso dos agroquímicos, que são aplicados semanalmente, e que, eventualmente pode ser lixiviado e levado ao corpo hídrico.

Dos 424 pesticidas utilizados na horticultura em uma bacia hidrográfica em Martinica - Antilhas Francesas, a maioria resultou em poluições persistentes, sendo esses fatores relacionados não só a intensidades de aplicação, como também pela frequência e quantidades com que eram aplicados. Dentre os mais utilizados nessa atividade estão o glifosato, fostiazato e propiconazol, que podem resultar em contaminação persistente a médio e longo prazo (MOTTES et al., 2017).

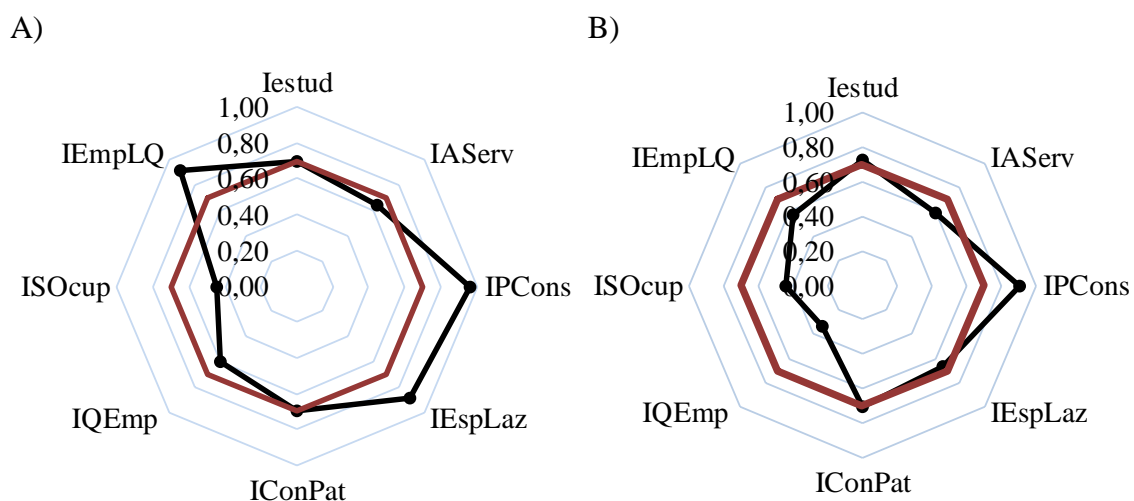
Para a Pr2, também se faz uso constante de agroquímicos, para o combate de pragas, principalmente para o *Erinnyis ello*. Outro fator de risco para o corpo hídrico infere-se na própria dinâmica da planta investigada, a mandioca. A produção da mandioca pode interferir na qualidade da água através de suas características biológicas.

Na qualidade da água os valores de Oxigênio dissolvido; DBO5; fosfato, turbidez; Condutividade; Poluição visual e Condutividade água subterrânea houve diferença entre as propriedades de 5; 14; 8; 2; 1; 27 e 1%, respectivamente (Figuras 10A e 10B). Para os componentes estruturais de coliformes fecais, pH, colorofila a, Impacto potencial de pesticidas, Coliformes fecais na água subterrânea, DBO5 e Nitrato não houve diferença entre os índices de sustentabilidade.

Valores tão diferentes para o índice de poluição visual é notado para a Pr1, por ter apresentado resultado de 0,73, que apesar de não estar tão baixo, recebeu esse valor, pela disposição dos resíduos agrícolas, que foram encontrados às margens do córrego. Um estudo do norte da Grécia, sobre avaliação das práticas dos agricultores na eliminação de resíduos de agrotóxicos após o uso, demonstrou que grande proporção de 30,2% agricultores que despejam os recipientes vazios no campo, 33,3% jogam perto ou em canais de irrigação e córregos., 17,9% Queimam os recipientes vazios em fogo aberto, e outros 11,1% ou jogam os recipientes vazios em locais comuns (DAMALAS et al., 2008).

### **5.3 Dimensão valores socioculturais**

Na dimensão de valores socioculturais para a Pr1 os valores de acesso à educação, serviços básicos, padrão de consumo, esporte e lazer, patrimônio cultural, qualidade e emprego, saúde ocupacional e oportunidade de emprego apresentaram índice de sustentabilidade de 0,70; 0,64; 0,97; 0,80; 0,70; 0,60; 0,45 e 0,92, respectivamente (Figura 11A). Já para a Pr2 os valores são de 0,73; 0,60; 0,91; 0,66; 0,70; 0,33; 0,45 e 0,57, respectivamente (Figura 11B).



**Figura 11.** Componentes estruturais da dimensão sociocultural em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice Proporção de estudantes: Iestud; Índice acesso serviços públicos: IAServ; Índice de padrão de consumo: IPCons; Índice de conservação patrimônio: IConPat; Índice de qualidade do emprego: IQEmp; Índice de segurança ocupacional: ISOcup; Índice de emprego local qualificado: IEmpLQ.

Em ambas as propriedades houve índice muito baixo para segurança e saúde ocupacional que é verificado pelo número de trabalhadores expostos, principalmente à agentes químicos, mais especificamente agrotóxicos. Em 2019 Buralli et al. (2019), avaliou os riscos da exposição de trabalhadores rurais a pesticidas para saúde, constatando também a alta exposição de agricultores familiares a esses produtos químicos.

Dentre os principais riscos da exposição a fatores ocupacionais estão risco de doenças respiratórias, câncer e danos citogenéticos e ao ácido desoxirribonucleico (DNA). Múltiplas exposições físicas são capazes de aumentar o risco de perda auditiva, enquanto coexposições a riscos físicos e biomecânicos estão associadas ao aumento do risco de distúrbios osteomusculares entre trabalhadores agrícolas (NGUYEN et al., 2018).

Valores tão baixos para oportunidade de emprego para a Pr2 explicam-se pela qualificação do pessoal ocupado, sobretudo, porque maioria dos empregados são diaristas e prestam serviço apenas no sentido braçal, uma vez que o processamento não é feito de forma mecanizada. A dificuldade de países em desenvolvimento de mecanizar a produção de mandioca continua a ser uma tarefa difícil que frustra os esforços para melhorar o rendimento das colheitas e, por extensão, a prosperidade. Há fatores que prejudicaram os

esforços nessa direção, eles se relacionam diretamente com a visão tradicionalista (ADEKUNLE et al., 2016).

Santos e Rodrigues (2015) observaram que até 2010, a qualidade de trabalho na agropecuária evoluiu ao longo dos períodos estudados, apresentam assim comportamento padronizado em todas as regiões geográficas, haja vista o resultado está atribuído à dinâmica dos indicadores, a inter-relação dos indicadores pode sugerir que pode estar havendo a substituição da mão de obra ocupada, haja vista o elevado indicador de rotatividade, os quais ficaram acima de 45%. Na Pr2 esse dado está intimamente ligado à embalagem do produto, que exige uma quantidade grande de funcionários que são, quase sempre, diaristas.

Nessa dimensão destaca-se o índice de Padrão de consumo, pois ficou 90% na Pr1 e Pr2. Outrora, há de se ressaltar os índices Acesso a serviços básicos, Qualidade do emprego e Segurança e saúde ocupacional foram ficaram muito abaixo do índice de conformidade. Em relação ao acesso de serviços básicos, percebe-se fornecimento razoável em se tratando de serviços públicos, e como já era de se prever, a falta de esgotamento sanitário, água potável, coleta de lixo e posto de saúde. No Brasil, somente 54,2% dos domicílios rurais recebe esgotamento sanitário, 69,5% não recebem coleta de resíduos sólidos (FUNASA, 2017).

Em se tratando da qualidade do emprego/ocupação observam-se atendidas regras básicas constitucionais para responsáveis e empregados, como jornadas máximas de 44 horas, e trabalhadores acima de 15 anos. Nota-se também que todos os ocupantes e administradores não necessitam ou não recebem auxílios do governo, o que pode ter acarretado o valor baixo nesse índice. Valores próximos aos encontrados por Rodrigues et al. (2006).

A dimensão de valores socioculturais para os componentes estruturais Acesso à educação, Acesso a serviços básicos, Padrão de consumo, Acesso a esporte e lazer, Qualidade do emprego e Oportunidade de emprego local qualificado da Pr1 e Pr2 indicaram diferenças de 3; 4; 6; 34; 27 e 35%, respectivamente (Figura 11A e 11B). Para os componentes estruturais Conservação do patrimônio histórico e Segurança e saúde ocupacional não houve diferença entre os índices de sustentabilidade.

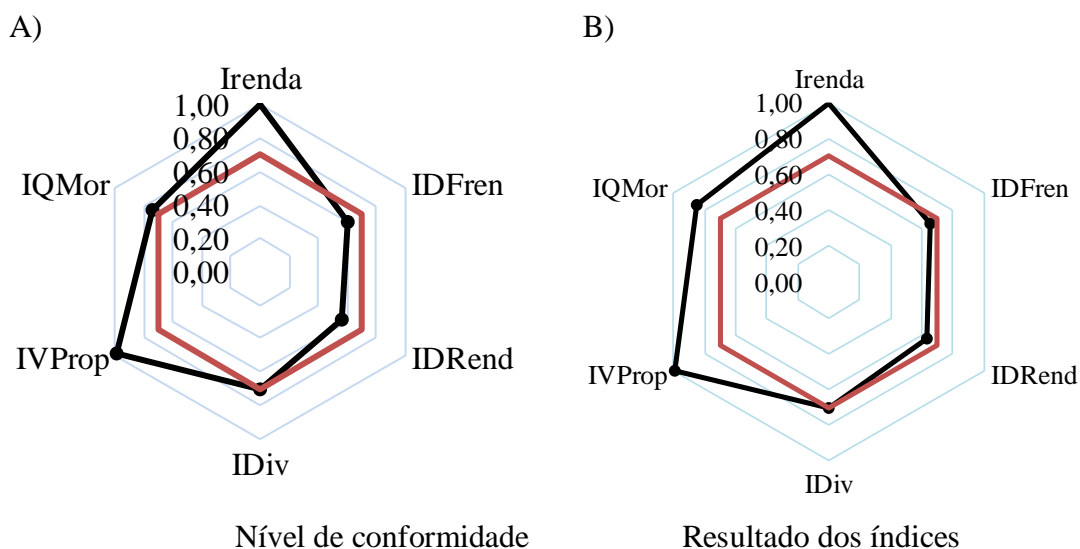
Na dimensão de valores socioculturais foi possível prover os efeitos sobre os interesses sociais das pessoas envolvidas. Para a propriedade 1 foi obtido um índice de valor sociocultural igual 0,73 e para a propriedade 2 um valor igual a 0,62, demonstrando diferença de 9% entre as propriedades (Figura 11A e B). Fatores como Acesso a esporte

e lazer, Qualidade do emprego e Oportunidade de emprego local qualificado, interferiram significativamente nessa diferença, fazendo com que o índice para a Pr2 ficasse tão baixo.

Esses índices estão interligados e resumem a dificuldade atrelada ao trabalho não mecanizado no processamento da mandioca, como comentado anteriormente, muito embora, o fator acesso a esporte e lazer esteja ligado à relação com que os proprietários têm com o trabalho, haja vista que, para a Pr1 há um engajamento familiar mais expressivo, uma vez que os filhos participam do desenvolvimento da atividade, ao contrário da Pr2. O reconhecimento e o respeito entre gerações, afeta o trabalho de manutenção dos agricultores que se aposentam e podem afetar a estratégia da fazenda, esse papel do respeito pode estar ligado à sucessão familiar (JOOSSE; GRUBBSTRÖM, 2017).

#### 5.4 Dimensão valores econômicos

Quanto aos resultados da dimensão de valores econômicos os valores de Renda líquida do estabelecimento, Diversidade das fontes de renda, Distribuição da renda, Nível de endividamento, Valor da propriedade, Qualidade da moradia demonstraram um índice de sustentabilidade para a Pr1 de 1,00; 0,60; 0,57; 0,70; 0,99 e 0,75, respectivamente (Figura 12A), já para a Pr2 o índice foi de 1,00; 0,65; 0,63; 0,70; 1,00 e 0,85, respectivamente (Figura 12B).



**Figura 12.** Componentes estruturais da dimensão econômica em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de Tendência da renda efetiva: Irenda; Índice Diversidade fontes de

renda: IDFren; Índice de Distribuição da renda: IDRend; Índice de nível de endividamento: IDiv; Índice de valor da propriedade: IVProp; Índice de Qualidade de moradia: IQMor

Acerca da diversidade de renda é observada na propriedade 1 uma mudança desde a implantação da atividade, que antes era 100% agropecuária e hoje é 30% de origem em aposentadoria e 70% em agropecuária, essa mudança ocorreria pelo envelhecimento dos proprietários. O mesmo pode ser observado na propriedade 2, com exceção das condições de empregados permanentes. Porém, embora tenha havido essa mudança nota-se baixa diversificação rural, visto um índice de 60% para a Pr1 e 65% para a Pr2.

A diversificação rural refere-se à implantação concomitante de atividades agrícolas e não agrícolas em uma propriedade, que concilia a prestação de serviços manuais ou/e emprego temporário nas indústrias tradicionais, como agroindústria (SIMÃO, 2005). Em uma pesquisa recente, de uma fazenda produtora de café, em Minas Gerais, mostrou-se que, após a diversificação da atividade houve aumento na renda familiar em até 50% quando comparada a renda de um outro produtor que não diversifica (BARBOSA et al., 2016).

Em se tratando de distribuição de renda observa-se a manutenção de salários para ambas as propriedades, desde a implantação das atividades. Para Bezerra e Schlindwein (2017) a agricultura familiar, no centro oeste brasileiro, tem grande participação na produção de alimentos para a geração de renda e também para o consumo familiar. No entanto observa-se que estes agricultores possuem uma terra com tamanhos reduzidos, fazendo com que tenham que unir atividades agrícolas e não agrícolas para aumentar seus rendimentos financeiros. Isso também poderia ser melhorado através de associação em cooperativas, que poderiam ser uma ótima alternativa para a obtenção de ganhos.

O índice Valor da propriedade, que aponta causas para a valorização ou desvalorização da propriedade apontou para a Pr1, como características positivas, mais características externas, como Valorização imobiliária e Preços de produtos e serviços. Já para a Pr2, foi vista maior valorização decorrente de fatores locais, como Qualidade e conservação dos recursos naturais.



Nas regiões sul centro-oeste de Goiás a presença de uma agricultura e pecuária mais intensas, a declividade considerada suave ondulada, a existência de uma malha viária de maior densidade, solos passíveis de correção química e a presença de grandes centros urbanos favorece na valorização do preço da terra para agricultura e pastagem., embora esses fatores, de forma mais interna possam estar ligados à disponibilidade de água, estradas de acesso, solos etc. (MACEDO, 2013).

A dimensão de valores economicos para os componentes estruturais Diversidade das fontes de renda, Nível de endividamento e Qualidade da moradia demonstrou uma diferença entre a Pr1 e a Pr2 de 5, 6%, 10% respectivamente (Figura 1A e 1B). Para os componentes estruturais Renda líquida do estabelecimento, Distribuição da renda, Valor da propriedade, não houve diferença entre os índices de sustentabilidade.

Em relação a qualidade de moradia de residentes e empregados, para a propriedade 1, observa-se que todos vivem em casa em Alvenaria sem reboco ou forro, e em um mesmo local. Já na propriedade 2, nota-se maior conforto para os proprietários, que vivem em casa com forro. Em Goiás, muitos dos produtores familiares não têm condições ou não se preocupam com o conforto de uma construção habitacional mais moderna, muitas casas encontram-se precário de conservação (SILVA; MENDES, 2012).

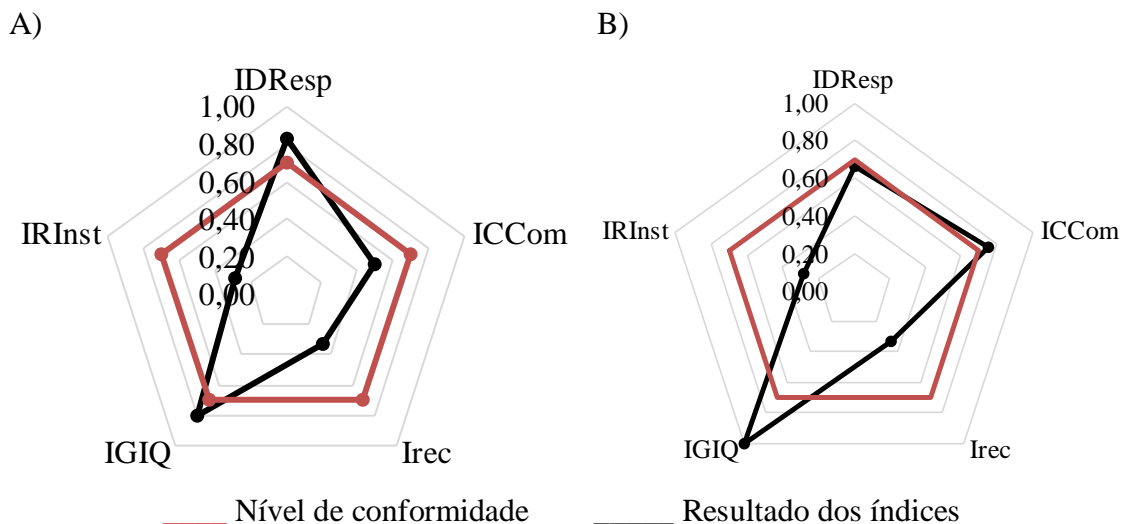
Na dimensão de valores econômicos foi possível prover os efeitos sobre os interesses sociais das pessoas envolvidas. Para a Pr1 foi obtido um índice de valor econômico igual a 0,77, e para a Pr2 um valor igual a 0,81, demonstrando diferença de 4% entre as propriedades (Figuras 12A e 12B). De maneira geral, o índice mais significativo, para esse diferença foi o da qualidade de moradia, como comentado anteriormente.

A diferenciação da dimensão econômica pode ser explicada devido à realidade de comercialização e utilização dos ganhos, como pôde ser visto, para a Pr2 o índice foi mais positivo. Na agricultura familiar os produtores enfrentam diferentes desafios para assegurar a venda da produção e a compra de insumos envolvendo a atuação de intermediários. No entanto, há de se observar que em relação às outras regiões, os agricultores do Centro-Oeste avaliaram a renda de forma positiva em maior proporção às outras regiões do país (MEDINA; NOVAES, 2014).

## **5.5 Dimensão Gestão/administração**

A dimensão Gestão/administração foi utilizado para observar como produtores agem na tomada de decisão frente aos impactos produzidos na execução da atividade.

Aqui foi observado para a Pr1 os índices de dedicação e perfil do responsável, condição e comercialização, disposição de resíduos, gestão e insumos químicos e relacionamento institucional, apresentaram índice de sustentabilidade de 0,83; 0,50; 0,33; 0,80 e 0,29 respectivamente (Figura 13A). Para a Pr 2 os índices são 0,67; 0,75; 0,33; 1,00 e 0,29 (Figura 13B).



**Figura 13.** Componentes estruturais da dimensão econômica em função dos índices sustentabilidade no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO. Índice de dedicação e perfil do responsável: IDResp; Índice de condição de comercialização: ICom; Índice de reciclagem de resíduos: Irec; Índice de gestão de insumos químicos: IGIQ; Índice de relacionamento institucional: IRInst.

Os números mais baixos na Pr1 e na Pr2 são para os índices de disposição de resíduos e Relacionamento institucional. Para a condição de comercialização o número está desfavorável apenas para a Pr1, e isso é devido a atividade não conter alguns requisitos exigidos na metodologia, como marca própria, propaganda, encadeamento com produtos, atividades ou serviços anteriores e venda de produtos de outros produtores locais. Em um estudo sobre a comercialização agrícola na agricultura familiar, em Goiás, constatou-se que para os produtores há assimetrias de informação acerca da aquisição de insumos de produção. Constatando assim, que o conhecimento do preço por parte dos produtores é a chave do sucesso na atividade comercial (ZIDORA; WANDER, 2015).

A disposição de resíduos foi o pior item para ambas as propriedades, e obteve esse resultado principalmente quanto a disposição de resíduos domésticos, resultado próximo ao encontrado por Rodrigues et al. (2006). Em ambas as propriedades se observa

que, ora os resíduos domésticos são queimados ora enterrados. Dentre os vários fatores que influenciam esse índice está a renda familiar, no estudo de Wang et al. (2018) que correlacionou os comportamentos de descarte de resíduos domésticos dos residentes rurais em países subdesenvolvidos com o nível de desenvolvimento local, segundo eles, quanto maior a renda per capita melhor a gestão dos resíduos.

O relacionamento institucional, item baixo para ambas, pode ser explicado pela baixa oferta de serviços institucionais que poderiam melhorar a gestão da atividade, tais como, falta de assessoria legal, falta de treinamento e filiação tecnológica. Outrora, verifica-se a assessoria técnica de institutos federais a algumas propriedades do assentamento. Outro fator importante para melhorar a gestão dos agricultores familiares é estabelecer uma estratégia produtiva e organizacional específica, como escolha de tecnologias, integração de mercado e sua organização social (MEDINA et al., 2015).

Ainda, há de se considerar, que nessa dimensão, para os componentes estruturais dedicação e perfil do responsável, condição e comercialização, apresentaram um índice de sustentabilidade da Pr1 e Pr2 indicaram diferença de 16 e 25%. Não houve diferença para elementos de disposição de resíduos, gestão e insumos químicos e relacionamento institucional,

Para o índice Dedicação e perfil responsável, foi observada maior dedicação à atividade desempenhada na propriedade 1, comparada à propriedade 2. Ao contrário do que é vista quanto a dedicação à atividade, em relação às condições de comercialização, a propriedade 2 tem melhor engajamento, frente às condições que valorizam o produto produzido, como, ter marca própria, e a venda de produtos de outros produtores locais. A dificuldade na comercialização dos produtos oriundos da Pr1, hortaliças, podem estar relacionados às perdas pós-colheita, impactando no preço final (GUERRA et al., 2018).

Na dimensão Gestão/administração foi possível prover para a Pr1, um índice de valor econômico igual 0,69, e para a Pr2 um valor igual a 0,76, demonstrando diferença de 7% entre as propriedades (Figura 13 A e B). Em comparação com as outras dimensões essa foi a que apresentou índices com os valores mais baixos, e isso pode estar ligado, tanto a quantidade de índices, que foi menor nessa dimensão, quanto pela forma com que esses produtores compram seus insumos e vendem seus produtos, sendo reflexo da gestão empregada.

Na agricultura familiar a forma com que é gerenciada a atividade, muitas vezes apresenta resultados deficientes. Decisões que visem fortalecer a prestação de serviços na fazenda devem ser vulneráveis às percepções do agricultor e podem precisar considerar

o uso de estratégias inerentes para diferentes tipos de agricultores, e uma produção mais diversificada (TEIXEIRA et al., 2018). Dá para perceber, através do estudo de Nassar & Elsayed (2018), o quanto essa dimensão influência sobre todas as outras, uma vez que, mal gerida, uma propriedade, pode causar impactos em diversas esferas.

## 5.6 Índice de Impacto ambiental

De maneira geral os índices de impacto ambiental apresentaram valores quase que idênticos para ambas as propriedades, com 77% para a Pr1 e 74% para a Pr2. Os índices de Sustentabilidade de maneira geral em um conjunto de dados obtidos em vários estudos de caso ficaram dentro do intervalo de valores de 0,61 –0,80 (RODRIGUES et al., 2010). (Tabela 9).

**Tabela 9.** Índices de Impacto ambiental para cada dimensão nas Propriedades 1 (Pr1) e 2 (Pr2)

Dimensão	Pr1	Pr2
Ecologia da Paisagem	0,75	0,73
Qualidade ambiental - Atmosfera	0,85	0,85
Qualidade ambiental - Água	0,92	0,92
Qualidade Ambiental - Solo	0,67	0,58
Valores Socioculturais	0,73	0,62
Valores Econômicos	0,77	0,81
Gestão/administração	0,69	0,76
Índice de Impacto Ambiental da Atividade	0,77	0,76

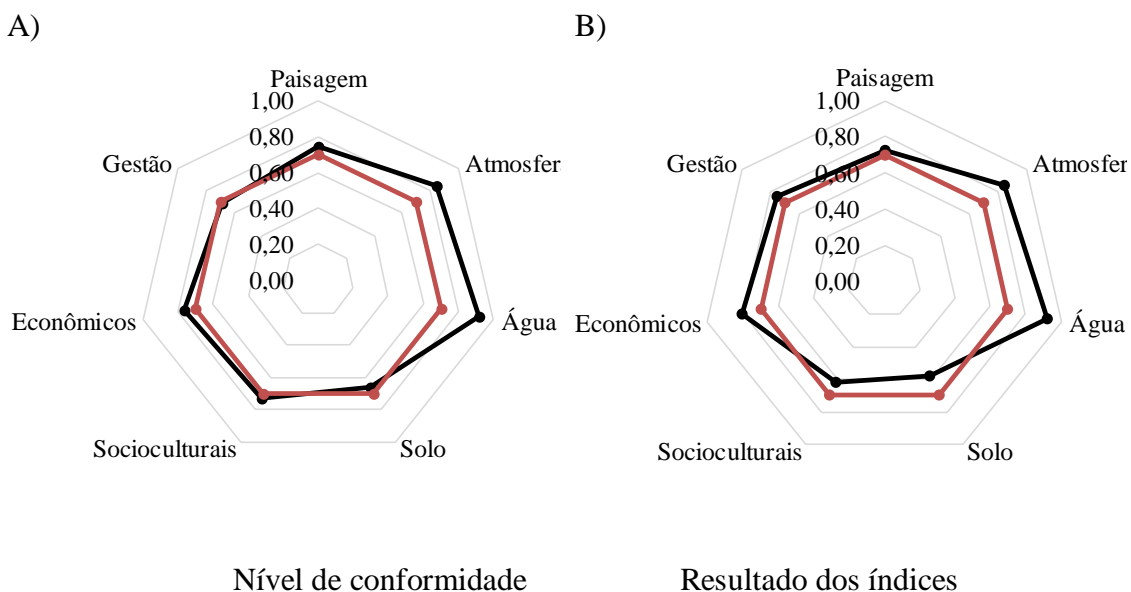
Os principais problemas enfrentados pelo Sítio JF foram para a “qualidade ambiental do solo” e “Gestão/administração”. Quanto a qualidade do solo houve baixos valores para os índices fósforo, potássio acidez potencial e volume de bases. Para a Gestão/administração os índices mais baixos foram para a Condição de comercialização, Reciclagem de resíduos e Relacionamento institucional. Porém, de maneira geral, essa foi a propriedade com melhores índices, sobretudo sobre as dimensões qualidade ambiental da água e qualidade atmosférica. (Figura 14A).

Para Sítio JF é importante rever a gestão de comercialização, parcerias com empresas de assistência técnica, como a Embrapa, auxiliando nos processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização das atividades e dos serviços agropecuários, através de soluções tecnológicas e acesso às políticas públicas (MAPA, 2018).

Em relação ao Sítio Cabeceira as dimensões mais deficientes foram também de qualidade do solo, com problemas iguais aos do Sítio JF e na dimensão Valores Socioculturais. Quanto à segunda dimensão, os índices problemáticos foram: Acesso a serviços básicos, acesso a esporte e lazer, Qualidade do emprego, Segurança e saúde ocupacional e Oportunidade de emprego local qualificado. (Figura 14B)

No Sítio Cabeceira um fator que pode ter contribuído para os baixos índices na dimensão Valores socioculturais deve-se à gestão dos serviços, sugere-se então mecanização dos serviços, para que possa melhorar a mão de obra e consequente qualidade de vida de moradores e colaboradores.

Em ambas as propriedades se indica correções de pH e aplicação de nutrientes, o que pode configurar melhorar nos índices de macronutrientes.



**Figura 14** - Desempenho ambiental das dimensões de avaliação no Sítio JF (A) e Sítio Cabeceira (B) no Assentamento Vaianópolis, Rio Verde - GO.

## 6 CONCLUSÃO

As dimensões Ecologia da Paisagem, Qualidade ambiental do ar e da água e valores econômicos estão dentro dos níveis de conformidade para um correto desenvolvimento sustentável em ambos os Sítios estudados.

Os dois sítios estudados apresentaram baixos índices para a qualidade ambiental do solo. O sítio Cabeceira apresentou os melhores índices para gestão/administração em

comparação com o Sítio JF; por outro lado, o sítio JF apresentou os melhores índices sociocultural em comparação ao Sítio Cabeceira.

Em função da enorme quantidade de parâmetros de entrada, o sistema apoio novo rural apresentou indicadores confiáveis para avaliação de impacto ambiental.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEKUNLE, A; OSAZUWA, P; RAGHAVAN, V. Socio-economic determinants of agricultural mechanisation in Africa: A research note based on cassava cultivation mechanisation. **Technological Forecasting & Social Change**, v.112, p.313-319, nov. 2016.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **American Public Health Association**; Ed.: 22<sup>nd</sup>, 5 de jan. de 2012.

AVIGLIANO, E; SCHENONE, F. N. Human health risk assessment and environmental distribution of trace elements, glyphosate, fecal coliform and total coliform in Atlantic Rainforest mountain rivers (South America). **Microchemical Journal**, v.122, p.149-158, Set, 2015.

AWWA - American Water Works Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **American Public Health Association**; Ed.22<sup>nd</sup>, Revised ed. 5 de janeiro de 2012

AWOTWI, A; BEDIAKO, M. A; HARRIS, E; FORKUNO, E. K. Water Quality Changes Associated with Cassava Production: Case Study of White Volta Basin. **Heliyon**, v.2, p. e00149, ago, 2016.

BARBOSA, P. J. F; MENDONÇA, J. C. A; CASAROTTO, E. L; MACHADO, R. R; ALMEIDA, V. L; VITORINO FILHO, V. A. A importância da diversificação agrícola como complemento na renda familiar na região de Manhuaçu-MG. **Revista Científica Rural**, v.20, n35, 2016.

BATISTA, N. J. C; CAVALCANTE, A. A. C. M; OLIVEIRA, M. G; MEDEIROS, E. C. N; MACHADO, J. L; EVANGELISTA, S. R; DIAS, J. F; SANTOS, E. E. I; DUARTE, A; SILVA, F. R; SILVA, J. Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities. **Chemosphere**, v.164, p.134-141, dez, 2016.

BAUER, S. E; TSIGARIDIS, K; MILLER, R. Significant atmospheric aerosol pollution caused by world food cultivation. **Geophysical Research Letters**, p.717, mai. 2016

BERNUÉS, A; ORTEGA, T. R; ALFNES, F; CLEMETSEN, M; EIK, O. L. Quantifying the multifunctionality of fjord and mountain agriculture by means of sociocultural and economic valuation of ecosystem services, **Land Use Policy**, v.48, p.170-178. nov. 2015

BEZERRA, G. J; SCHLINDWEIN, M. M. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 1, p. 3-15, jan./mar. 2017.

BOT, A.; BENITES, J. The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food production. **FAO Soils Bulletin**, p.80, 2005.

WARD, M. H; JONES, R. R; BRENDER, J. D; KOK, T. M; WEYER, P. J; NOLAN, B. T; VILLANUEVA, C. M; BREDA, S. G. V. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. v.15, p.1557, 2018.

BURALLI, R. J; RIBEIRO, H; LEÃO, R. S; MARQUES, R. C; REMY, J; GUIMARÃES, D. Data on pesticide exposure and mental health screening of family farmers in Brazil. **Data in Brief**. v.25, p.103993, ago 2019.

BURCHFIELD, E. K; NELSON, K. S; SPANGLER, K. The impact of agricultural landscape diversification on U.S. crop production. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.285, dez 2019.

BRASIL, **Lei Federal nº 12.651**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; (...) e dá outras providências, Brasília, Diário Oficial da União, n.º102, Seção 1 -, p.1 a 8. 25 de maio de 2012

BRASIL, **LEI Nº 11.326**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 185º da Independência e 118º da República. 24 de jul de 2006.

BRASIL. **Lei Nº 6.938**, Política Nacional do Meio Ambiente. 1981. 31 de Ago de 1981.

BRASIL. **Portaria INCRA/SR-04**, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Tabela de módulo fiscal dos municípios. nº 017 de 20 de março de 1998, retificação, 15 de outubro de 2018.

CAPISTROS, F. B; HUGÉ, J; KOEDAM, N. Environmental impacts on the Galapagos Islands: Identification of interactions, perceptions and steps ahead. **Ecological Indicators**. v.38, p.113-123. mar, 2014.

CHANG, F. J; HUANG, C. W; CHENG, S. T; CHANG, L. C. Conservation of groundwater from over-exploitation—Scientific analyses for groundwater resources management. **Science of The Total Environment**, v.598, p.828-838, nov. 2017.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº001**. Brasil. 23 de jan. de 1986.

CONAMA. **Resolução nº 357**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005

DAMALAS, C. A; TELIDIS, G. K; THANOS, S. D. Assessing farmers' practices on disposal of pesticide waste after use. **Science of The Total Environment**, v.390, p.341-34515, Fev 2008.

DEMATTE FILHO, L. C.; PEREIRA, D. C. de O.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; MENDES, C. M. I. Gestão ambiental de atividades rurais no polo de agricultura natural de Ipeúna, SP. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, São Paulo, p.41-48. 2014.

DEVIDE, A. C. P. Plantio direto de mandioca no vale do Paraíba-SP. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento**. Pindamonhangaba-SP, ago. 2012

DERISIO, J. Introdução ao controle de poluição ambiental. **Oficina de Textos**. 2016

FATH, B. D. **Enciclopédia da Ecologia**, Elsevier 2ª edição, 2019

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de. Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos. **Embrapa Meio Ambiente**. 2006.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Panorama do Saneamento Rural no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>. Acesso em 16 de junho de 2019.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; FERREIRA, D.F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.651-660, 2010.

Franchini, M; Mannucci, P. M. Mitigation of air pollution by greenness: A narrative review. **European Journal of Internal Medicine**. v.55, p.1-5. Set. 2108

FROEHLICH, A. G; MELO, A. S; SAMPAIO, B. Comparing the Profitability of Organic and Conventional Production in Family Farming: Empirical Evidence From Brazil. **Ecological Economics**, p. 307-314. 2018.

GARRET, R. D; KOH, I; LAMBIN, E. F; WAROU, Y. P; KASTENS, J. H; BROWN, J.C. Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. **Global Environmental Change**. v.53, p. 233-243. Nov. 2018.

Giannadaki, D; Giannakis, E; Pozze, A; Lelieveld, J. Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture. **Science of the Total Environment**. V. 622–623, p. 1304-1316, maio de 2018.

GUERRA, A. M. N. M; SANTOS, D. S; SILVA, P. S; SANTOS, L. B. Perfil dos consumidores de hortaliças em feira livre na cidade de Barra, BA. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.12, n°4, p.39-45, dez. 2018.

GRAIPEL, M. E; CHEREM, J. J; BOGONI, J. A; PIRES, J. S. R. Características associadas ao risco de extinção nos mamíferos terrestres da mata atlântica. **Oecol**. p. 81-108, Aust., 2016.



HASHIM, K. S; KHADDAR, R. A; JASIM, N; JASIM, N; SHAW, A; PHIPPS, D; KOT, K; PEDROLA, M. O; ALATTABI, A. W; ABDULREDHA, M; ALAWSH, R. Electrocoagulation as a green technology for phosphate removal from river water. **Separation and Purification Technology**, v.210, p.135-144, fev. 2019.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Tabela de módulo fiscal dos municípios**. 2013. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/> . Acesso em 31 de dez de 2017.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. <http://clima.cptec.inpe.br/>. Acesso de 15 de mar de 2019.

IUCN - Red List Of Threatened Species. **International Union For Conservation Of Nature**, 2010. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 12 julho 2019.

JIMÉNEZ, D. E. F; CARBAJAL, N; SILLER, M. A; RIVERA, N. A; FUENTES, G. A; GALARZA, A. A; GARCIA, A. R. Atmospheric dispersion of methane emissions from sugarcane burning in Mexico. **Environmental Pollution**, v.250, p. 922-933, Jul 2019.

JOOSSE, S; GRUBBSTRÖM, A. Continuity in farming - Not just family business. **Journal of Rural Studies**. v.50, p.198-208, fev. 2017.

JOUANNEAU, S; RECOULES, L; DURAND, M., BOUKABACHE, A., VINCENT, P., PRIMAULT, Y; LAKEL, A; SANGELIN, M; THOUAND, G. Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review. **Water Research**, v.49, p. 62-82. 2014.

KLEIN, C; AGNE, S. A. A; Fósforo: de nutriente à poluente!. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.8, nº 8, p. 1713-1721, set-dez, 2012.

KORNILAKI, M; FONT, X. Normative influences: How socio-cultural and industrial norms influence the adoption of sustainability practices. A grounded theory of Cretan, small tourism firms. **Journal of Environmental Management**. v.230, 15, p.183-189. Jan, 2019.

LAURENTIIS, V; SECCHI, M; BOS, U; CHIFRE, R; LAURENT, A; SALA, S. Soil quality index: Exploring options for a comprehensive assessment of land use impacts in LCA. **Journal of Cleaner Production**, v.215, p. 63-74. 2019.

LI, L; TIETZE, D. T; FRITZ, A; LÜ, Z, BÜRGI, M; STORCH, I. Rewilding cultural landscape potentially puts both avian diversity and endemism at risk: A Tibetan Plateau case study. **Biological Conservation**. v.224, p.75-86, ago de 2018.

MACEDO, F. C. **Mapeamento do preço da terra no estado de goiás com o uso de geoestatística**. 129 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, 2013.

MADER M; SCHMIDT C; VAN GELDERN, R; BARTH J. Geologia Química, **Elsevier BV**, v.473, p.10-21, 2017.

MAGALHÃES, A. C. M. **Adubação orgânica com base na taxa de mineralização de nutrientes do composto orgânico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará – UFC. p.83. 2018.

MANICKAM, V; MURALI, K; SHAH, A. Davergave, Environmental management practices and engineering science: A review and typology for future research. **Integrated Environmental Assessment and Management**. v.10, n° 2, p. 153–162. 2013.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo**. Ater: transformando vidas no campo. nov de 2018. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/ater-transformando-vidas-no-campo>. Acesso em: 01 de set de 2019.

MARTINELLI, G. C., SCHLINDWEIN, M. M., PADOVAN, M. P., VOGEL, E., RUVIARO, C. F. Environmental performance of agroforestry systems in the Cerrado biome, Brazil. **World Development**. v.122, p. 339-348. Out. 2019

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. **Agricultura familiar do Brasil é 8ª maior produtora de alimentos do mundo**, 2018. Disponível em: <http://www.mda.gov.br>. Acesso em 02 de Out de 2018.

MEDINA, G; ALMEIDA, C. A. P. L; NOVAES, E; GODAR, J; POKORNY, B. Development Conditions for Family Farming: Lessons From Brazil. **World Development**. v.74, p.386-396. 2015

MEDINA, G; NOVAES, E. Percepção dos agricultores familiares brasileiros sobre suas condições de vida. **Interações**, Campo Grande, v. 15, n. 2, p. 385-397, jul./dez. 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite**. <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biomas/category/62-Cerrado.html>. 2015

MOTTES, C; JANNOYER, M. L; BAIL, M. L; GUÉNÉ, M; CARLES, C; MALÉZIEUX, E. Relationships between past and present pesticide applications and pollution at a watershed outlet: The case of a horticultural catchment in Martinique, French West Indies. **Chemosphere** v.184, p.762-773. out, 2017.

NASSAR, D. M; ELSAYED, H. G. From Informal Settlements to sustainable communities. **Alexandria Engineering Journal**, v.57, p.2367-2376, Dez. 2018.

NEPA - National Environmental Policy Act. **"Carta Magna" das leis ambientais federais dos Estados Unidos**. 1970. Disponível em: <https://ceq.doe.gov/>. Acesso em 02 de janeiro de 2019.

NGUYEN, T. H. Y; BERTIN, M; BODIN, J; FOUQUET, N; BONVALLOT, N; ROQUELAURE, Y. Multiple Exposures and Coexposures to Occupational Hazards Among Agricultural Workers: A Systematic Review of Observational Studies. **Safety and Health at Work**. v.09, p.239-248. set, 2018.

OMS - **Organização Mundial da Saúde**. OMS alerta que poluição do ar mata 600.000 crianças ao ano. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em 30 de agosto de 2018.

PEARSON, S. M. Landscape Ecology and Population Dynamics. **Encyclopedia of Biodiversity** (Second Edition), 488-502. 2013

PEREIRA, B. A. S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Trop. v. 41, n. 3, p. 446-455, jul./set. Goiânia, 2011.

PERMINOVA, T; LARATTE, B; SIRINA, N; BARANOVSKAYA, N. V; RIKHVANOV, L. Methods for land use impact assessment: A review. **Impact Assessment Review**. v.60, p.64-74, set, 2016.

REYES, J. S; FUETSCH, E. The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. **Journal of Rural Studies**, v.47, p.117-140, Out. 2016.

RODRIGUES, G. S; CAMPANHOLA, C; RODRIGUES, I; FRIGHETTO, R. T; VALARINI, P; RAMOS FILHO, L. O. Gestão ambiental de atividades rurais: estudo de caso em agroturismo e agricultura orgânica, **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.53, n.1, p. 17-31, jan./jun. 2006

RODRIGUES, G. S; CAMPANHOLA, C; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, p.219 – 244. 2003

RODRIGUES, I. A. **Sorção e desorção e mineralização de pesticidas classificados como prioritários em solos do município de Rio Verde, Goiás**. Instituto Federal Goiano. Dissertação (mestrado), IFG - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, p.89, Rio Verde, 2016

RODRIGUES, G. S; RODRIGUES, I. A; BUSCHINELLI, C. D; BARROS, I. D. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**, p.229-239. 2010.

ROSOLEN, V; CAMPOS, A. B; GOVONE, J. S; ROCHA, C. Contamination of wetland soils and floodplain sediments from agricultural activities in the Cerrado Biome (State of Minas Gerais, Brazil). **Catena**. v.128, p. 203-210, mai. 2015.

SABIHA, N. E., SALIM, R., RAHMAN, S; RUBZEN, M. F. Measuring environmental sustainability in agriculture: A composite environmental impact index approach. **Journal of Environmental Management**, p.84-93. Out. 2016

SANTOS, J. M.; RODRIGUES, C. P. B. Avaliando a qualidade do emprego na agropecuária brasileira: uma abordagem regional recente. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 17, n. 31, p. 9-19, jan./jun. 2015.

SANCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental. **Oficina de Textos**, 2015.

- SAPA. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Rio Verde, GO. 2019
- SPERA, S; Galford, G; Coe, M. T; MACEDO, M. N. Land-Use Change Affects Water Recycling in Brazil's Last Agricultural Frontier. **Global Change Biology**. Mar 2016.
- SERRA, A. B; Indicadores de sustentabilidade do solo em sistemas alternativos ao uso do fogo, baseados nos princípios da agroecologia, desenvolvidos por agricultores familiares na região da rodovia transamazônica – oeste do Pará. Dissertação (mestrado). **Universidade Federal do Pará**. p.85, Belém, 2005.
- SIMÃO, A. A. Diversificação como alternativa para o desenvolvimento da agropecuária familiar sul mineira. **UFL - Universidade Federal de Lavras**. Dissertação (Mestrado). Lavras. 2005.
- SILVA, J. M; MENDES, E. P. P. Desafios dos agricultores familiares nas comunidades rurais cruzeiros dos martírios e paulistas, Catalão (GO). **Revista Formação Online**, n. 19, v. 2, p. 32 -50, jul/dez., 2012
- SOUZA BASTOS, L. R; BASTOS, L. P; CARNEIRO, P. F; GUILOSKI, I. C; ASSIS, H. C; PADIAL, A. A; FREIRE, C. A. Evaluation of the water quality of the upper reaches of the main Southern Brazil river (Iguaçu river) through in situ exposure of the native siluriform *Rhamdia quelen* in cages. **Environmental Pollution**, p. 1245-1255. 2017
- SPELLERBERG, I. F; FEDOR, P.J. Shannon–Wiener Index. **Encyclopedia of Ecology**. p.3249-3252. 2008
- SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora **UFMG** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.
- STEINIGER, S; HAY, G. J. Free and open source geographic information tools for landscape ecology. **Ecological Informatics**, v.4, Issue 4, p.183-195. Set. 2009
- TARAZONA, J. V. Ecological Exposure Limits and Guidelines. **Reference Module in Biomedical Science**. Encyclopedia of Toxicology (Third Edition) p. 268-271, 2014
- TAKI, M; SOHEILI-FARD, F; ROHANI, A; CHEN, G; YILDIZHAN, H. Life cycle assessment to compare the environmental impacts of different wheat production systems. **Journal of Cleaner Production**. v.197, p.195-2071, out. 2018.
- TEIXEIRA, H. M; VERMUE, A. J; CARDOSO, I. M; CLAROS, M. P; BIANCHI, F. J. Farmers show complex and contrasting perceptions on ecosystem services and their management. **Ecosystem Services**, v.33, p.44-58, out. 2018.
- TOADER, M; ROMAN, G. V. Family Farming – Examples for Rural Communities Development. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v.06, p.89-94. 2015
- VIEIRA, R. R. S; PRESSEL, R. L; LOYOLA, R. The residual nature of protected areas in Brazil. **Biological Conservation**. v.233, p.152-161. Mai. 2019.

VLIET, V. J. A; SCHUT, A. G. T; REIDSMA, P; DESCHEEMAEKER, K; SLINGERLAND, M; VEN, G. W. J. V; GILLER, K. E; De-mystifying family farming: Features, diversity and trends across the globe. **Global Food Security**, v.5, p.11-18, June 2015

WANG, F; CHENG, Z; REISNER, A; LIU, Y. Compliance with household solid waste management in rural villages in developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v.202, p.293-298. 2018

WWF - World Wide Fund for Nature. **Ameaças ao Cerrado**. 2018. Fonte: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/biomas/bioma\\_Cerrado/bioma\\_Cerrado\\_ameacas/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_Cerrado/bioma_Cerrado_ameacas/). Acesso em 03 de novembro de 2018.

ZHU, C; LI, N. Study on indoor air quality evaluation index based on comfort evaluation experiment. **Procedia Engineering**, v.215, p.2246-2253. 2017

ZIDORA, C. B. M; WANDER, A. E. Efeitos da assimetria de informação na comercialização agrícola da agricultura familiar em Goiânia-GO. **Revista Eletrônica de Economia da Universidade Estadual de Goiás**, Anápolis-GO, vol. 11, nº 01, p.41-55 Jan./Ago. 2015.