

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GABRIEL ALVES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLOERESTAL E SEUS
IMPACTOS NA VEGETAÇÃO**

Monte Carmelo

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GABRIEL ALVES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLOERESTAL E SEUS
IMPACTOS NA VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Silva Siquieroli

Monte Carmelo

2022

GABRIEL ALVES DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLOERESTAL E SEUS
IMPACTOS NA VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 12 de agosto de 2022

Banca Examinadora

Profa. Dra. Ana Carolina Silva Siquieroli
Orientadora

Agrônomo Daniel Mundim Porto Pena
Membro da Banca

Me. Samuel Lacerda de Andrade
Membro da Banca

MONTE CARMELO
2022

Dedico

Aos meus pais, Marcelo e Vaneide, por todo apoio
e esforço durante essa fase da minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
PALAVRAS- CHAVE	5
1INTRODUÇÃO.....	6
2 JUSTIFICATIVA	7
3 OBJETIVO	8
4 REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Sistemas agroflorestais	8
4.2 Os SAFs e a agricultura familiar	8
4.3 Sensoriamento Remoto.....	9
4.4 Índices de vegetação.....	10
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
5.1 Região e características da área.....	10
5.2 Aquisição de imagens.....	11
5.3 Ferramentas utilizadas	12
5.4 Método.....	12
6 RESULTADOS E DICUSSÃO	14
6.1 2007	14
6.2 2011	15
6.3 2013	15
6.4 2016	16
6.5 2017	16
6.7 2019	17
6.8 2020	18
7 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	21

RESUMO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma metodologia de cultivo que possibilita cultivar em um mesmo ambiente diferentes espécies e portes de planta, de forma que se consiga obter produção aliada a um melhor aproveitamento de espaço e um menor impacto ambiental. Estudos têm sido desenvolvidos buscando melhorar o planejamento, a execução de sua implantação e averiguar os benefícios proporcionados por esses sistemas. As tecnologias de sensoriamento remoto já são amplamente empregadas na agricultura de grande escala e agregam resultados interessantes aos conhecimentos que temos sobre áreas plantadas, porém escassos em SAFs. Assim, esse trabalho tem como objetivo apresentar, por meio do uso de sensores de imagem passivos, como um sistema agroflorestal se forma e impacta a vegetação ao longo do tempo desde a sua implantação. A aquisição das imagens foi realizada por meio do catálogo do Google Earth Pro®. Para o processamento utilizou-se o QGIS 3.24.3 com os plugins QuickMapServices e GDAL 3.4.3. Após essa etapa, por meio do Google Earth Pro®, foram realizadas as análises com imagens dos anos de 2007, 2011, 2013, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, de acordo com os arquivos disponíveis no banco de dados. Também foi utilizada a calculadora raster do próprio QGIS para calcular os índices vegetativos GLI e VARI. Posteriormente, foi realizada a limiarização binária por meio do plug in LF tools utilizando conjuntos de pixels como referência para a classificação da área e obtenção das porcentagens de ocupação de vegetação. Foi possível observar o quanto o uso e ocupação de uma área pode ser afetado de acordo com a vegetação existente sobre ele. Ambos os índices apresentaram um comportamento semelhante nas análises, sendo que as taxas mais altas de ocupação ocorrem a partir de 2017 com o início da implantação do SAF. Mesmo após sua instalação ocorreram variações de cobertura vegetal, devido aos manejos de poda e ao regime de chuvas na região que influenciam diretamente no vigor da área. Mesmo com essas variações o microclima e a estabilidade do sistema não sofreram grandes alterações.

PALAVRAS- CHAVE: Sensoriamento remoto, agroflorestas, satélite.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais também chamados de SAFs, são sistemas de cultivo complexos, geralmente formado por árvores e outras espécies vegetais, podendo ser consorciados com culturas anuais e perenes e/ou criação animal simultaneamente (NAIR, 1985).

Por conta dos processos de formação os SAFs acabam expressando enorme potencial produtivo, mantendo a biodiversidade e minimizando os impactos ambientais causados pelas ações antrópicas envolvidas na agricultura. Dentro dos muitos benefícios atrelados aos SAFs, pode-se citar o microclima mais estável e úmido formado dentro do sistema, aumento da biodiversidade em relação microfauna, presença de polinizadores, aumento da ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo, melhora das características físicas e químicas do solo, controle de erosão, entre outros (NAIR, 1985).

A classificação dos SAFs pode ser feita de acordo com a sua composição, podendo ser: agrossilvicultura (junção de árvores com culturas agrícolas), silvopastoril (junção de pasto, animais e árvores) e agrossilvopastoril (junção de culturas agrícolas, árvores, pastos e animais). Os SAFs geralmente são implantados visando alguma finalidade ou objetivo produtivo. Essa característica também pode ser utilizada para classificar os sistemas, podendo ser levada em consideração as condições socioeconômicas e tecnológicas do produtor, relações comerciais e custo benefício do sistema (NAIR, 1985).

Geralmente, para despertar o interesse dos produtores em adotar essa prática ela deve proporcionar benefícios muito claros para a produção, o que conseqüentemente gera um melhor retorno financeiro associado a melhor conservação dos recursos naturais e menor impacto ambiental (CARDOSO et al., 2001).

Sensoriamento remoto refere-se ao uso dos sensores ativos ou passivos alocados em plataformas orbitais, como satélite, ou em plataformas terrestres, como aeronaves que podem ser tripuladas ou não. Esses sensores permitem a obtenção de informações a partir da energia refletida podendo ser a luz solar ou de tecnologias como o radar. Essa característica explica o termo remoto, já que a obtenção de dados não depende necessariamente do contato físico entre o sensor e o objeto na superfície (FLORENZANO, 2011).

A radiação eletromagnética é a principal chave para o funcionamento dos sensores, que surgem a partir da interação da energia emitida com a matéria. Assim, a propagação das ondas emitidas pela radiação eletromagnética viaja por meio da luz com aceleração e cargas variáveis

em diferentes comprimentos de onda, o que fundamenta o espectro eletromagnético (FLORENZANO, 2011).

Quando se fala na aplicação do sensoriamento remoto para observação da vegetação são levados em consideração diversos fatores como estágio de crescimento da planta, propriedades do solo, sanidade da planta, entre outros. Alterações nesses fatores afetam a refletância da radiação eletromagnética fazendo com que as alterações sejam evidentes quando observadas por meio de sensoriamento remoto (LIU, 2007).

Os índices vegetativos são obtidos a partir da relação entre uma expressão matemática e as bandas multiespectrais de uma imagem, geralmente as correspondentes ao espectro visível que são as bandas vermelho, verde e azul. Esses índices, por sua vez, têm como principal característica realçar o verde das imagens, aumentando o contraste entre a vegetação e o solo, melhorando o aspecto visível da vegetação presente na área (SILVA et al., 2019).

A tecnologia de avaliação por imagem tem sido amplamente empregada na agricultura para avaliação de impacto ambiental, uniformidade de lavoura, nutrição de planta e cobertura de solo (SILVA et al., 2019).

2 JUSTIFICATIVA

A crescente demanda por uma agricultura mais sustentável e com menor impacto ambiental torna-se necessária a busca por práticas que otimizem o aproveitamento da terra e promovam um ambiente mais equilibrado e biologicamente diversificado.

Os sistemas agroflorestais são o melhor exemplo de sistemas biodiversos com finalidades produtivas. São planejados para agrupar plantas de diferentes portes e tipos formando um sistema complexo que pode ser consorciado com culturas agrícolas e criação de animais. Esses sistemas têm suas particularidades como o microclima, os altos níveis de umidade e fertilidade do solo elevada.

Com o aumento e popularização dos SAFs principal entre a agricultura familiar, torna-se necessário estudos para compreensão do quanto as tecnologias já utilizadas na agricultura convencional são aplicáveis aos sistemas agroflorestais, entre elas a observação por meio de imagens de satélite e as práticas de avaliação utilizando metodologias da agricultura de precisão, que acabam proporcionando dados importantes para entender o desenvolvimento do sistema.

Diante disso, esse trabalho tem grande importância por contribuir com informações referentes aos impactos causados com a implantação de um sistema agroflorestal, quando

observado ao longo de sua evolução, por meio da aplicação de uma metodologia de observação simplificada e demonstrativa para o pequeno produtor.

3 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar, por meio do uso de sensores de imagem passivos, como um sistema agroflorestal se forma e impacta na ocupação da vegetação em um espaço ao longo do tempo desde a sua implantação.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Sistemas agroflorestais

Gama Rodrigues (2006) define os SAFs como alternativas de uso e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas e frutíferas estão em associação com culturas agrícolas, podendo ser simultaneamente ou em sucessão temporal.

As espécies arbóreas desempenham um importante papel na interceptação de água das chuvas e melhoria da infiltração da água no solo, diminuindo os efeitos da evapotranspiração e em decorrência do acúmulo de matéria orgânica. Nesses sistemas as condições de microclima se tornam adequadas para o desenvolvimento da microbiota do solo e microfauna, garantido um sistema mais equilibrado (CORREIA; ANDRADE, 2004).

Com uma abordagem voltada para a produtividade, os sistemas agroflorestais apontam benefícios como a exploração controlada de madeira, produção de alimentos, cultivo de culturas perenes e anuais, criação animal entre outras, associadas a um menor impacto ambiental e aumento da biodiversidade (WODA, 2009).

4.2 Os SAFs e a agricultura familiar

A agricultura familiar é um dos principais segmentos da agricultura brasileira e é o segmento mais fragilizado em capacidade técnica e em questões de inserção de mercados agropecuários.

O reconhecimento da agricultura familiar foi exponencial nos últimos 20 anos e Picolotto (2015) apoia o crescimento dessa classe em três formas principais e distintas, porém complementares entre si. A primeira forma diz respeito ao aumento da importância política e dos atores que se constituíram como seus representantes; a segunda refere-se ao reconhecimento

institucional propiciado pela definição de espaços no Estado, criação de políticas públicas e pela Lei da Agricultura Familiar; e a terceira forma vem do trabalho de reversão das valorações negativas que eram atribuídas a este modelo de agricultura, tais como: atrasada, ineficiente e inadequada.

Segundo Baiardi e Alencar (2015) a agricultura familiar se tornou mais vulnerável e instável por não apresentar determinantes de mercado tão óbvias e tão pouco definitivas como as existentes nas grandes produções. Para o agricultor familiar existe um peso expressivo na realização da atividade por motivos afetivos ou culturais à terra, o que implica no modo de vida dessas pessoas que se encontram em um tipo de transição entre o camponês e o agricultor familiar moderno, que possui uma relação lúdica com a terra e dedica tempo e esforço físico à sua unidade de produção, sem os limites estabelecidos pelos calendários ou pelo clima.

Os dados dos censos de 1996 e 2006 trouxeram uma definição mais clara sobre o que é a agricultura familiar, que pode ser descrita como uma agricultura mais plural e diversificada caracterizada por seus sistemas agrícolas complexos e as diversas atividades que podem ser desenvolvidas nesses sistemas.

4.3 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como um conjunto de sensores que pode estar equipado em aeronaves tripuladas ou não, espaçonaves e satélites, com o objetivo de registrar e compreender processos que ocorrem na superfície do planeta, com base no registro da radiação eletromagnética e as substâncias que o compõe em suas mais diversas manifestações (NOVO, 2010)

Segundo Martone (2018) o sensoriamento remoto orbital é uma importante ferramenta para se obter dados consistentes, confiáveis e atualizados sobre os recursos florestais e vegetativos.

A tecnologia de captura de imagens utilizando sensores remotos possibilita mapear extensas áreas da Terra, apresentando uma alta resolução temporal com uma constante quantidade de revisitas, e viabilizando, portanto, o amplo uso de seus produtos para o mapeamento das formações florestais do globo ou em menores regiões (QIN et al., 2017)

Welker (2021) diz que o sensoriamento remoto pode servir também como ponto de partida para o planejamento e o uso em programas de monitoramento.

4.4 Índices de vegetação

Segundo Jiménez e López (2015), índices de vegetação podem ser definidos como algoritmos mais eficientes para destacar o verde da vegetação, e ao mesmo tempo, minimizar as variações na irradiância solar e os efeitos do substrato de um dossel de vegetação.

A finalidade dos índices de vegetação também pode ser definida com o intuito de expor melhor as características da vegetação, englobando os espectros visíveis e não visíveis do infravermelho próximo realçando o contraste entre a vegetação e o solo segundo (PONZONI e SHIMABUKURO, 2010).

Índices como GLI (Green Leaf Index), mostraram-se eficientes para realizar as avaliações e acompanhamentos de ambiente quando aplicado a sensores de alta resolução como satélites comerciais, aerofotografias. Esse pode ser aplicado em diversas avaliações e metodologias como culturas, vegetação e pastagens (SILVA et al., 2019).

Muitos autores afirmam que o uso de índices que consideram a faixa infravermelho próximo (NIR), entregam melhores resultados, porém índices como o VARI (Visible Atmospherically Resistant Index), apresenta bons resultados para avaliação de vegetação, por ter sido planejado considerando uma correção atmosférica para melhoramento dos respectivos produtos obtidos a partir do mesmo (SILVA et al., 2019).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Região e características da área

Esse estudo foi realizado no Sistema Agroflorestal do Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX) da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo-MG (18° 44' 5" S e 47° 29' 47" O, 890 metros de altitude).

O Sistema Agroflorestal presente no CADEX é conduzido pelo Núcleo Agroecológico do Cerrado Mineiro (NACEM) e é formado por espécies arbóreas como o tamboril e jambolão, frutíferas e espécies arbustivas em diferentes extratos consorciadas com cultivo de café.

A área possui aproximadamente 1255m², sendo 35m de largura 35m de comprimento. Conta com 10 linhas de café de 35 m intercaladas com linhas de árvores, plantas para adubação verde e espécies arbustivas. Teve o início de sua transição agroecológica em 2016.

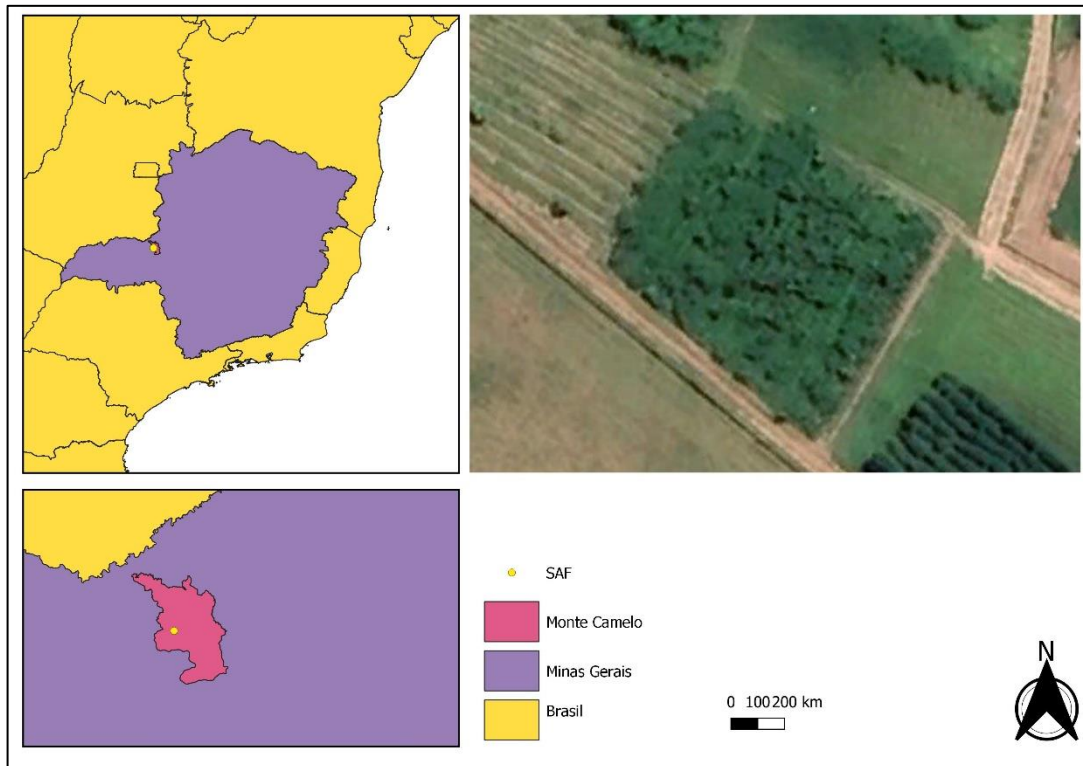


Figura 1: Mapa de localização do Sistema Agroflorestal presente no Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX) da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo-MG.

5.2 Aquisição de imagens

A aquisição das imagens para análise foi realizada por meio do catálogo do Google Earth Pro® que disponibiliza imagens provenientes da MAXAR Technologies Inc. Para o georeferenciamento das mesmas foi utilizado o complemento QuickMapService e o georreferenciador GDAL dentro do software QGIS.

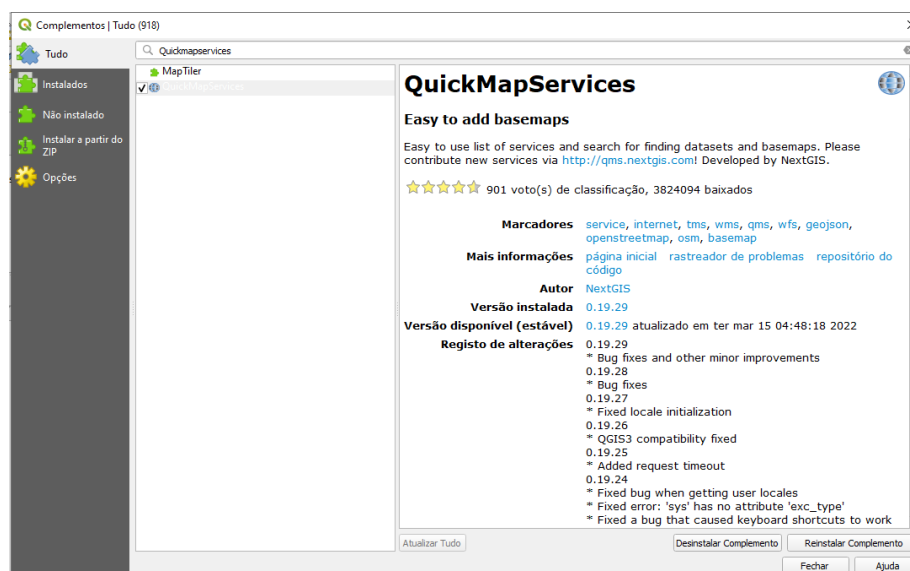


Figura 2: Plugin QuickMapServices dentro do software QGIS.

5.3 Ferramentas utilizadas

O processamento das imagens foi realizado por meio do QGIS 3.24.3 utilizando os plugins QuickMapServices e GDAL 3.4.3, sendo o plugin QuickMapServices utilizado como a fonte dos pontos de referência para o georrefenciamento das imagens e o GDAL para realização do georrefenciamento e criação do vetor utilizado como recorte da área.

Também foram utilizadas a calculadora raster do próprio QGIS para a aplicação da expressão do índice de vegetação nas imagens e o plugin LF tools para realização da limiarização binária da imagem.

5.4 Método

A escolha das imagens do banco do Google Earth Pro foi feita partindo do pré suposto que são as imagens com a melhor definição e com acesso mais simplificado que conseguimos obter para visualizar determinadas áreas que ocupam pequenos espaços. A partir disso foi utilizado o Quick MapServices que utiliza o mesmo banco de imagens para a obtenção de pontos geográficos para as imagens salvas a partir do Google Earth Pro.

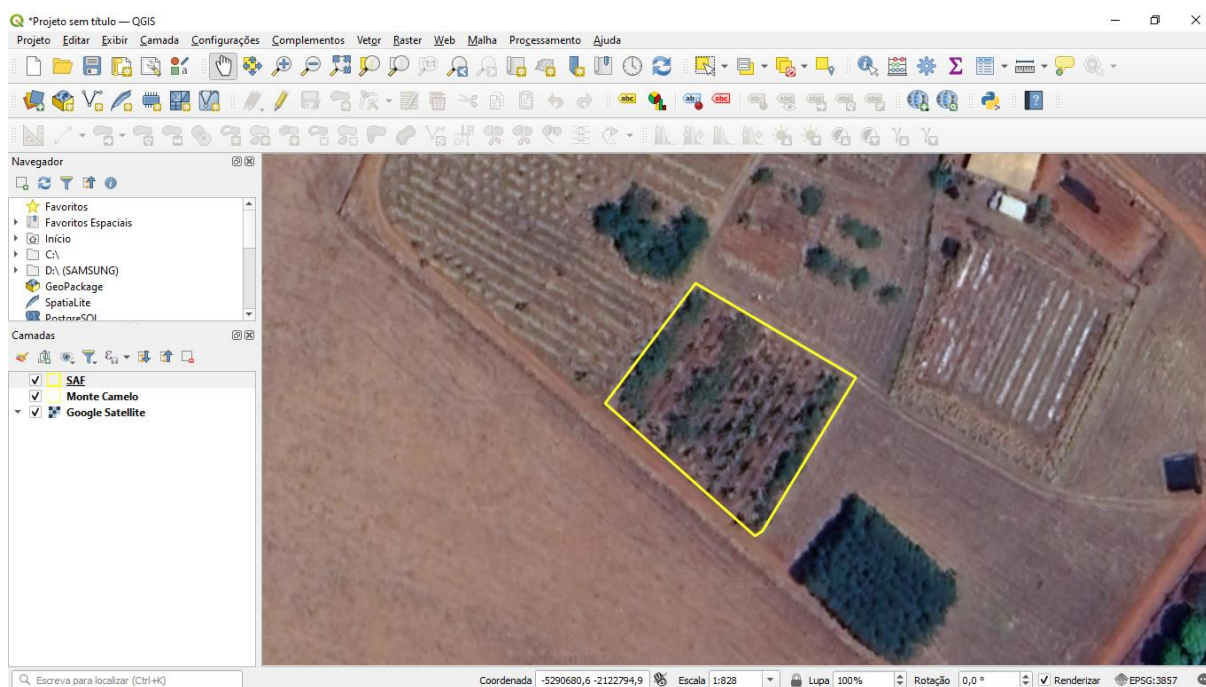


Figura 3: Exemplo de confecção de imagem no software QGIS.

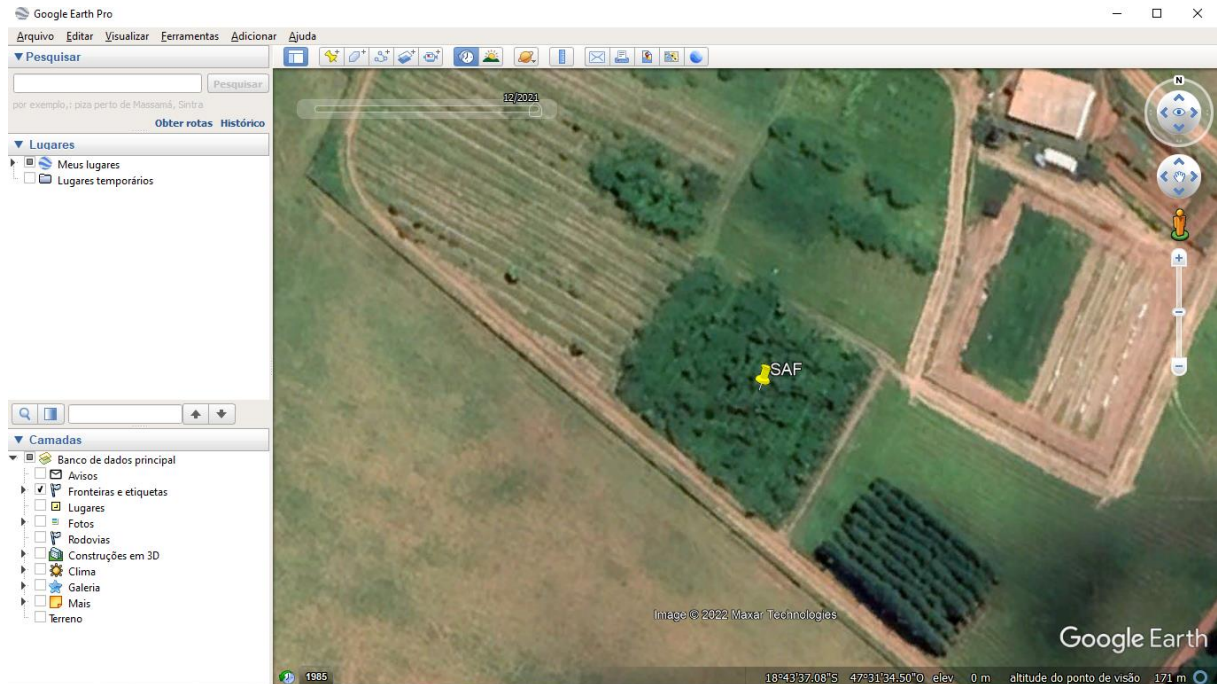


Figura 4: Exemplo de confecção de imagem no software QGIS.

Após essa etapa, por meio do Google Earth Pro®, foram realizadas as análises com imagens dos anos de 2007, 2011, 2013, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, de acordo com os arquivos disponíveis no banco de dados.

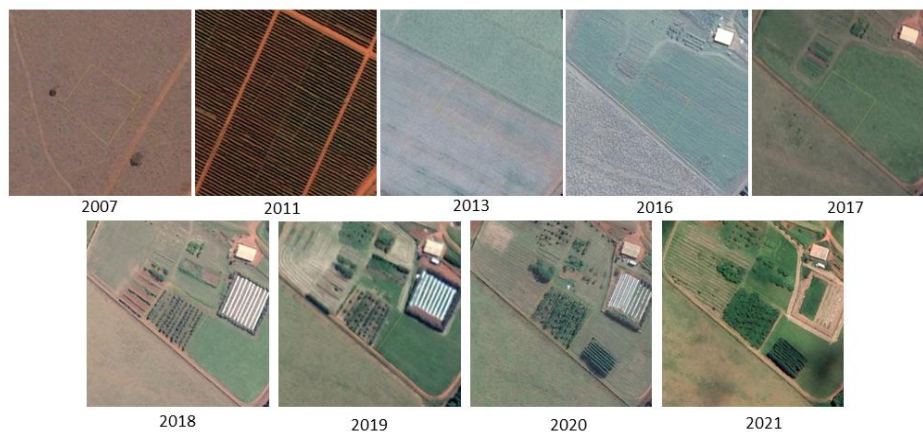


Figura 5: Linha temporal, obtida a partir das imagens obtidas no Google Earth®

Os índices vegetativos utilizados foram GLI e VARI que são índices vegetativos possíveis de serem calculados a partir de imagens RGB, utilizando as expressões matemáticas relacionadas as bandas coloridas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Índices de vegetação utilizados para avaliação por imagem.

Índices de vegetação	Equação	Referências
Green Leaf Index (GLI)	$\frac{(2G - R - B)}{(2G + R + B)}$	Louhaichi, Borman e Johnson (2001)
Visible Atmospherically Resistant Index (VARI)	$\frac{(G - R)}{(G + R - B)}$	Gitelson et al. (2002)

R= banda do vermelho; G= banda do verde; B= banda do azul.

Após serem realizados os cálculos dos índices foi feita a limiarização binária através do plug in LF tools utilizando conjuntos de pixels como referência para a classificação da área e obtenção das porcentagens de ocupação de vegetação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram escolhidas cinco classes para a classificação dos índices de vegetação VARI e GLI, visto que a área escolhida para realizar os estudos apresentou diversas variações na vegetação ao longo dos anos, iniciando como um pasto até se tornar um sistema agroflorestal.

Com isso, nos tópicos a seguir temos as composições coloridas, a imagem renderizada dos índices de resistência atmosférica visível (VARI) e folha verde (GLI) que tiveram sua simbologia modificada para banda falsa cor e foram classificadas em cores que vão de vermelho (categoria 1) nas áreas sem nenhuma vegetação, até um tom de verde mais intenso (categoria 5) nas áreas com vegetação presente.

6.1 2007

No Ano de 2007 é quando são observados os índices mais baixos de vegetação (Figura 6). Nesse período o terreno era ocupado por uma área de pasto, o que explica os valores mais baixos de vegetação em todas as cinco classificações realizadas (Tabela 2).

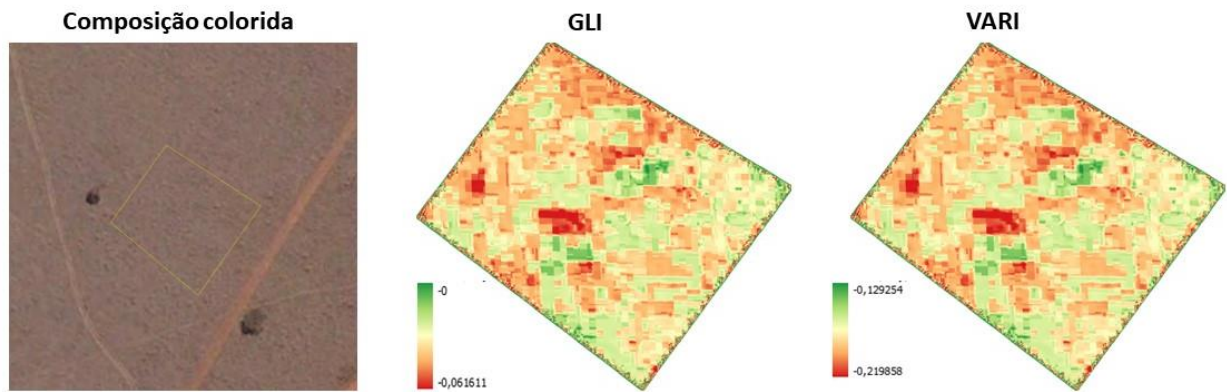


Figura 6: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.2 2011

A partir de 2011 podem ser notadas mudanças expressivas na ocupação do solo (Figura 7) com a implantação da cultura de café, mas sem alterações consideráveis nos dados de vegetação (Tabela 3).

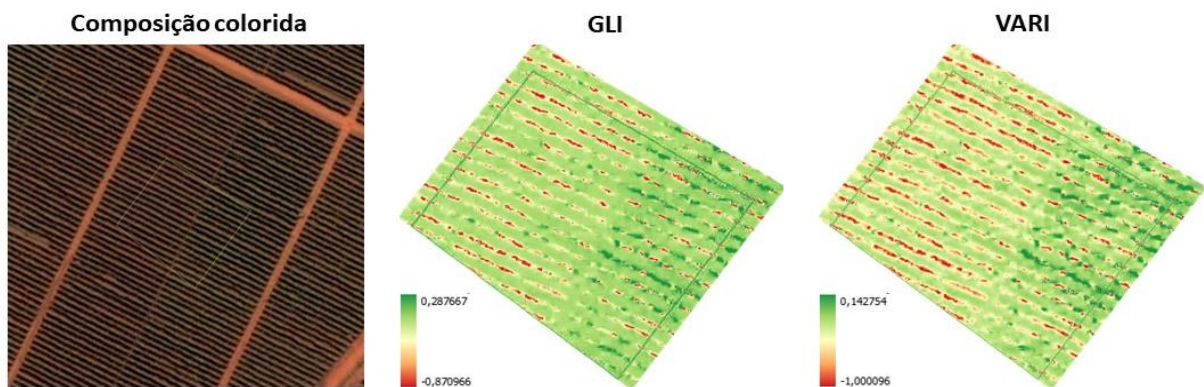


Figura 7: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.3 2013

Em 2013 com a remoção da lavoura de café (Figura 8) foi possível notar uma queda considerável na vegetação, em ambos os índices (Tabela 4).

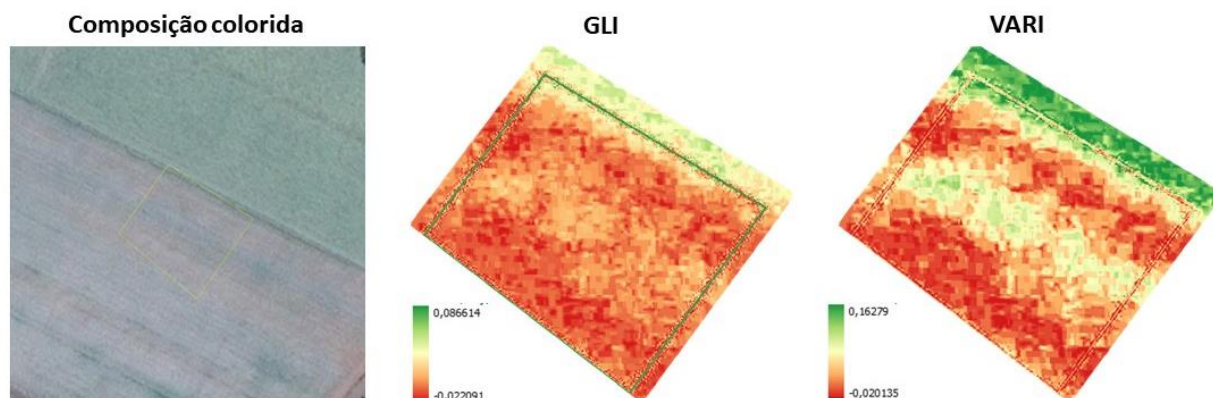


Figura 8: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.4 2016

A partir de 2016 com o início do Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX) foi possível observar uma retomada da vegetação, com cores mais vivas (Figura 9) e índices mais altos (Tabela 5).

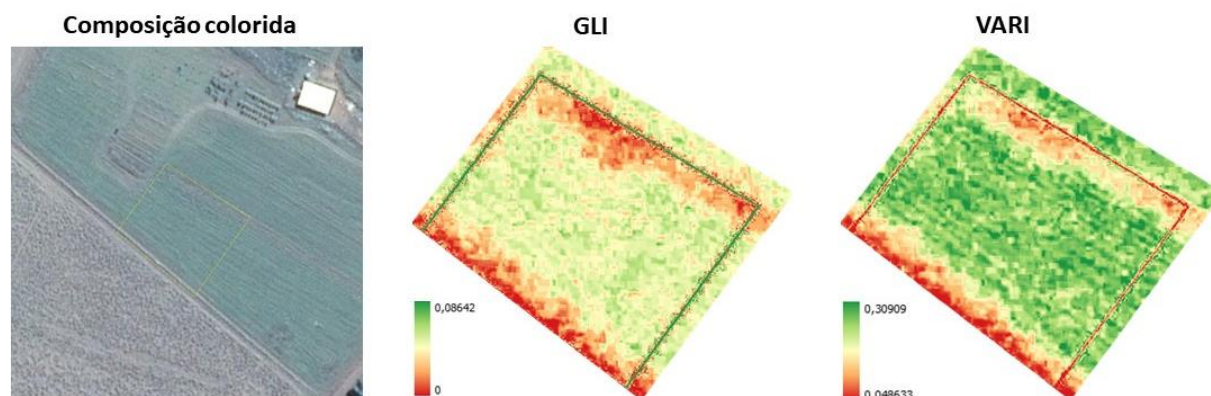


Figura 9: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.5 2017

Em 2017 não houve incrementos tão expressivos na vegetação, mas é perceptível que ela continua presente (Figura 10) o que mantém os índices de vegetação estáveis (Tabela 6).

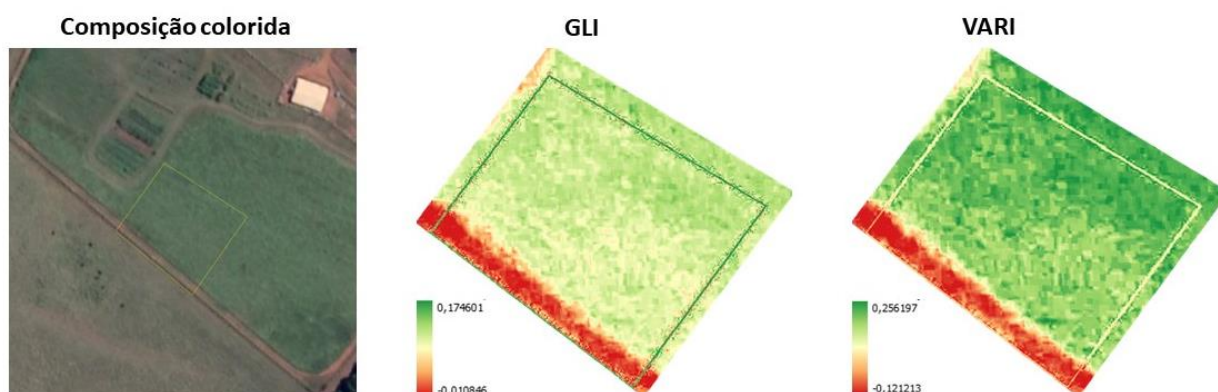


Figura 10: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.6 2018

Em 2018 já é possível visualizar as primeiras árvores do sistema agroflorestal (Figura 11) surgindo algumas quedas dos índices (Tabela 7), possivelmente influenciadas pelos manejos de poda e limpeza de solo.

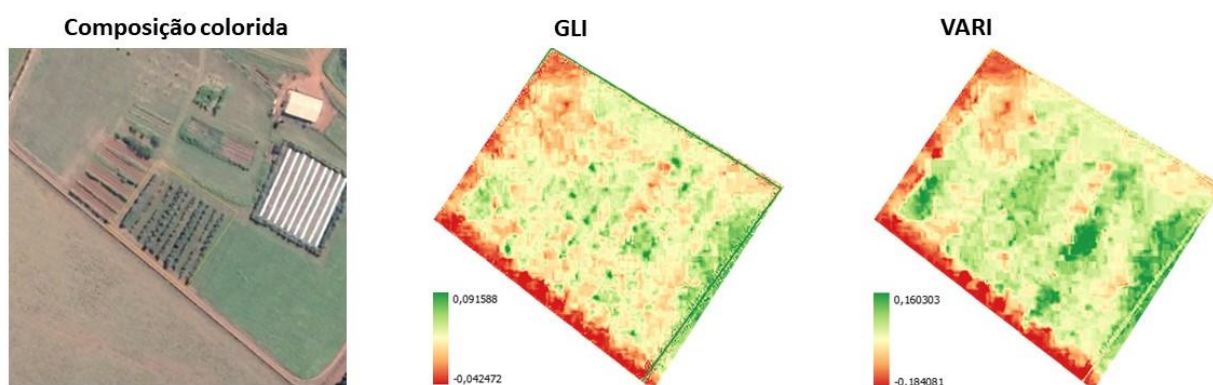


Figura 11: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.7 2019

Em 2019 ainda é possível observar as mesmas características do ano anterior (Figura 12), porém com índices vegetativos mais elevados (Tabela 12).

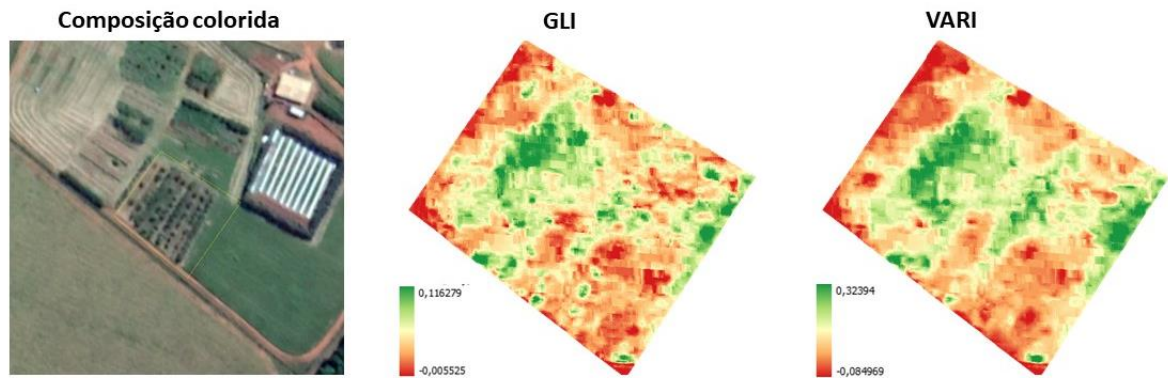


Figura 12: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.8 2020

Em 2020 já podem ser vistas as copas de algumas espécies arbóreas, uma vegetação mais consistente e bem estabelecida (Figura 13). Por meio dos índices de vegetação é possível perceber o quão consistente a vegetação se encontra (Tabela 9).

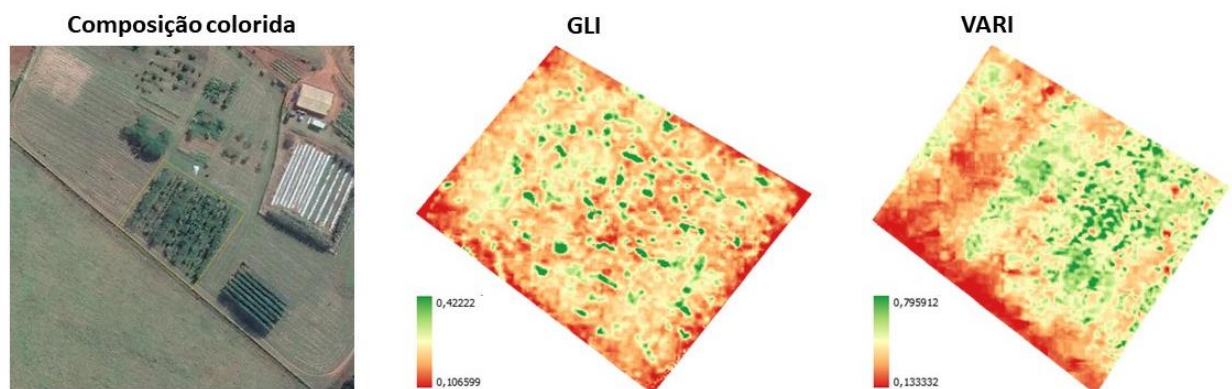


Figura 13: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

6.9 2021

No último ano analisado, o sistema se encontrava na sua melhor época do desenvolvimento, com muitas espécies já estabelecidas no ambiente e uma vegetação bem consistente (Figura 14), expressando os valores de vegetação mais altos entre todas as situações avaliadas (Tabela 10).

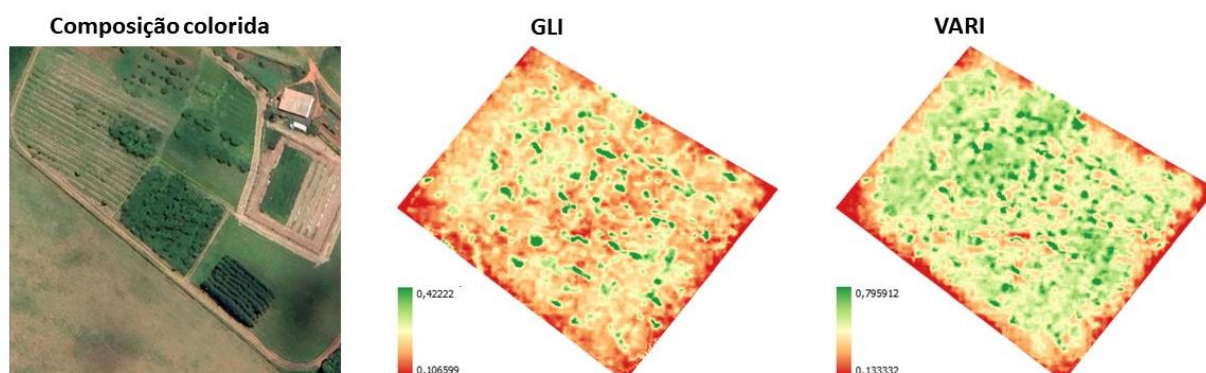


Figura 14: Comparação com composição colorida, recorte de área com índice GLI e VARI.

Tabela 10: Tabela de classificação dos índices de vegetação VARI e GLI

Classificação	VARI	GLI
1	0,133	0,107
2	0,299	0,186
3	0,465	0,264
4	0,63	0,343
5	0,796	0,422

Por meio da tabela 11 é possível observar que em ambos os índices a categoria 5, ainda assim, expressou os maiores valores no ano de 2021, o que mostra a evolução da vegetação com o passar dos anos.

Tabela 11: Tabela de percentual de ocupação de vegetação de acordo com os índices de vegetação VARI e GLI

Percentual de ocupação da vegetação		
ANO	VARI	GLI
2007	73,70	63,7
2011	11,84	9,7
2013	68,41	67,0
2016	29,57	29,3
2017	59,80	56,8
2018	72,57	67,1
2019	53,04	46,9

2020	90,06	80,8
2021	77,60	75,3

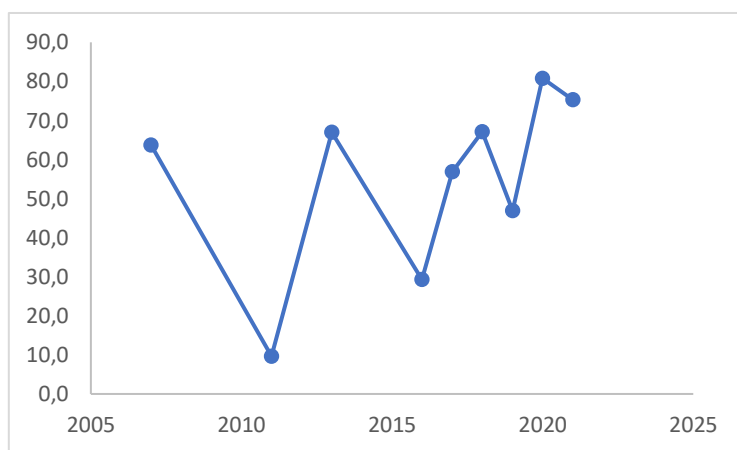


Figura 15: Variação do percentual ocupado por vegetação ao longo dos anos segundo índice GLI.

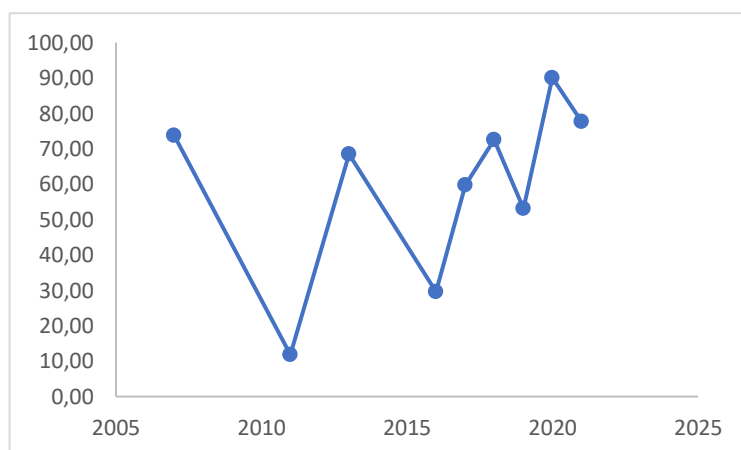


Figura 16: Variação do percentual ocupado por vegetação ao longo dos anos segundo índice VARI.

Nas figuras 15 e 16 é possível verificar o comportamento da vegetação desde o ano 2007 a 2021. Ambos os índices apresentaram um comportamento semelhante nas análises, sendo que as taxas mais altas de ocupação ocorrem a partir de 2017 com o início da implantação do SAF.

Essa observação espaço-temporal permite que muitas avaliações sejam feitas em relação ao uso e ocupação do solo, que já foi ocupado por pasto, café e hoje pelo sistema agroflorestal.

Entre essas diversas ocupações, é possível verificar o quanto é significativa a diferença entre a cultura de café e o SAF, mesmo aparentando uma densidade vegetativa maior a cultura de café ainda apresenta falhas na ocupação e cobertura do solo quando comparada ao sistema agroflorestal, isso devido ao sistema de manejo das entrelinhas e carreadores utilizados na época.

É possível perceber que mesmo após a instalação do SAF ocorreram variações de cobertura vegetal, devido aos manejos de poda e ao regime de chuvas na região que influenciam diretamente no vigor da área. Mesmo com essas variações o microclima e a estabilidade do sistema não sofreram grandes alterações.

7 CONCLUSÃO

Os sistemas agroflorestais, além de complexos e diversificados, são sistemas que estão em constante evolução e que com o tempo tendem a ficar cada vez mais estáveis e apresentar melhores condições.

Foi possível observar o quanto o uso e ocupação de uma área pode ser afetado de acordo com a vegetação existente sobre ele.

Ainda existem muitos desafios para a realização de trabalhos desse tipo, como a própria cobertura de satélite e a resolução disponível, tendo em vista que as áreas de SAF que existem atualmente costumam ser pequenas em sua grande maioria. A tendência é de que com o tempo esse fator mude e se torne mais fácil e acessível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂTARA, Flávia. MADEIRA, Nuno. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças.

Embrapa Hortaliças, Brasília, Julho, 2008

ASSIS, Pablo ESTRATÉGIAS PARA O MONITORAMENTO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO EM VEGETAIS A PARTIR DE IMAGENS AÉREAS DIGITAIS. Monte Carmelo, 2020.

BAIARDI, Amilcar. ALENCAR, Cristina. Agricultura familiar, seu interesse acadêmico, sua lógica constitutiva e sua resiliência no Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural 52 (suppl 1). 2014

CARDOSO, I. M. et al. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. *Agricultural Systems*, v. 69, p. 235-257, 2001.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. 3.ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.128 p.

GERVÁSIO, Danielle. Análise da variação de áreas de vegetação em imagens NDVI em diferentes bandas espectrais da plataforma SENTINEL-2^a. Uberlândia, 2020.

JESUS, Janisson; KUPLICH, Tatiana. Utilização de imagens SAR na classificação de formações florestais brasileiras. *Ciênc. Florest.* 31 (3) • Jul-Sep 2021.

LIMA, Ápia. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS IMPACTOS DO DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE ÁGUAS VERMELHAS – MG. Monte Carmelo, 2020.

LOURENÇO, Andréia; SCHNEIDER, Sergio; GAZOLLA, Marcio. A agricultura orgânica no Brasil: Um perfil a partir do censo agropecuário 2006. *Extensão Rural*, DEAER – CCR – UFSM, Santa Maria, v. 24, n. 1, jan./mar. 2017.

MARIN, Diego et al. Sensoriamento remoto multiespectral na identificação e mapeamento das variáveis bióticas e abióticas do cafeeiro. *Rev. Ceres* 66 (2) • Mar-Apr 2019

MELLONI, Rogério et al. SISTEMAS AGROFLORESTAIS CAFEEIRO-ARAUCÁRIA E SEU EFEITO NA MICROBIOTA DO SOLO E SEUS PROCESSOS. *Ciênc. Florest.* 28 (2) • Apr-Jun 2018.

MORAES, Murilo; OLIVEIRA, Nilton. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. **Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate** v.3 n.1, p. 19-37. 2017

NAIR, P. K. L. State-of-the-art of agroforestry system. *Forest Ecology and Management*, v. 45, p. 5-29, 1991.

PADUA, Juliana; SCHILINDWEIN, Maria; GOMES, Eder. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006, **INTERAÇÕES**, Campo Grande, v. 14, n. 2, p. 225-235, jul./dez. 2013

PICOLOTTO, Everton. Os Atores da Construção da Categoria Agricultura Familiar no Brasil. **RESR**, Piracicaba-SP, Vol. 52, Supl. 1, p. S063-S084, Fevereiro de 2015

SILVA, Jadson. PAZ, Yenê. PEREIRA, João. SILVA, Pedro. Índices de vegetação do Sensoriamento Remoto para processamento de imagens na faixa do visível (RGB). *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*. Dezembro 2019

VASCONCELLOS, Renan; BELTRÃO, Norma. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. *Interações (Campo Grande)* 19 (1) • Jan-Mar 2018.