IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

AGRICULTURA 4.0: ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO MORFOLÓGICA E EXPANSÃO DA PRÁTICA DO CULTIVO DE DENDÊ (*Elaeis guineenses*) EM TOMÉ-AÇU/PA.

AGRICULTURA 4.0: ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN MORFOLÓGICA Y EXPANSIÓN DE LA PRÁCTICA DE CULTIVOS DENDÊ (*Elaeis guineenses*) EN TOMÉ-AÇU/PA.

AGRICULTURE 4.0: ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL TRANSFORMATION AND EXPANSION OF DENDÊ (*Elaeis guineenses*) CROP PRACTICE IN TOMÉ-AÇU/PA.

Apresentação: Comunicação Oral

Jeferson Santana Quadros¹; Adenilson Loredó de Abreu²; Luã Lukas França Sousa³ Artur Vinicius Ferreira dos Santos⁴; Agnes de Souza Costa⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0143>

Resumo

A agricultura 4.0 é apontada por empregar no seu sistema de produção inovações tecnológicas de qualidades que visam maximizar o sistema de produtividade dos alimentos de modo economicamente sustentável fazendo o uso de ferramentas especiais, tais como a navegação por satélite e a rede de sensores. Sendo assim, o sensoriamento remoto na agricultura é uma técnica que visa obter dados para um melhor aproveitamento de áreas de cultivos e, a partir de então, obter informações de área plantadas, produção, vigor vegetativo, infestação de pragas e doenças, além de fornecer condições favoráveis para o manejo agrícola em nível de país, estado, município. Neste contexto, o presente trabalho tem como desígnio a utilização de tecnologias da indústria 4.0, aplicando o método do sensoriamento remoto que tem como função processar as imagens de satélites, para monitorar o crescimento demográfico e analisar a cobertura da terra com ênfase no diagnóstico do avanço dos plantios de dendê (*Elaeis guineenses*) realizado no município de Tomé-Açu/PA, localizado no nordeste paraense. A metodologia que compôs esta pesquisa foi a utilização do programa *software* ArcGis, versão 10.1 e adotando-se a captura de pontos alocados e georreferenciados utilizando um equipamento receptor de sistema de posicionamento GPSmap 62s (GARMIN) e o *software* Google Earth Pro. Na pesquisa foi constatado o crescimento das áreas de agricultura, assim

¹ Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, jeferson.s.quadros@gmail.com

² Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, adenilsonloredo@gmail.com

³ Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, lukas1005sousa@gmail.com

⁴ Mestre, Universidade Federal Rural da Amazônia, arturvfs@gmail.com

⁵ Especialista Universidade Federal Rural da Amazônia, agnes.souzacosta@gmail.com

como o decréscimo das florestas densa e secundária na região. Já quando tratado sobre os plantios de dendê, fazendo a análise dos anos de 2004 e 2019, averiguou-se o crescimento significativo da produção de dendê nesta localidade.

Palavras-Chave: indústria 4.0; sensoriamento remoto; cultura do dendê.

Resumen

Agriculture 4.0 está dirigido al empleador en su innovador sistema de producción de calidad tecnológica, que maximiza el sistema de herramientas alimentarias económicamente sostenible utilizando herramientas especiales como la navegación por satélite y el reinicio del sensor. Por lo tanto, la teledetección en la agricultura es una técnica que proporciona datos para un mejor uso de las áreas cultivadas, y es posible obtener información sobre áreas plantadas, rendimiento, vigor vegetativo, infestación de plagas y enfermedades, así como el uso de condiciones favorables. para el manejo agrícola a nivel de país, estado, condado. En este contexto, el presente trabajo es designar el uso de tecnologías de la industria 4.0, aplicando el método de teledetección que utiliza funciones como imágenes satelitales, para monitorear el crecimiento demográfico y analizar la cubierta terrestre utilizando métodos avanzados. de plantaciones de aceite de palma (*Elaeis guineenses*) llevadas a cabo en el municipio de Tomé-Açu / PA, ubicado en el noreste de Pará. Una metodología que formó esta investigación fue el uso del *software* ArcGis, versión 10.1, y adoptó la captura de puntos asignados y georreferenciados, utilizando un equipo receptor de posicionamiento GPSmap 62s (GARMIN) y el *software* Google Earth Pro. áreas agrícolas, como la disminución de bosques densos y secundarios en la región. Ya cuando se trata sobre plantas de palma aceitera, haciendo un análisis de los años 2004 y 2019, se calcula el crecimiento significativo de la producción de aceite de palma en esta localidad.

Palabras Clave: Industria 4.0; detección remota; cultivo de aceite de palma.

Abstract

Agriculture 4.0 is targeted at the employer in its innovative technological quality production system, which maximizes the economically sustainable food tooling system using special tools such as satellite navigation and sensor reset. Thus, remote sensing in agriculture is a technique that provides data for better use of cultivated areas, and it is possible to obtain information on planted areas, yield, vegetative vigor, pest and disease infestation, and use favorable conditions. for agricultural management at country, state, county level. In this context, the present work is to designate the use of industry 4.0 technologies, applying the remote sensing method that uses functions such as satellite images, to monitor demographic growth and analyze land cover using advanced methods. of palm oil plantations (*Elaeis guineenses*) carried out in the municipality of Tomé-Açu / PA, located in northeastern Pará. One methodology that made up this research was the use of ArcGis software, version 10.1, and adopted the capture of allocated and georeferenced points, using a GPSmap 62s positioning receiver equipment (GARMIN) and the Google Earth Pro software. agricultural areas, such as the decrease of dense and secondary forests in the region. Already when treated about oil palm plants, making an analysis of the years 2004 and 2019, it is calculated the significant growth of palm oil production in this locality.

Keywords: industry 4.0; remote sensing; palm oil culture.

Introdução

Segundo (SCHWAB, 2016), a quarta revolução industrial denominada indústria 4.0, tem integrado sistemas ciberfísicos, onde une o real com o digital e conectando sistemas digitais, físicos e biológicos, que possibilita a produção personalizada em massa. Porém, essa nova revolução vai além das tecnologias inovadoras empregadas e do mercado de trabalho industrial, na qual a maneira como o trabalhador se comporta, vai transformando-se mediante a evolução dos sistemas de produção.

Nota-se que a quarta revolução industrial não abrange apenas os setores voltados as fábricas, mas também à agricultura, surgindo assim o termo Agricultura 4.0, com tecnologias aprimoradas que auxiliam a capacidade de monitoramento e tomadas de decisões. Sendo marcado por empregar em seu sistema de produção inovações tecnológicas de ponta, no qual faz uso de técnicas que buscam aumentar produção e produtividade dos alimentos de modo economicamente sustentável, tem como uma de suas ferramentas a navegação por satélite e rede de sensores, computação em rede, computação onipresente e computação sensível (AQEEL-UR-REHMAN, 2017 apud RIBEIRO & MARINHO & ESPINOSA, 2018).

No decorrer do tempo, o planeta Terra começou a ser observado por sensores imageadores que, diante dos seus recursos, conseguem capturar aspectos presente na superfície terrestre e tudo o que se modifica. Esse processo ocorre periodicamente obtendo imagens que possibilite ao homem monitorar o meio ambiente, acerca dos fenômenos ocorridos, seja eles por ação do homem ou simplesmente pela natureza. O sensoriamento remoto passou a ser objeto de estudos em diversos cursos universitários, que vai desde as ciências naturais da terra, ao urbanismo, geologia, agricultura e outros (MENESES & ALMEIDA, 2012).

O sensoriamento remoto tem um grande potencial para ser empregado na agricultura, visando melhor aproveitamento da área, monitoramento de culturas e outros. A partir dessa técnica, é possível obter informações de área plantadas, produção, vigor vegetativo, infestação de pragas e doenças, além de fornecer condições favoráveis para o manejo agrícola em nível de país, estado, município (INPE, 2002).

No que tange a implantação da dendecultura na microrregião de Tomé-Açu, esta se deu inicialmente nos municípios de Mojú, Acará e Tailândia através do Grupo Agropalma

(NAHUM & MALCHER, 2012). No entanto, começou a ser praticada de forma expressiva a partir do ano de 2004 nos municípios de Baião, Abaetetuba, São Miguel do Guamá, Tomé-Açu e Concórdia do Pará. Porém, as grandes frentes de expansão da cultura são Tomé-Açu e Concórdia do Pará, através dos grupos Biopalma, Petrobras/Biocombustíveis, Belém Bioenergia, ADM e outras empresas. Assim, as extensas áreas de monocultura do dendê marcam as paisagens rurais dos municípios supracitados (NAHUM & SANTOS, 2015).

Nesse contexto, o seguinte estudo tem como objetivo utilizar tecnologias da indústria 4.0, por meio de imagens de satélites no monitoramento do crescimento demográfico e análise da cobertura da terra com ênfase no diagnosticar do avanço dos plantios de dendê no município de Tomé-Açu/PA.

Fundamentação Teórica

Agricultura 4.0

Durante o século XVIII até metade do século XIX ocorreu a primeira revolução indústria, sendo marcada pela incorporação das máquinas a vapor em atividades onde até então eram realizadas de forma rústica. Já a segunda revolução indústria, aconteceu no período do século XIX e XX e ficou caracterizada pela chegada da energia elétrica, o que proporcionou a produção em massa. Quanto a terceira revolução industrial, ela trouxe a mercado consumidor a introdução produtos eletrônicos adjunto a tecnologia viabilizando a automação da produção, sendo datada do século XX ao século XXI (DELOITTE, 2014; MCKINSEY, 2016; SCHWAB, 2016 apud AIRES & MOREIRA & FREIRE, 2017).

Por sua vez, a intitulada indústria 4.0 (quarta revolução), tem início no século XXI sendo identificada pela digitalização da produção, permitindo a produção em massa de forma personalizada, tendo como uma das suas principais ferramentas a internet ubíqua e móvel, inteligência artificial e também mudanças na forma de produção e consumo, fazendo o surgimento de novas formas de negócios (DELOITTE, 2014; MCKINSEY, 2016; SCHWAB, 2016 apud AIRES & MOREIRA & FREIRE, 2017).

Vasconcelos (2018) descreve a Agricultura 4.0, no contexto da quarta revolução industrial, como uma forma integrada do campo com a cadeia de alimentos, desde os pequenos produtores à grandes empresas, assim transformando a maneira como as pessoas vivem, trabalham e se relacionam. Desse modo, a Agricultura 4.0 é fundamentada em técnicas, cálculos matemáticos, processamento de imagens por meio de sensores, imagens digitais,

inteligência artificial, biogenética, com o intuito de monitorar as chuvas e umidade, promover melhoramento genético, técnicas de irrigação e identificar o surgimento de pragas.

Aplicação do sensoriamento remoto na agricultura.

A tecnologia do sensoriamento remoto tem grande potencial para ser empregada na agricultura, uma vez que os satélites destinados ao monitoramento e coleta de dados da superfície terrestre possuem um conjunto de sensores, denominados sistema sensor, que trabalham em diferentes faixas do espectro eletromagnético e assim coletam a energia refletida em forma multiespectral. Com a utilização desse sistema é possível obter informações precisas, que auxiliarão na estimativa de área plantada, vigor vegetativo de cada cultura de acordo com o interesse de quem utiliza desse método, a produção agrícola, áreas de desmatamento para fins de fiscalização, entre uma infinidade de possibilidades (INPE, 2002).

De acordo com Rex et al. (2018), as imagens do satélite Sentinel 2/MSI são classificadas como excelentes, sendo muito empregada devido a performasse quando destinado a trabalhos voltados ao uso da cobertura da terra, visto que o mesmo tem um sensor com uma resolução espacial boa.

As imagens do satélite sentinela 2/MSI fazem-se confiáveis para o uso na agricultura de precisão, pois de acordo com os estudos de Speranza, Antunes e Inamasu (2018), elas possuem um nível elevado de detalhes, proporcionando a identificação de deficiências na biomassa da cultura agrícola onde podem ser verificadas diferenças nos valores de produtividade após a colheita. Desta forma, proporciona ao produtor fazer interações confiáveis nas intervenções dentro do ciclo da agricultura de precisão, como aplicações de insumos e corretivos.

Satélite Landsat 5

A série Landsat teve início na segunda metade da década 60 em um projeto desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA), com intuito de aplicação exclusivamente à observação de recursos naturais terrestres. Portanto, inicialmente era denominado de ERTS (Earth Resources Technology Satellite) e somente em 1975 passou a ser chamado Landsat. O primeiro Landsat foi desenvolvido para atuar diretamente em pesquisas de recursos naturais e seu lançamento ocorreu em 1972, sendo o primeiro satélite de sensoriamento remoto do mundo e ficando em funcionamento em um período de cinco anos. O Landsat 5 teve seu início em 1984, mas foi desativado em 2011 com o sensor LANDSAT Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de 15 a 30 m de resolução, no qual o sensor MSS

parou de enviar dados em 1995 mas o sensor TM ficou ativo até novembro de 2011 (INPE, entre 2015 e 2019). A Tabela 01 apresenta os dados técnicos do Landsat 5 utilizado.

Tabela 01: Característica do Landsat 5

INSTRUMENTO/SENSOR	CARACTERÍSTICA DO SATÉLIE
Operadora/Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)
País	Estados Unidos
Situação Atual	Inativo (22/11/2011)
Lançamento	01/03/1984
Altitude	705 km
Inclinação	98,20°
Órbita	Quase-Polar, Heliossíncrona
Faixa Imageada	185 Km
Tempo de Duração da Órbita	98,20 min
Horário da Passagem	09h / 11h
Período de Revisita	16 dias
Resolução Espacial	MSS: 80 m TM: 30 m

Fonte: INPE, entre 2015 e 2017.

Satélite Sentinel 2.

A série Sentinel, cujas características técnicas estão disponíveis na Tabela 02, surgiu no ano de 2014 com intuito de resposta as exigências do Copernicus. A missão Sentinel 2 tem uma órbita quase polar e dispõe de um sensor MSI, com 13 bandas espectrais, têm resolução espacial de 10, 20 ou 60 m e uma resolução temporal de 10 e 5 dias. A missão do Sentinel 2 é dedicada à serviços de monitorização do meio terrestre, criação de mapas de ocupação e uso do solo, caracterização de alterações e mapas de variáveis biogeofísicas, percentagem de coberto vegetal, índice de clorofila, índice de área foliar e outros. (Direção-Geral do TERRITÓRIO, 2017).

Tabela 02: Característica do Sentinel

INSTRUMENTO/SENSOR	CARACTERÍSTICA DO SATÉLITE
Operadora/Instituição Responsável	ESA (Agência Espacial Européia)
País	União Européia
Situação Atual	Ativo
Lançamento	23/06/2015
Altitude	786 km
Inclinação	98,5623°
Órbita	Quase-Polar, Heliossíncrona
Faixa Imageada	290 Km
Tempo de Duração da Órbita	98,46 min
Horário da Passagem	10h 30 min
Período de Revisita	10 a 5 dias
	4 com 10 m
Resolução Espacial	6 com 20 m
	3 com 60 m

Fonte: EngeSat, entre 2015 e 2017.

Cultura do dendê: contextualização e impactos socioeconômicos.

A cultura do Dendê (*Elaeis guineensis*), originária do continente africano, possui grande importância econômica quanto a extração de óleo, seu principal derivado, sendo este o líder mundial na produção de óleo, podendo ser usado na indústria alimentícia, produção de cosméticos, biocombustíveis, dentre outros. Tem como principais participantes na produção mundial países asiáticos, africanos e americanos, ficando o Brasil somente com 0,58%, porém com grande potencial para expansão, principalmente no estado do Pará, devido as condições climáticas e solos amazônicos (BENTES & HOMMA, 2016).

O aumento populacional nos países desenvolvidos aliado com a substituição do consumo de gordura animal por óleo de origem vegetal na alimentação como também a necessidade de produção de biodiesel impulsionam a exportação e importação de óleo de palma, os maiores produtores são Indonésia e Malásia, os países que mais importam são: China, Índia, União Europeia, Estados Unidos e Paquistão estes juntamente com o Brasil representam os principais consumidores mundiais, os países asiáticos fazem exportações entre

si, sendo a Indonésia o principal do continente (MONTEIRO & HOMMA, 2014).

Segundo Becker (2010), em resposta a questões de vantagens e/ou desvantagens da expansão da cultura, sua implantação vem como alternativa para recuperação de áreas devastadas recuperando o ecossistema e promovendo o desenvolvimento regional com geração de emprego e renda. Porém, Ferreira et al. (2016) afirmam que fatores econômicos, sociais e ambientais afetam negativamente na qualidade de vida das pessoas, elevação da temperatura, redução no nível dos rios, irregularidades das chuvas, uso de produtos químicos e aumento da violência na região.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido no município de Tomé-Açu/PA (Figura 01), localizado no nordeste paraense, no qual, é drenado pelo Rio Acará Mirim, com coordenadas geográficas 2°40'53'' latitude e 48°8'60'' longitude e extensão territorial de 519.613,195 ha.

Figura 01- Mapa de localização de Tomé-Açu/PA

Fonte: BARROS, 2009

Inicialmente, foram adquiridas duas cenas do satélite Landsat 5 sensor TM (Thematic Mapper), órbita 223/ponto 61 e 62 do ano de 2004, com resolução espacial e radiométrica de 30 metros e 8 bits, respectivamente, extensão de 185 x 185 km, disponível no site do INPE.

Adotando a metodologia de Rosa, Alves, Sanches (2011) e o *software* TerraAmazon, versão 4.6.2, se fez a composição das cores em RGB, adotando a configuração R5G4B3 para criação da camada falsa cor natural e em seguida, realizado a classificação em pixel das áreas de florestas densa e secundária, agricultura, solo exposto/pasto.

Posteriormente, foram utilizadas quatro grades do Satélite Sentinel-2 sensor MSI (MultiSpectral Instrument), 22MGC, 22MHC, 22MGB e 22MHB do ano de 2019, com resolução espacial e radiométrica de 10 metros e 12 bits por pixel, respectivamente, extensão de 100 x 100 km, disponível no site do ESA. Desse modo, fazendo uso da metodologia de Hillebrand et al. (2019) e o *software* ArcGis, versão 10.1, foram feitas a composição das cores em RGB, com a configuração R4G3B2 para a camada de cor verdadeira e R4G8B3 para a falsa cor, em seguida foi feito a classificação em pixel das áreas de florestas densa e secundária, agricultura, solo exposto/pasto, para a camada de falsa cor.

Por fim, Miguel et al. (2015) foram adotados metodologicamente para a captura de pontos alocadas e georreferenciados, utilizando um equipamento receptor de sistema de posicionamento GPSmap 62s (GARMIN) e o *software* Google Earth Pro, das áreas de dendê, em seguida os dados foram plotados no *software* Qgis, versão 2.14.19, e feito o cálculo da área em hectare do plantio de dendê no município de Tomé-Açu/PA. O último procedimento adotado foi, a elaboração do mapa temático, se adotando a metodologia de Araujo et al. (2016).

Resultados e Discussão

A Agricultura 4.0 surge como medida para aumentar a eficiência do sistema de produção, na qual apresenta soluções para problemáticas como limitações de recursos naturais, mudanças climáticas e desperdício de alimento. Desse modo, de acordo com Clerq et al. 2018 e Bonneaq et al. 2017 apud Ribeiro, Marinho, Espinosa (2018) descrevem que a Agricultura 4.0 minimiza a utilização de insumos agrícolas tornando possível aplicar a quantidade mínima necessária e no local exatamente desejado, aumenta a produtividade com foco na qualidade do solo, níveis de irrigação e clima, fazendo uso de dados obtidos por drones ou imagens de satélites.

Conforme os resultados obtidos por meio da utilização da tecnologia 4.0, com foco no monitoramento nas transformações morfológicas da vegetação, com análise temporal do ano de 2004 e 2019, foi possível constatar a expansão da agricultura e diminuição de floresta

densa e secundária no município de Tomé-Açu (Figura 02: A e B) uma vez que, de acordo com relatos de Quadros et al. (2018) em suas análises em imagens de satélite Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI), é consequência do município ter a agricultura como uma das suas principais práticas econômica.

Na classificação supervisionada em falsa cor, o satélite Sentinel 2 causou uma matriz de confusão nas áreas de Florestas com Agricultura, na qual, a Figura 02: B apresenta grandes áreas de florestas sendo que na mesma contem áreas de agricultura. Rex et al. (2018), essa matriz de confusão se dá pelo fato de a resolução radiometria do satélite sentinel-2 ser considerada media, comparada a outros satélites, fazendo com que algumas áreas parecidas se sobressaíam sobre as outras. Porém, combinando a resolução radiometria com a resolução espacial do satélite, o mesmo se torna uma solução confiável para realizar classificações do uso e cobertura de solo.

Figura 02- Modificação da vegetação em consequência uso da cobertura do solo

Fonte: IBGE (2019).

Conforme os cálculos das áreas de plantio de dendê em Tomé-Açu, Figura 03, atualmente tem uma estimativa de 40.116,145 ha , quando comparado ao ano de 2004 que ficou marcado com um aumento expressivo do plantio de dendê tendo iniciais 600 há plantados , segundo dados disponível pelo IBGE (2004), demonstrando um crescimento

39.516,145 ha em apenas 15 anos, ao realizar uma comparação com os últimos dados lançados pelo IBGE (2017), no qual diz que a área de plantio é aproximadamente 10.600,00 há, pode ser notado uma alta discrepância entre os valores podendo demonstrar melhor precisão por parte dos cálculos a partir do monitoramento por satélite. Esse crescimento pode ser justificado pelo fato que, de acordo com Nahum e Malcher (2012), a dendeicultura apesar de seu expressivo valor de mercado é também uma atividade que preserva o meio ambiente sem agredir as florestas nativas podendo ser plantado em áreas degradadas, proporcionando o recobrimento dos solos expostos.

Figura 03- Áreas de plantio de dendê - Tomé-Açu/PA

Fonte: IBGE (2019).

Conclusões

Devido aos progressos da tecnologia, a Agricultura 4.0 cada vez mais traz para o campo diversas inovações em técnicas e tecnologias e transforma, dessa maneira, o modo de trabalho no mesmo. Dentre seus diversos recursos, a tecnologia de monitoramento por meio de satélite e equipamento receptor de sistema de posicionamento tem contribuído de forma expressiva na análise e na produção agrária.

Além disso, por meio da tecnologia acima citada foi possível analisar e quantificar a expansão da agricultura como também o aumento de áreas de plantio de dendê e, por mais que

o satélite sentinel-2 cause uma confusão entre as áreas de agricultura e florestas, os resultados encontrados foram satisfatórios. Sendo assim, é possível concluir que o município de Tomé-Açu vem sofrendo modificações em sua paisagem, no qual há a uma redução de florestas e um aumento da agricultura, onde se estima que 7,72% de todo seu território é destinado a áreas do cultivo de dendê, demonstrando um crescimento de 98,504% em 15 anos.

Referências

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. Indústria 4.0: Desafios e Tendências para a Gestão do Conhecimento. I Seminário Universidades Corporativas e Escolas de Governo-SUCEG. Florianópolis-SC. 07, 08 de dez. 2017.

AQEEL-UR-REHMAN.; SHAIKH, Z. A. Smart agriculture, Application of Modern High Performance Networks. Bentham Science Publishers Ltd, p. 120–129, 2017.

ARAUJO, Heliene Macedo; SILVA, Pedros Arthur de Azevedo; HIRSCH, André; FERRAZ, Leila de Castro Louback. Do Brasil às Minas Gerais: Cenário dos produtores Orgânicos Certificados. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2016

BECKER, Bertha K. Recuperação de áreas Desflorestadas da Amazônia: Será Pertinente o cultivo da Palma de Óleo (Dendê)?. Confins- Revista Franco-brasileira de geografia, n. 10, 2010.

BENTES, Elisabeth dos Santos; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Importação e Exportação de Óleo e Palmiste de Dendzeiro no Brasil (2010-2015). 54º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. UFAL-Maceió/AL. 14 a 17 de ago. de 2016.disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=IMPORTA%C3%87%C3%83O+E+EXPORTA%C3%87%C3%83O+DE+%C3%93LEO+E+PALMISTE+DE+DENDEZEIRO+NO+BRASIL+%282010-2015%29.+&btnG=. Acessado em: 15/07/2019.

BONNEAU, V.; COPIGNEAUX, B.; PROBST, L.; PEDERSEN, B. Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects. European Commission, 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola – Lavoura Permanente. Tomé-Açu 2004. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tome-acu/pesquisa/15/0?ano=2004>. Acessado em: 11 jun 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002. Disponível em: http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.14/doc/CAP9_MAMoreira.pdf. Acesso em: 11 jun 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. Geração de Imagens. Landsat. Entre 2015 e 2017. Disponível em:

<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/dgi/documentacao/satelites/landsat/capa-landsat>.
Acessado em: 15 jul. 2019.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: the future of farming technology, 2018.

DELOITTE. Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies, 2014.

ENGESAT. Soluções em Imagens de Satélite e Geoprocessamento. Sentinel 2. entre 2015 e 2017. Disponível em: engesat.com.br/sentinel-2/. Acessado em: 12 jul 2019.

FERREIRA, Vanilda Araújo; SANTANA, Antônio Cordeiro; RAVENA, Nirvia; OLIVEIRA, Cyntia Meireles. Os Fatores de Repercussão da Cadeia Produtiva do Dendê no Desenvolvimento Local do Baixo Tocantins. Desenvolvimento e Meio Ambiente. V. 39, 2016.

HILLEBRAND, Fernando Luis; DA ROSA, Cristiano Niederauer; COSTI, Juliana; BREMER, Unisses F. Mapeamento do Gelo Marinho na Península Antártica com Imagens Sentinel 1A. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. v. 42, p. 59-71. 2019

MCKINSEY. Industry 4.0 at McKinsey's model factories: Get ready for the disruptive wave. 2016.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília. Brasília. p. 266. 2012.

MIGUEL, Eder Pereira; REZENDE, Alba Valéria; LEAL, Frabício Assis; MATRCARDI, Eraldo Aparecido Trondoli; TEIXEIRA do VALE, Ailton; PEREIRA, Renaldo Sérgio. Redes neurais artificiais para a modelagem do volume de madeira e biomassa do cerradão com dados de satélite. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 9, p. 829-839, 2015.

MONTEIRO, Kátia Fernanda Garcez; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Diferentes Sistemas de Produção com Palma de Óleo (Elaeis guineenses Jaq.) e a Participação do Brasil no Cenário Internacional. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em Periódico Indexado (ALICE), 2014.disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=DIFERENTES+SISTEMAS+DE+PRODU%C3%87%C3%83O+COM+PALMA+DE+%C3%93LEO+%28Elaeis+guineensis+Jaq.%29+E+A+PARTICIPA%C3%87%C3%83O+DO+BRASIL+NO+CEN%C3%81RIO+INTERNACIONAL&btnG=.
Acessado em: 15/07/2019.

NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos. O boom do Dendê na microrregião de Tomé-Açu, na Amazônia paraense. Revista Franco-brasileira de geografia-Confins, n 25, 2015.

NAHUM, João Santos; MALCHER, Antônio Tiago Corrêa. Dinâmicas Territoriais do Espaço Agrário na Amazônia: A Dendeicultura na Microrregião de Tomé-Açu (PA). Confins- Revista Franco-brasileira de geografia, n. 16, 2012.

QUADROS, Jeferson Santana; MIYAGAWA, Edison Masato Santana; SOUSA, Rafael Silva; BARROS, Mateus Cardoso; ROCHA, Ozinere de Castro; SOARES, Daniele Cristina de Brito

Lima. Mapeamento e Quantificação de Sistemas Agroflorestais (Safs) como Alternativa de Recuperação de Áreas Degradadas no Município de Tomé-Açu/Pa. 70ª Reunião Anual da SBPC. UFAL, Maceió-AL. 22,28 de jul. 2018. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/70ra>. Acessado em: 12 jul 2019.

REX, Franciel Eduardo; KAFER, Pâmela Suélen, DEBASTIANI, Aline Bernarda; KAZAMA, Verônica Satomi. Potencial de Imagens MSI (Sentinel 2) para Classificar do Uso e Cobertura da Terra. Enciclopédia Biosfera. Goiânia-GO, v. 15, n.27. p. 219. 2018.

RIBEIRO, Josiana Gonçalves; MARINHO, Douglas Yusuf; ESPINOSA, Jose Waldo Martínez. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. p. 1-7. 2018.

ROSA, Lucas; ALVES, Marcelo de Carcalho; SANCHES, Luciana. Uso de composições de bandas do satélite Landsat 5 TM para caracterizar a dinâmica da variação de áreas alagadas no Pantanal Mato-Grossense. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, PR, Brasil, v. 30, p. 5292, 2011.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. Edipro, 2019.