

## **Avaliação da severidade de queimada no município pantaneiro, Poconé – MT, utilizando índices espectrais**

### **Poluição atmosférica**

Thiago Henrique da Silva<sup>1</sup>  
Maria Clara dos Santos Lopes<sup>2</sup>  
Janaina Casado Rodrigues da Silva<sup>3</sup>  
Vitória Lisboa Califani<sup>4</sup>  
Ligia Flávia Antunes Batista<sup>5</sup>

### *Resumo*

Os incêndios provocam danos aos ecossistemas e influenciam mudanças climáticas. A detecção rápida dos focos de fogo é essencial para realizar a contenção de danos. A utilização de satélites torna-se essencial para a identificação, avaliação e quantificação dessas áreas. Objetiva-se nesse trabalho analisar a severidade das queimadas no município pantaneiro, Poconé-MT, nos meses de junho a setembro de 2020, utilizando sensoriamento remoto, com imagens do sensor OLI do Landsat-8, por meio do Índice Espectral de Queimada por Razão Normalizada (NBR). Notou-se um aumento dos valores de alta e média regeneração conforme aumenta o tempo de queima, devido às características adaptativas da vegetação. Por outro lado, o agravamento das severidades também é perceptível conforme o avanço temporal, pois em termos percentuais, notou-se um elevado crescimento ao comparar os intervalos de tempos determinado. Além das consequências para a paisagem e biodiversidade, a saúde da comunidade local também é afetada pela dispersão de aerossóis, podendo acarretar problemas respiratórios. Dessa forma, o estudo enfatiza a importância do uso de imagens de satélite para detectar, monitorar e quantificar focos e cicatrizes de queimadas.

**Palavras-chave:** Índice de Queimada Normalizada; Pantanal mato-grossense; Sensoriamento remoto

<sup>1</sup>Aluno de Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, thiagohenrique.utfpr@gmail.com

<sup>2</sup>Aluna de Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina marialopes@alunos.utfpr.edu.br

<sup>3</sup>Aluna de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, janainnacasado@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheira Ambiental, Aluna de Especialização, Centro Universitário Internacional, Pós-graduação em Perícia e Auditoria Ambiental, vitorialcalifani@gmail.com

<sup>5</sup>Profa. Dra. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Eng. Ambiental, ligia@utfpr.edu.br



## INTRODUÇÃO

Os incêndios são ocorrências que provocam danos aos ecossistemas, exercendo influência sobre as mudanças climáticas e a poluição atmosférica, prejudicando biomas, provocando a degradação do ambiente, o esgotamento de terras, favorecendo a erosão, a perda de biodiversidade, além de afetar a manutenção de processos ecológicos (MEDEIROS; FIEDLER, 2003; BATISTA, 2004; TEOBALDO; BAPTISTA, 2013).

Essas ocorrências ocasionam prejuízos econômicos e paisagísticos a diferentes ambientes como por exemplo Unidades de Conservação, áreas de preservação, fazendas, margens de estradas, proximidades de aglomerados urbanos, áreas de reflorestamento, entre outros (FIEDLER; RODRIGUES; MEDEIROS, 2006).

Os poluentes de queimadas ainda podem atingir a saúde humana devido às emissões de aerossóis, material particulado constituído por CO<sub>2</sub>, entre outros gases, elementos prejudiciais à saúde e que também causam efeitos sobre o clima, a qualidade do ar, entre outros (SILVA, 2020).

A rápida e eficiente detecção e o monitoramento desses incêndios são fundamentais para a aplicação e o desenvolvimento de práticas como o controle do fogo, a redução dos custos nas operações de combate e a atenuação dos danos e, sendo assim, diferentes métodos podem ser empregados com o intuito de planejar o controle e dimensionar os efeitos produzidos pelo fogo sobre o ambiente (BATISTA, 2004).

Um desses métodos é a análise a partir de imagens de satélites, uma vez que as queimadas podem ser detectadas por meio desses dados e as áreas afetadas apresentam uma resposta espectral específica a ser monitorada por dados de sensoriamento remoto (TEOBALDO; BAPTISTA, 2013).

Nesse sentido, com as imagens de satélite se torna possível extrair informações como os dados de focos de calor e a partir destes se obtém informações e estimativas sobre localização, período e frequência dos incêndios, evidenciando sua dinâmica espaço-temporal na área de ocorrência (SILVA; ROCHA; ANGELO, 2013).

Considerando as interferências atmosféricas nas imagens de sensoriamento, para a

obtenção de melhores resultados, a reflectância dos canais e bandas dos sensores são combinadas dando origem à diferentes índices, como por exemplo o Índice de Queimada Normalizada (NBR) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (DEPRÁ et al., 2012). A utilização desses índices permite uma classificação das áreas queimadas, considerando o diferente comportamento espectral da vegetação sadia e da vegetação não sadia (LEITE, et al., 2017).

Nesse contexto se insere o presente trabalho, o qual tem por objetivo analisar a ocorrência de queimadas nos limites do município de Poconé entre os meses junho e setembro de 2020 por meio do processamento de imagens do sensor OLI do Landsat-8 e mensurar a severidade do fogo por meio do Índice Espectral de Queimada por Razão Normalizada (NBR).

## METODOLOGIA

### ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Poconé – MT (Imagem 1), situado na mesorregião do Alto Pantanal, área denominada “Baixada Cuiabana”. A precipitação média anual é de 1.500mm, tendo uma maior intensidade no verão. A temperatura média anual é de 24°C (IBGE, 2010).

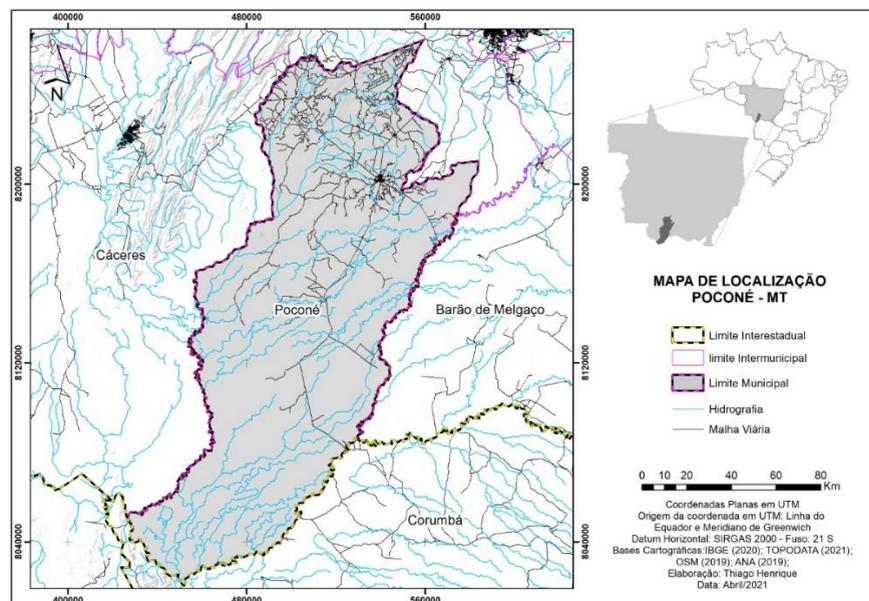


Imagem 1 – Mapa de localização do município de Poconé - MT



O município de Poconé possui uma população de 31.779 habitantes, sendo que 27,43% vivem na zona rural (IBGE, 2010). A pecuária e a agricultura são as principais atividades econômicas do município, destacando-se a produção de farinha de mandioca, muito apreciada pela população regional (DUARTE; PASA, 2016).

### PROCESSAMENTO DOS DADOS

A escolha da área de estudo foi feita com o auxílio da plataforma BD Queimadas (INPE, 2021), na qual verificou-se quais municípios brasileiros foram os mais afetados pelas queimadas de 2020.

Em seguida a escolha da área, utilizou-se os dados obtidos pelo satélite Landsat 8 com o sensor Operational Land Imager (OLI), identificadas pelas órbitas/pontos 226/071, 226/071, 227/071 e 227/072 nos meses de junho (pré fogo), julho, agosto e setembro de 2020.

Após o pré-processamento das imagens, unificação das cenas e corte do município, aplicou-se o Índice de queimada por Razão Normalizada (NBR), conforme a equação 1.

$$NBR = \frac{(IP-IM)}{(IP+IM)} \quad (1)$$

No qual,

*NBR* = Índice de Queimada Normalizada;

*IP* = Infravermelho Próximo;

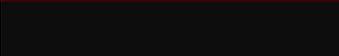
*IM* = Infravermelho Médio.

Em seguida determinou-se a severidade do fogo, dada pela diferença entre o NBR do pré-fogo e NBR pós fogo (Equação 2).

$$\Delta NBR = (Mês \text{ antes queimada} - Mês \text{ queimada}) \times 1000 \quad (2)$$

A subtração entre o mês que antecede a queimada com os meses intermediários da queimada destaca a diferença entre as imagens ressaltando na imagem. As imagens resultantes do  $\Delta NBR$  foram comparadas com os valores propostos por Key e Benson (1999), presente na tabela 1.

Tabela 1 – Escala de severidade de queimada

Nível de severidade	Variação do $\Delta$ NBR	Cor adotada
Alta Regeneração	-500 a -251	
Baixa Regeneração	-250 a -101	
Não queimado	-100 a +99	
Baixa Severidade	+100 a +269	
Baixa Moderada Severidade	+270 a +439	
Alta Moderada Severidade	+440 a +659	
Alta Severidade	+660 a +1350	
Anomalia	>+1350	

Fonte: Adaptado de Key e Benson (1990)

Após o processamento dos deltas, foram calculadas as áreas referentes à cada severidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início dos incêndios no Pantanal pode ser proveniente de fatores adversos do clima, iniciados em função de calor prolongado, altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e ventos intensos (FIOCRUZ, 2020).

A expansão rural utiliza o fogo como técnica de manejo agropastoril. As atividades do uso e ocupação do solo podem afetar o fluxo hídrico pantaneiro (FERREIRA et al., 2018). O fluxo influencia o período de queimada, embora estas acontecem frequentemente no bioma, os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro são os mais propensos ao fogo uma vez que o período de estiagem contribui para a intensificação das queimadas (FERREIRA; LARCHER; RABELO, 2018; VIGANÓ et al., 2018).

As cicatrizes das áreas queimadas do ano de 2020 para o município de Poconé – MT estão identificados na figura 2.

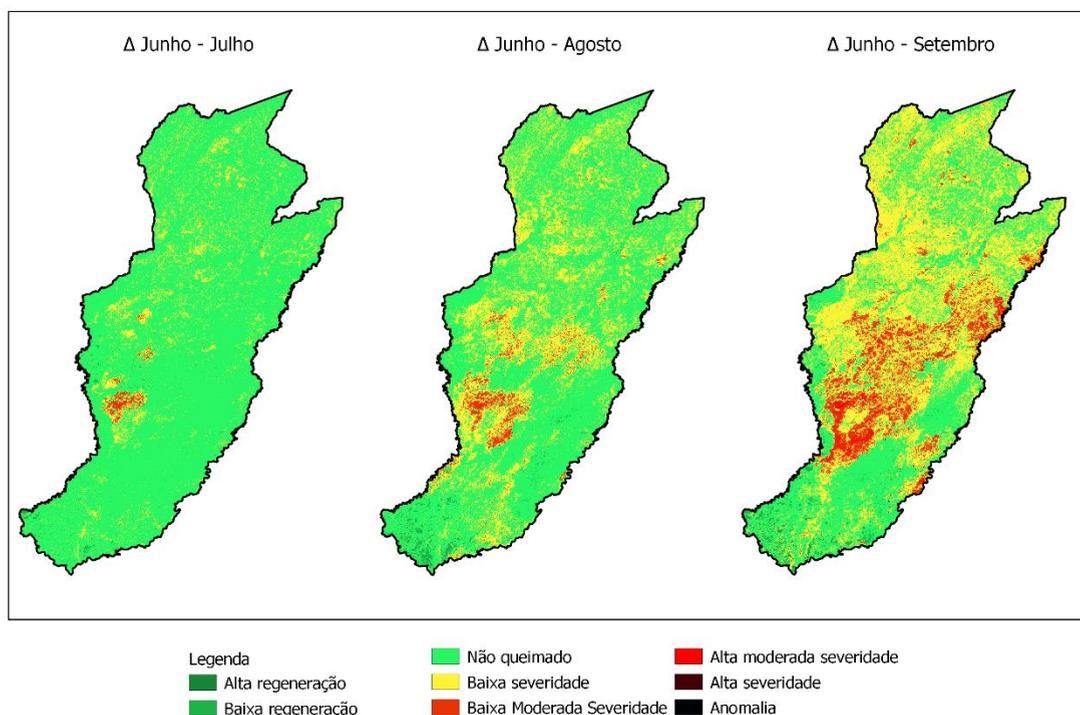


Figura 2 – Severidade de queimada para os meses de julho, agosto e setembro (2020)

Os tons em verde representam tanto as áreas de altas e baixas regeneração e quanto as áreas não queimadas, uma vez que o objetivo do trabalho é identificar e quantificar os focos de incêndio da área. Os tons amarelados iniciam a representação da alteração da paisagem, denominadas como queimadas de baixas severidades.

Observa-se a gradativa mudança na paisagem do município conforme aumenta o tempo de queimada. Em “Δ Junho - Julho” percebe-se que, de forma geral, há pouca variação entre os meses, com pontuais focos de queimadas de baixa severidade ao longo do município o início de queimadas “moderada severidade”. Para “Δ Junho – Agosto” tem a uma crescente propagação da queima, inicia pontuais focos com alta moderada severidade. Por fim, em “Δ Junho – Setembro”, a comparação entre junho e o terceiro mês de queima, setembro, é notável o aumento de queimadas de baixa moderada e intensificação das queimadas baixa moderada severidade para alta moderada severidade.

Após os resultados do processamento, as áreas de cada classe foram quantificadas, apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Quantificação das áreas queimadas

Nível de severidade	Quantificação da severidade de queimada (Km <sup>2</sup> )		
	Δ junho - julho	Δ junho - agosto	Δ junho - setembro
Alta Regeneração	2,43	8,98	37,68
Baixa Regeneração	117,70	283,78	346,78
Não queimado	15356,63	11641,43	7186,23
Baixa Severidade	1558,91	4718,39	7778,40
Baixa Moderada Severidade	117,38	485,83	1597,70
Alta Moderada Severidade	2,31	12,56	204,93
Alta Severidade	0,59	2,73	4,06
Anomalia	0,00	0,00	0,000
Total	17155,96	17153,69	17155,79

As inferências visuais coincidem com as observadas na tabela, a gradativa mudança na paisagem do município conforme aumenta o tempo de queimada (Figura 2).

Nota-se um aumento dos valores de alta e média regeneração conforme aumenta o tempo de queima, porém, esse comportamento é recorrente, pois, devido a algumas espécies vegetais apresentarem adaptações à queimada, tais como preservação da gema abaixo do sol, além disso a queima amena, pode servir de estímulo para ativação de sementes adormecidas, ou até o incentivo de meristemas produzirem novos brotos (CIRNE; SCARANO, 1996), justificando os valores rebrotas em meio a queima.

O agravamento das severidades é perceptível conforme o avanço temporal, os valores de áreas consumidas pelas queimadas para a baixa moderada severidade quando analisadas em termos percentuais, tem-se um crescimento de 414%, comparando-se Δ junho – julho e Δ junho – agosto, já quando compara-se com Δ junho – setembro, apresentou um crescimento de 1361%. O mesmo comportamento observou-se para a alta moderada severidade, comparando-se Δ junho – julho e Δ junho – agosto, observou-se um crescimento de 544%, já quando se comparou a Δ junho – setembro, observou-se um crescimento de 8871%.

Vale ressaltar que as queimadas de florestas primárias e áreas de pastagem geram



fortes emissões de gases e aerossóis para a atmosfera (SANTOS et al., 2017). Devido às características das partículas resultantes da queimada, predominantemente finas, há uma fácil dispersão dessas por milhares de quilômetros (PAULIQUEVIS et al., 2007). Os mesmos autores ainda destacam que os aerossóis provenientes da queima têm uma correlação direta com a radiação solar, que conseqüentemente irá modificar severamente a quantidade energia solar incidente na superfície da Terra interferindo a longo prazo os processos fotossintéticos.

Outro fator atribuído aos aerossóis são as complicações e distúrbios respiratórios, sendo caracterizados como reações alérgicas, infecções, que são sendo influenciados diretamente pelo tempo e clima, ou sendo indiretamente pelo aumento dos níveis de poluição na atmosfera (SOUZA; SANT'ANNA NETO, 2008), causando um grande impacto no sistema de saúde pública, a qual já sofre um aumento de pressão nos atendimentos devido às condições climáticas da época de baixa umidade e altas temperaturas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível evidenciar como o processamento de imagens auxilia na determinação de áreas que sofrem com queimadas. Além disso, as quantificações obtidas corroboram com a ideia de que práticas de manejo agropastoril podem desencadear nas ocorrências registradas, as quais se intensificaram expressivamente nos dois últimos meses estudados.

Desta forma, outros estudos envolvendo o município seriam importantes para identificar problemas e propor soluções envolvendo a população, os quais eventualmente podem sofrer com alterações no ecossistema local, com a poluição atmosférica e demais danos ambientais provocados.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. **Deteção de incêndios florestais por satélites.** *Floresta*, v. 34, n. 2, 2004.  
Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/publication/332566943\\_Utilizacao\\_dos\\_indices\\_espectrais\\_NBR\\_](https://www.researchgate.net/publication/332566943_Utilizacao_dos_indices_espectrais_NBR_)

e\_NDVI\_na\_caracterizacao\_de\_incendios\_no\_PARNA\_Chapada\_Diamantina\_Bahia\_Estudo\_de\_caso\_dos\_Gerais\_do\_Machobongo>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DEPRÁ, B. et al. **Identificação de queimadas nos Campos de Cima da Serra, RS, através dos índices NDVI e NBR**. 2012, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente, p. 199-202.

Disponível em:

<[http://www2.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2012\\_III\\_SBG/\\_artigos/A130.pdf](http://www2.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2012_III_SBG/_artigos/A130.pdf)>.

Acesso em: 20 abr. 2021.

Ferreira, S. W.T.; Larcher, L.; Rabelo. A.P.C. Análise da distribuição espaço-temporal dos focos de incêndio no Pantanal (2000-2016).

Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 563-573

FIEDLER, N.C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. de. **Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso**. Revista *Árvore*, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2006. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000100008&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000100008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 20 abr. 2021.

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). **Incêndios florestais no pantanal 2020**. Nota Técnica 1. 2020

Key CH, Benson NC (2006) Landscape Assessment (LA). **FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System**. (Eds DC Lutes, RE Keane, JF Carati, CH Key, NC Benson, LJ Gangi) USDA Forest Service, Rocky Mountains Research Station General Technical Report RMRS-GTR-164-CD. p. LA-1–55. (Fort Collins, CO)

LEITE, C. C. S. de S. et al. Utilização dos índices espectrais NBR e NDVI na caracterização de incêndios no PARNA Chapada Diamantina (Bahia): Estudo de caso dos Gerais do Machobongo. 2017, Santos. **Anais...** Santos, p.2131-2137, 2017. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Sarah-Moura/publication/332566943\\_Utilizacao\\_dos\\_indices\\_espectrais\\_NBR\\_e\\_NDVI\\_na\\_caracterizacao\\_de\\_incendios\\_no\\_PARNA\\_Chapada\\_Diamantina\\_Bahia\\_Estudo\\_de\\_caso\\_dos\\_Gerais\\_do\\_Machobongo/links/5cbe03c44585156cd7ab502a/Utilizacao-dos-indices-espectrais-NBR-e-NDVI-na-caracterizacao-de-incendios-no-PARNA-Chapada-Diamantina-Bahia-Estudo-de-caso-dos-Gerais-do-Machobongo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sarah-Moura/publication/332566943_Utilizacao_dos_indices_espectrais_NBR_e_NDVI_na_caracterizacao_de_incendios_no_PARNA_Chapada_Diamantina_Bahia_Estudo_de_caso_dos_Gerais_do_Machobongo/links/5cbe03c44585156cd7ab502a/Utilizacao-dos-indices-espectrais-NBR-e-NDVI-na-caracterizacao-de-incendios-no-PARNA-Chapada-Diamantina-Bahia-Estudo-de-caso-dos-Gerais-do-Machobongo.pdf)>.

Acesso em: 21 abr. 2021.

MEDEIROS, M. B. de.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982004000200157&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982004000200157&script=sci_arttext)>. Acesso em: 21 abr. 2021.

PAULIQUEVIS, T; ARTAXO, P; OLIVEIRA, P. H; PAIXÃO. O papel das partículas de aerossol no funcionamento dos ecossistemas amazônicos. **Mudanças Climáticas**. P. 48 – 50, 2007

SANTOS, T. O; FILHO, V. S. A; ROCHA, V. M; MENEZES, J. S. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 2, p 157-181, 2017



SILVA, T. B.; ROCHA, W. de J. S. da F., ANGELO, M. F. Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. In: XVI Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 6969-6976, 2013.

Disponível em:

<<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.56.07/doc/p1493.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SILVA, S. N. R. da. Poluição atmosférica: o efeito da pluma das queimadas sobre o meio ambiente. In: MARTINS, M. B. et al. **Reflexões em Biologia da Conservação**, Belém do Pará, 2020, v. 2, p. 146-154.

SOUZA, C. G. de; SANT'ANNA NETO, J. L. Ritmo climático e doenças respiratórias: interações e paradoxos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 4, p. 65-82, 2008

TEOBALDO, D.; BAPTISTA, G. M. M. Quantificação do Grau de Severidade de Queimada em Unidades de Conservação no Distrito Federal por meio dos Índices Espectrais dNBR e RdNBR. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 6534-6540, 2013. Disponível em:

<<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.17.32/doc/p0317.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2021.