

---

# **PREVISÃO DE SECAS PARA A RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN) CISALPINA, BRASILÂNDIA/MS, DE 2017 A 2020**

## **DROUGHT FORECAST FOR THE PRIVATE RESERVE OF NATURAL HERITAGE (RPPN) CISALPINA, BRASILÂNDIA / MS, FROM 2017 TO 2020**

Danilo Pinho de Almeida<sup>1</sup>  
André Luiz Pinto<sup>2</sup>  
Patrícia Helena Mirandola Garcia<sup>3</sup>

---

**RESUMO:** A Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Cisalpina, localizada no município sul-mato-grossense de Brasilândia, compreende vasta área de várzea, formada pelo alagamento de antigos paleocanais do rio Verde e córrego Bom Jardim, regida pela variação do nível do rio Paraná, que abriga rica fauna e flora, por essa razão preservada pela Companhia Energética de São Paulo – CESP. Uma constante preocupação da reserva é contra incêndios florestas, sobretudo por ser cortada pela BR158, que constitui importante ligação rodoviária, pavimentada, entre Brasilândia/MS e Pauliceia/SP. Para colaborar no plano de manejo dessa unidade de conservação o laboratório de Análise Ambiental FINEP/CPTL/UFMS, analisou diversos indicadores de seca e selecionou o índice de precipitação padronizada – SPI e a partir dele, utilizando-se do modelo estatístico Holt-Winters, elaborou previsão das secas para a reserva, no curto período de 2017 a 2020. Pois esse universo de tempo gerou informações com menor margem de erro. Os resultados apontam que esse período será moderadamente seco, oscilando o SPI médio anual de -0,56, em 2017, para -0,86, em 2020. O ano de 2018 será mais úmido e os de 2019 e 2020 serão mais secos, sendo que o mês muito seco será abril, com -1,03, em 2019 e -1,13, em 2020 de SPI. Ao mesmo tempo, se prevê que em apenas oito meses, dos quarenta e oito analisados, haverá umidade acima da normal.

**Palavras-chave:** Previsão de secas. Índice de Precipitação Padronizada – SPI. RPPN Cisalpina.

---

<sup>1</sup> Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL. E-mail: almeida.danilopinho@gmail.com.

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia Mestrado (UFMS/CPTL) Membro do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) E-mail: andre.pinto@ufms.br.

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia Mestrado (UFMS/CPTL) e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências (Doutorado) - Área Educação Ambiental, do Instituto de Física da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS-Campo Grande). Líder do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) E-mail: patriciaufmsgeografia@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2018 e aceito para publicação em dezembro de 2018.

**ABSTRACT:** The Natural Reserve of Natural Heritage - RPPN Cisalpina, located in the south-mato-grossense municipality of Brasilândia, comprises a vast area of meadow, formed by the flooding of old paleocanals of the Verde river and stream Bom Jardim, governed by the variation of the level of the Paraná river, which is home to rich fauna and flora, for this reason preserved by Company Energetic de São Paulo - CESP. A constant concern of the reserve is against forest fires, mainly because it is cut by BR158, which is an important paved road link between Brasilândia / MS and Paulicéia / SP. In order to collaborate in the management plan of this conservation unit, the FINEP / CPTL / UFMS Environmental Analysis Laboratory analyzed several drought indicators and selected the standardized precipitation index (SPI) and from it, using the Holt-Winters statistical model, prepared a forecast of the droughts for the reserve, in the short period from 2017 to 2020. For this universe of time generated information with fewer margins of error. The results indicate that this period will be moderately dry, with the average annual SPI ranging from -0.56 in 2017 to -0.86 in 2020. 2018 will be more humid and 2019 and 2020 will be drier, and the very dry month will be April, with -1.03 in 2019 and -1.13 in 2020 of SPI. At the same time, it is predicted that in just eight months, out of forty-eight analyzed, there will be moisture above normal.

**Keywords:** Drought forecast. Standardized Precipitation Index – SPI. Cisalpina RPPN.

## INTRODUÇÃO

Em geral, as secas são designadas em função dos fatores naturais que as causam, tais como o clima da região, a distribuição espacial e temporal das precipitações, a capacidade de armazenamento de água pelo solo, as flutuações dos lençóis freáticos subterrâneos e a qualidade de água armazenada na superfície ou corrente, o que torna extremamente difícil a formulação de uma definição consensual de seca (SOUZA; ALBUQUERQUE; LOPES, 2000).

Guedes e Macedo (2012, p. 56) explicam as dependências das secas e, de forma sucinta, falam sobre sua ocorrência:

As secas dependem dos sistemas meteorológicos que atuam na região, do relevo e dos fenômenos climáticos de grande escala que influenciam as variáveis que definem o comportamento e a circulação da atmosfera. Muitas regiões do globo estão suscetíveis à ocorrência de secas, principalmente as regiões equatoriais onde a insolação é maior (GUEDES; MACEDO, 2012, p. 56).

Portanto, a previsão do período das secas é importante em virtude de suas consequências, associadas a perdas socioeconômicas e ambientais, que provocam desequilíbrios ao meio. Segundo Serra (2014, p.4-5):

[...] importante na análise de secas é o intervalo de tempo que se considera para a variável instrumental utilizada na sua identificação e caracterização. Existem diferenças significativas, consoante o intervalo de tempo utilizado, pois este afeta o tipo de análise a efetuar, o tamanho da amostra da variável em análise e conseqüentemente o número de eventos de seca e a intensidade da seca. Quanto menor o intervalo de tempo maior a correlação na série temporal, sendo que intervalos de tempo demasiado pequenos podem conter eventos de seca dependentes, dificultando ou mesmo impossibilitando o recurso a análise estatística (SERRA, 2014, p.4-5).

Como a dinâmica das precipitações influencia diretamente na paisagem e no ordenamento territorial, e a Reserva Particular do Patrimônio Natural da Cisalpina – RPPN, pertencente à Companhia Energética de São Paulo – CESP, o presente artigo propõe-se contribuir com subsídios para as previsões de chuvas pelo método de Holt-Winters e pela análise do *Standardized Precipitation Index* (índice padronizado de precipitação – SPI) para o período de 2017 a 2020. As informações sobre os eventos futuros de seca mostram-se importantes para a gestão e ao manejo de áreas de relevância ambiental.

A anomalia climática refere-se a uma flutuação extrema de um elemento em uma série climatológica, com desvios acentuados do padrão observado de variabilidade. Já mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração da média no tempo (ROSENZWEIG; HILLEL, 1998).

Segundo Blain e Kaiano (2011, p.138):

As dificuldades associadas à mitigação e combate dos efeitos dessa anomalia climática têm início desde o estabelecimento de uma definição clara do termo seca, até o conhecimento da vulnerabilidade que cada atividade, região ou sociedade apresenta em relação a essa condição climática adversa.

Para Wilhite e Glantz (1985, p.115), as definições operacionais “tentam identificar o início, a gravidade dos episódios de seca. As estimativas dos impactos potenciais estão incluídas em algumas definições operacionais”.

O *Standardized Precipitation Index* (Índice Padronizado de Precipitação – SPI), desenvolvido por McKee, Doesken e Kleist (1993; 1995), é um método de monitoramento das condições de seca, em diversas escalas de tempo, comparável em diferentes regiões e períodos. O SPI tem sido utilizado por programas estaduais e federais na detecção de regiões com severos déficits de precipitação pluvial, destacando-se os trabalhos de McKee, Doesken e Kleist (1993; 1995), Guttman (1998; 1999), Hayes et al. (1999), Heim Junior (2002), Sansigolo (2004), Blain (2005) e Blain e Kaiano (2011), pesquisas em que são descritas diversas considerações a respeito de possíveis aplicações do SPI, bem como o algoritmo de cálculo desse índice.

Para a previsão, foi utilizado o método de Holt-Winters que é baseado em equações “alisadoras”; uma para o nível, outra para tendência e para sazonalidade, e esta da sazonalidade pode ter efeito multiplicativo ou aditivo (SAMOHYL; ROCHA; MATTOS, 2001).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 A RPPN Cisalpina**

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Cisalpina (RPPN Cisalpina) está localizada no município de Brasilândia/MS, às margens do Rio Paraná, com 18.958,45402ha ou 189,58454 km<sup>2</sup> de área total, entre as coordenadas geográficas de 21,180435 e 21,376351 de latitude S e 51,859652 e 51,980551 de longitude W, (Figura 01)

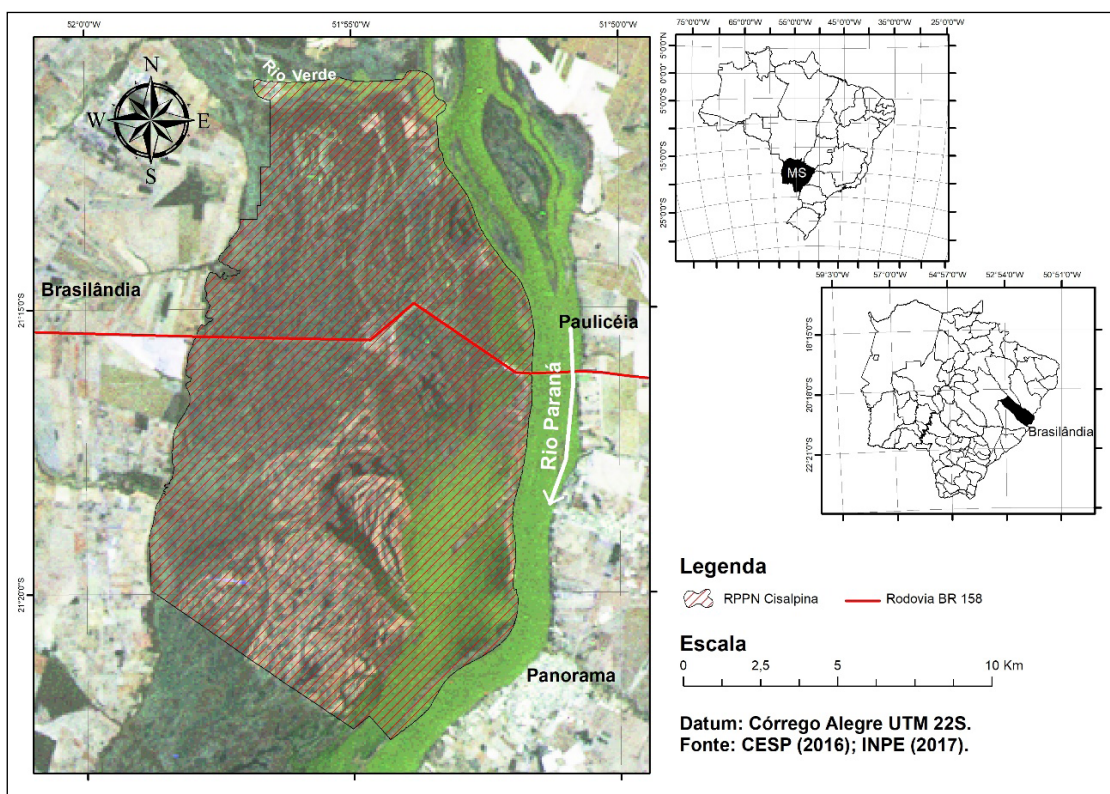


Figura 1. Localização da RPPN Cisalpina, Brasilândia/MS.

Segundo Andrade (2011, p. 21), a reserva apresenta precipitação média anual superior a 1.200mm, com baixos índices os meses de abril a setembro; contudo, ao longo da serie histórica analisada, de 1984 a 2016, constatou-se precipitação média anual de 1.262mm. O relevo da reserva é predominantemente ondulado e suave ondulado (variação entre 0 e 8%). Nas áreas mais elevadas da reserva, que não sofrem com inundações, há mistura de espécies de mata, cerradão e cerrado.

De acordo com Feitosa, Andrade e Rodrigues (2009), nesse local existem algumas espécies ameaçadas de extinção, como o cervo do pantanal (*Blastocerus dichotomus*), o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), o jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris*), o tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e o tamanduá mirim (*Tamandua tetradactyla*). Os autores descrevem mudanças nos cursos de refluxo, que sujeitam as espécies típicas de várzeas a sobreviverem em áreas completamente secas e é provável que as espécies de plantas do cerrado sofram uma adaptação local ou readaptação devido à elevação do nível das águas subterrâneas, caracterizando uma mistura florística entre este tipo de vegetação com estruturas de floresta fisionômica. Os solos locais foram gerados por intempérie, consistindo em sedimentos coluviais e aluviais, provenientes de áreas de origem distal. Dessa forma, abaixo da foz do rio Verde, a planície do rio Paraná apresenta-se como uma extensa planície de inundação, inundada periodicamente durante a estação chuvosa e exhibe um complexo sistema de lagoas, córregos e canais interligados entre si e o canal do rio.

## 2.2 Obtenção e tratamentos dos dados de precipitação

Neste trabalho foram usados os totais mensais precipitados de 32 anos, no período de 1984 a 2016, das estações meteorológicas Fazenda Boa Esperança, Pauliceia e Porto Panorama, localizadas mais próximas ao município de Brasilândia onde se posiciona a

RPPN Cisalpina, cuja série apresenta longo período de registros, fornecidos pelo INMET. (Tabela 01)

Para obtenção de dados da RPPN Cisalpina, foram realizados cálculos de *Inverse distance weighting* (IDW) pela linguagem de programação R. O IDW, que realiza a estimativa da variável ao longo do espaço, ponderando pesos a cada um dos  $n$  pontos mais próximos, o que é função do inverso de uma potência da distância (JIMENEZ; DOMEQ, 2008).

**Tabela 1.** Localização das estações meteorológicas utilizadas para os cálculos de IDW, para a RPPN Cisalpina, Brasilândia/MS.

Estação	Código	Lat.	Long.	Município/UF
Fazenda Boa Esperança	02152014	-21,2494	-52,2881	Brasilândia/MS
Porto Panorama	63500000	-21,3508	-51,8539	Panorama/SP
Paulicéia	02151041	-21,3167	-51,8333	Paulicéia/SP

Fonte: INMET (2017)

### 2.3 Método de previsão de Holt-Winters.

Para a previsão da precipitação mensal, no período de 2017 a 2020, utilizou-se o método aditivo de Holt-Winters, o qual é amplamente utilizado para modelagem de dados sazonais cuja amplitude de ciclo sazonal permanece constante com o passar do tempo (MINGOTI; GLÓRIA, 2001).

Existem vantagens no modelo, como seu fácil entendimento, aplicação não dispendiosa, adequadas para série com padrão de comportamento mais geral, e desvantagens como dificuldades de determinar os valores mais apropriados das constantes de suavização e/ou impossibilidade de estudar as propriedades estatísticas, tais como média e variância de previsão e construção de um intervalo de confiança (MORETTIN; TOLOI, 2004).

### 2.4 Índice Padronizado de Precipitação – SPI

A elaboração da previsão das precipitações foi calculada e enquadrada dentro das classes do *Standardized Precipitation Index* (índice de precipitação padronizada – SPI), desenvolvido por McKee et al. (1993). Segundo esses autores, é o índice mais eficiente e fácil para quantificar o déficit ou o excesso de precipitação para diferentes escalas de tempo. Essa versatilidade permite ao SPI monitorar o fornecimento de água em pequenas escalas, voltando-se mais ao interesse agrícola assim como monitorar tal fornecimento em longas escalas de tempo voltando-se mais ao interesse hidrológico. McKee et al. (1993; 1995) originalmente calcularam o índice em escalas de tempo de três, seis, doze, vinte e quatro e quarenta e oito meses.

Segundo Guedes e Macedo (2012), os tipos de secas estão associados diretamente às escalas temporais do SPI porque, quanto maior a duração, maior o déficit hídrico e, conseqüentemente, maiores os prejuízos socioambientais e sociais. SPI até três meses reflete as condições de água no solo em curto e médio prazo e fornece a estimativa da precipitação sazonal.

Segundo Fernandes et al. (2009), conceitualmente, o SPI representa o *z-score*, ou seja, o número de desvios padrão acima e abaixo do qual um evento (valor) encontra-se em relação à média; entretanto, isso não é totalmente correto para escalas curtas de tempo, visto que a distribuição original da precipitação original não é assimétrica.

O SPI é baseado em um banco histórico de dados de chuva, de pelo menos 30 anos (HAYES et al., 1999), sendo ajustado a partir da distribuição gama, que é então transformada em uma distribuição normal, a qual, pela definição tem o valor zero para sua média e variância unitária. Os valores positivos de SPI indicam que a precipitação é maior do que a mediana ou média e os valores negativos indicam precipitações menores que a mediana ou média. Devido ao fato do SPI ser normalizado, climas mais secos ou úmidos podem ser representados no mesmo modo.

Para Fernandes et al. (2009), esse método tem a grande vantagem de padronizar a análise, permitindo comparar regiões totalmente distintas como, por exemplo, regiões com climas mais úmidos e chuvosos com regiões mais áridas e secas. Outra vantagem do SPI, apontada por Lana, Serra e Burgueño (2001), é que os fatores topográficos não influenciam nos resultados, ao contrário do que acontece com o **Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI)**.

Segundo Altamirano (2010), como a precipitação não segue uma distribuição normal, para o cálculo do SPI aplica-se inicialmente uma transformação, tal que os valores transformados tenham distribuição normal. Dessa forma, a média do SPI para um determinado local e período assume valor zero.

Valores positivos de SPI indicam precipitação maior do que a mediana de precipitação, enquanto os valores negativos indicam precipitação abaixo da mediana, ocorrendo o evento da seca cujo valor é igual ou menor a -1. Dentro de suas escalas, os valores menores ou iguais a -2 indicam seca extrema e os maiores ou iguais a 2 umidade extrema. (Quadro 01)

**Quadro 1.** Classificação do Índice de Precipitação Padronizada – SPI

SPI	Classificação
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,00 a 1,99	Muito úmido
0,50 a 0,99	Moderadamente úmido
0,49 a - 0,49	Próximo ao normal
-0,50 a - 0,99	Moderadamente seco
-1,00 a -1,99	Muito seco
$\leq -2,00$	Extremamente seco

Fonte: Fernandes et al. (2009, p.22).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos pelo método de previsão Holt-Winters foram posteriormente analisados pelo método de SPI e, dessa forma, a tabela 02 reflete a classificação em consonância com o quadro 01. Pode-se notar que a RPPN Cisalpina terá redução nas concentrações mensais

de chuvas, que implicará em modificações tendendo às secas. Apesar de se enquadrarem na classe moderadamente seca, os quatro anos de previsão, aumentou de SPI médio, de -0,56, em 2017, para -0,86, em 2020. Em 2019, haverá um mês muito seco (abril) e, em 2020, três meses, sendo dois contínuos (março e abril) e novembro isoladamente.

Em nenhum mês terá umidade, acima da normal, segundo o SPI, que ocorrerá em apenas oito dos 48 analisados e, desses quatro, serão em 2017 e apenas um mês próximo a normal, para os anos de 2019 e 2020.

Não foi apontado nenhum evento extremo, porém as durações dos eventos chamam a atenção devido à fragilidade que esse ecossistema apresenta, pois este depende muito das precipitações, sobretudo para a manutenção da umidade, em suas áreas baixas e alagadiças.

Ayoade (1986, p.272-273) traz algumas classificações para as secas que podem ser identificadas frente às condições da precipitação ou à quantidade e distribuição, que podem ser permanentes, sazonais, contingentes e invisíveis. Ao se utilizar essa forma de classificação, pode-se dizer que a RPPN Cisalpina terá, no período de 2017 a 2020, uma seca invisível, que ocorre sempre que o suprimento de umidade do solo ou das precipitações deixe de ser igual às necessidades hídricas diárias das plantas, e resulta na lenta secagem do solo e modificação da paisagem.

**Tabela 2.** Resultados e classificação da previsão mensal de chuvas para a RPPN Cisalpina, Brasilândia/MS, para o período de 2017 a 2020.

Meses	2017		2018		2019		2020	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação
Jan	-0,32	Próximo ao normal	-0,42	Próximo ao normal	-0,52	Moderadamente seco	-0,62	Moderadamente seco
Fev	-0,70	Moderadamente seco	-0,80	Moderadamente seco	-0,90	Moderadamente seco	-1,00	Moderadamente seco
Mar	-0,75	Moderadamente seco	-0,85	Moderadamente seco	-0,95	Moderadamente seco	-1,05	<b>Muito seco</b>
Abr	-0,83	Moderadamente seco	-0,93	Moderadamente seco	-1,03	<b>Muito seco</b>	-1,13	<b>Muito seco</b>
Mai	-0,58	Moderadamente seco	-0,68	Moderadamente seco	-0,78	Moderadamente seco	-0,88	Moderadamente seco
Jun	-0,09	Próximo ao normal	-0,19	Próximo ao normal	-0,29	Próximo ao normal	-0,39	Próximo ao normal
Jul	-0,49	Próximo ao normal	-0,59	Moderadamente seco	-0,69	Moderadamente seco	-0,79	Moderadamente seco
Ago	-0,55	Moderadamente seco	-0,65	Moderadamente seco	-0,75	Moderadamente seco	-0,85	Moderadamente seco
Set	-0,60	Moderadamente seco	-0,70	Moderadamente seco	-0,80	Moderadamente seco	-0,90	Moderadamente seco
Out	-0,62	Moderadamente seco	-0,73	Moderadamente seco	-0,83	Moderadamente seco	-0,93	Moderadamente seco
Nov	-0,77	Moderadamente seco	-0,87	Moderadamente seco	-0,97	Moderadamente seco	-1,07	<b>Muito seco</b>
Dez	-0,48	Próximo ao normal	-0,58	Moderadamente seco	-0,68	Moderadamente seco	-0,78	Moderadamente seco
<b>Média</b>	-0,56	Moderadamente seco	-0,66	Moderadamente seco	-0,76	Moderadamente seco	-0,86	Moderadamente seco

Fonte: Tabulação de dados da pesquisa

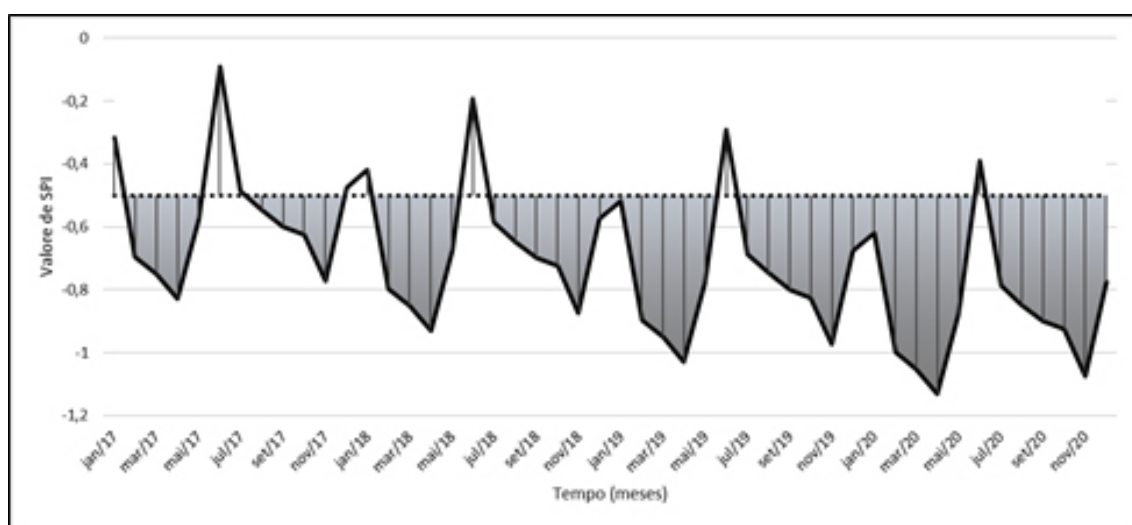
Quando analisada a frequência das classificações, disponibilizada na tabela 03, tem-se que a maior classe enquadra-se no SPI moderadamente seco, em todos os anos, oscilando de 66,7%, em 2017 e 2020, a 83,3%, nos anos de 2018 e 2019. Em 2019, tem início a classe *muito seco*, com percentagem de 8,3, passando em 2020, para 25% do total.

**Tabela 3.** Frequências mensais das previsões, segundo as classes de SPI, para o período de 2017 a 2020, em %, para a RPPN Cisalpina, Brasilândia/MS.

Anos	2017		2018		2019		2020	
Classe	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Extremamente úmido	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Muito úmido	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moderadamente úmido	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Próximo ao normal	4	33,3	2	16,7	1	8,3	1	8,3
Moderadamente seco	8	66,7	10	83,3	10	83,3	8	66,7
Muito seco	0	0,0	0	0,0	1	8,3	3	25,0
Extremamente seco	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Σ	12	100,0	12	100,0	12	100,0	12	100,0

Fonte: Tabulação de dados da pesquisa

Quando se analisa a série temporalmente, constata-se ainda mais a previsão de que os períodos secos serão mais pronunciados, de maio de 2019 a novembro de 2020, perfazendo 11 meses de duração dos eventos mais secos. E que abril de 2020 será a mês mais seco e junho de 2017 foi o menos seco, do período de previsão de 2017 a 2020. (Figura 02)



Fonte: Tabulação de dados da pesquisa

**Figura 2.** Resultados das previsões de SPI no recorte temporal de 2017 a 2020, para a RPPN Cisalpina, Brasilândia/MS.



Nota-se ainda que todos os meses de maio, da analisados pela previsão, foram e serão secos, com exceção de novembro de 2020, que também serão secos e que os outros meses de novembro, de 2017, 2018 e 2019, também serão secos, porém com SPI inferiores. Comportamento inverso projeta-se ao mês de junho, mês típico de seca, por isso será o mês mais próximo à normalidade, de toda a série analisada.

Brown et al. (2006) relatam que, quando as florestas tropicais secaram, grandes incêndios irromperam na região, destruindo centenas de milhares de hectares de floresta. Tais incêndios produziram grande quantidade de fumaça, que afetou a saúde humana e fechou aeroportos, escolas e empresas. Os impactos ecológicos comprometeram a exequibilidade do manejo sustentável da floresta na região, que está atualmente avançado como base promissora para a economia regional.

Atualmente, a RPPN Cisalpina tem áreas de recuperação ambiental com uso de plantio de mudas, as quais precisam de água para seu período de desenvolvimento inicial e principalmente de transição de ambiente e, além disso, as alterações nas quantidades de água provocam mudanças em rotas de migração animais ou afasta-os da região.

Outro ponto relevante é que os períodos longos de seca favorecem as chamadas tempestades, com abundantes precipitações de chuvas. Essa grande quantidade de água em pouco tempo pode gerar consequências negativas como processos erosivos de solo, arreamento de sedimentos e outras substâncias aos corpos hídricos da região, a perda das características do solo, em especial, de seus nutrientes, tornando mais complicadas e custosas as formas de manejo local.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A previsão do comportamento das precipitações na RPPN Cisalpina, para o período de 2017 a 2020, segundo o método de Holt-Winters, analisada segundo as classes de SPI, mostra que esse período será moderadamente seco, oscilando o SPI médio anual de -0,56, em 2017, para -0,86, em 2020. Os anos de 2019 e 2020 serão os anos mais secos, sendo que o mês muito seco será abril, com -1,03, em 2019 e -1,13, em 2020 de SPI. Ao mesmo tempo, se prevê que em apenas oito meses, dos quarenta e oito analisados, haverá umidade acima da normal.

Os três meses mais secos serão, março, abril e novembro, e se considerar-se que março é o final do verão chuvoso, abril o início do outono e novembro, como início das chuvas mais abundantes, após o inverno, essa redução da precipitação irá trazer transformações à paisagem, pois o período seco típico (outono e inverno) será ampliado, com os meses de março e novembro, passando de seis para oito meses secos. Esse fato influenciará no manejo florestal da reserva, que terá que antecipar a limpeza de aceiros, contra incêndios florestais, e proceder sua manutenção durante todo esse longo período seco, sobretudo, no ano de 2020.

## **REFERÊNCIAS**

- ALTAMIRANO, R. J. A. **Climatologia dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. 2010.** 170 f. 2010. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2010.
- ANDRADE, Fernando Brandão de. **Plano de manejo como ferramenta de gestão para**

**áreas naturais protegidas: avaliação dos resultados alcançados com a metodologia utilizada na reserva Cisalpina, Brasilândia/MS.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFMS/CPTL, Cuiabá, MT, 2011.

AYOADE, John O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Difel, 1986.

BLAIN, G. C. Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo. 2005. 120p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub-tropical) – Instituto Agronômico, Campinas – SP.

BLAIN, G.C; KAIANO, M. T. 118 anos de dados mensais do índice padronizado de precipitação: série meteorológica de Campinas, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 1, p. 137-148, 2011.

BROWN, F.; SCHROEDER, W.; SETZER, A. W.; MALDONADO, M. L. R.; PANDOJA, N.; DUARTE, A.; MARENGO, J. A. Monitoring fires in Southwestern Amazonia rain forest. **EOS, Transactions of the American Geophysical Union**, v. 87, n. 26, p. 253-264, 2006.

FEITOSA, M.V.; ANDRADE, F.B.; RODRIGUES, M.L.M. Plano de manejo para a RPPN Cisalpina em Brasilândia/MS: avaliação da metodologia e planejamento adotado. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA-SNPTEE*, 20., 2009, Recife/PE. **Anais [...]**. Recife/PE, 2009.

FERNANDES, D. S; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 48 p. (Documentos, 244).

GUEDES, R. V. S.; MACEDO, M. J. H. Análise espacial de eventos de secas com base no índice padronizado de precipitação e análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro, n. 23, p. 55-65, 2012.

GUTTMAN, G. B. Comparing the Palmer Drought Index and the “Standardized Precipitation Index”. **Journal of the American Water Resources**, Washington, v. 16, n. 2, p. 113-121, 1998.

\_\_\_\_\_. Accepting the “Standardized Precipitation Index”: A calculation algorithm Index. **Journal of the American Water Resources**, Washington, v. 35, n. 2, p. 311-322, 1999.

HAYES, J. M.; SVOBODA, M.D.; WILHITE, D. A.; VANYARKHO, O.V. Monitoring the 1996 drought using the Standardized Precipitation Index. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 80, n. 3, p. 429-438, 1999.

HEIM JUNIOR, R. R. A review of twentieth - century drought indices used in the United States. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 83, n. 8, p. 1149-1163, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. **Dados de Precipitação.** Disponível em: [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br). Acesso em: 19 abr. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PEQUISAS ESPACIAIS-INPE. **Dados de Satélite – CBERS 4.** Disponível em: [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Acesso em: 19 abr. 2017.

JIMENEZ, K. Q.; DOMEQ, F. M. **Estimação de chuva usando métodos de interpolação.** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. p. 16

LANA, Xavier; SERRA, Cesar; BURGUEÑO, Augusto. Patterns of monthly rainfall shortage and excess in terms of the standardized precipitation index for Catalonia (NE Spain). **International Journal of Climatology**, v. 21, n. 13, p. 1669-1691, 2001.

McKEE, T. B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J. The relationship of drought frequency and

- duration to time scales. *In*: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anehim, California. **Proceedings** [...]. Anehim, Califórnia, 1993.
- \_\_\_\_\_. Drought monitoring with multiple times scales. *In*: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 9., 1995, Boston. **Proceedings** [...]. Boston: PREPRINTS, 1995. p. 233–236.
- MINGOTI, Sueli A.; GLÓRIA, Fernando Augusto Alves. PrevGeo-A geoestatística aplicada em estudos de séries temporais: uma comparação com os métodos de Holt-Winters e Box e Jenkins. **Produto & Produção**, v. 6, n. 1, 2001.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 537 p.
- ROSENZWEIG, C.; HILLEL, D. **Climate change and the global harvest: potentials impacts of the greenhouse effect on agriculture**. Oxford University Press, 1998. 324 p.
- SAMOHYL, Robert Wayne; ROCHA, Rubson; MATTOS, Viviane Leite Dias de. Utilização do método de holt-winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22; INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 7., 2001, Salvador/BA. **Anais** [...] Salvador/BA, 2001. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR66\\_0742.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR66_0742.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2017.
- SANSIGOLO, C. A. Análise comparativa do desempenho dos índices de seca de Palmer (PDSI) e da precipitação normalizada (SPI) em Piracicaba, SP (1917- 2001). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, n. 3, p. 237-242, 2004.
- SERRA, Diana da Silva. **Modelação de secas: aplicação de casos de estudo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Técnico Lisboa, 2014.
- SOUZA, A.; ALBUQUERQUE, B. F. C.; LOPES, T. C. S. P. L. Um estudo do índice de Bhalme e Mooley – IBM (Bhalme e Mooley, 1980); Índice de anomalia de chuva – IAC (Rooy, 1965) para O Estado de Mato Grosso do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro/RJ. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2000. p. 1250-1258
- WILHITE, Donald A.; GLANTZ, Michael H. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. **Water international**, v. 10, n. 3, p. 111-120, 1985.