

**DIAGNÓSTICO DO MEIO NATURAL EM UNIDADES DE  
 CONSERVAÇÃO: O CASO DO PARQUE NACIONAL DE  
 SETE CIDADES (PIAÚÍ)**

DIAGNOSIS OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN CONSERVATION UNITS:  
 THE CASE OF THE SEVEN CITIES NATIONAL PARK (PIAÚÍ)

DIAGNÓSTICO DEL ENTORNO NATURAL EN UNIDADES DE  
 CONSERVACIÓN: EL CASO DEL PARQUE NACIONAL DE LAS SIETE  
 CIUDADES (PIAÚÍ)

Geografia

Jhulli de Melo MENDES<sup>1</sup>

[jhullimmendes@gmail.com](mailto:jhullimmendes@gmail.com)

Francílio de Amorim dos SANTOS<sup>2</sup>

[francilio.amorim@ifpi.edu.br](mailto:francilio.amorim@ifpi.edu.br)

**RESUMO**

A pesquisa teve como objetivos caracterizar os elementos ambientais e realizar diagnóstico ambiental do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), considerando as seguintes variáveis biofísicas: Declividade média ( $Dm$ ), Erosividade das chuvas ( $R$ ), Erodibilidade dos solos ( $k$ ) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada ( $NDVI$ ), como forma de subsidiar ações de gestão e planejamento ambiental da referida Unidade de Conservação (UC). O estudo baseou-se nas 4 (quatro) variáveis biofísicas, supracitadas, onde se realizou classificação e estabelecimento de notas para cada parâmetro. Desse modo, a fórmula descritiva final do Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) possibilitou inferir que o PN7C exibiu variações em relação ao risco de degradação, pois de 1998 para 2006 houve redução de 53,29 e deste para 2014 houve aumento para 55,14 unidades, possivelmente, devido a irregular distribuição das precipitações.

**Palavras-Chave:** Área protegida. Diagnóstico Físico Conservacionista. Conservação

**ABSTRACT**

The research aimed to characterize the environmental elements and perform environmental diagnosis of the Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), considering the following biophysical variables: Average slope ( $As$ ), Rain erosion ( $R$ ), Soil erodibility ( $k$ ) and index vegetation by normalized difference ( $NDVI$ ), as a way to subsidize environmental management and planning actions of the referred Conservation Unit (CU). The study was based on the four (4) above-mentioned biophysical variables, where classification and grading were performed for each parameter. Thus, the final descriptive formula of the Conservationist Physical Diagnosis (CPD) made it possible to infer that

<sup>1</sup> Ex-Bolsista PIBICjr dInstituto Federal do Piauí / Campus Piriipiri, Graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará

<sup>2</sup> Docente do Instituto Federal do Piauí / Campus Piriipiri, Doutor em Geografia

the PN7C exhibited variations in the risk of degradation, since from 1998 to 2006 there was a reduction of 53.29 and from 2014 to an increase of 55.14 units, possibly due to irregular rainfall distribution

**Key words:** Protected area. Conservationist Physical Diagnosis. Conservation.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo caracterizar los elementos ambientales y realizar el diagnóstico ambiental del Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), considerando las siguientes variables biofísicas: Pendiente promedio (Pp), erosión por lluvia (R), Erosionabilidad del suelo (k) e índice vegetación por diferencia normalizada (NDVI), como una forma de subsidiar la gestión ambiental y las acciones de planificación de la Unidad de Conservación (UC) referida. El estudio se basó en las cuatro (4) variables biofísicas mencionadas anteriormente, donde se realizaron la clasificación y la clasificación para cada parámetro. Así, la fórmula descriptiva final del Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) permitió inferir que el PN7C exhibió variaciones en el riesgo de degradación, desde 1998 hasta 2006 hubo una reducción de 53.29 y de 2014 a un aumento de 55.14 unidades, posiblemente debido a la distribución irregular de la lluvia.

**Palabras claves:** Área protegida. Diagnóstico Físico Conservacionista. Conservación.

## 1. INTRODUÇÃO

A paisagem constitui um conjunto complexo e sistêmico e seus elementos apresentam uma intrincada rede de interligação. Essa integrada rede possui suscetibilidades naturais e estas são agravadas por atividades humanas realizadas de modo intenso e sem planejamento. Dessa forma, estudos voltados à mensuração da qualidade ambiental por meio do emprego de parâmetros e sua respectiva integração em índices são essenciais ao conhecimento do meio natural, para subsidiar o planejamento das atividades humanas, notadamente em Unidades de Conservação, como é o caso do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C).

A realização de um diagnóstico ambiental é complexa e envolve a integração de diversas variáveis ambientais, que nessa pesquisa baseou-se no Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) como metodologia para diagnóstico ambiental do PN7C. O DFC embasa-se teoricamente em estudos realizados pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras (CIDIAT) e pelo Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR) da Venezuela, conforme atesta Beltrame (1994).

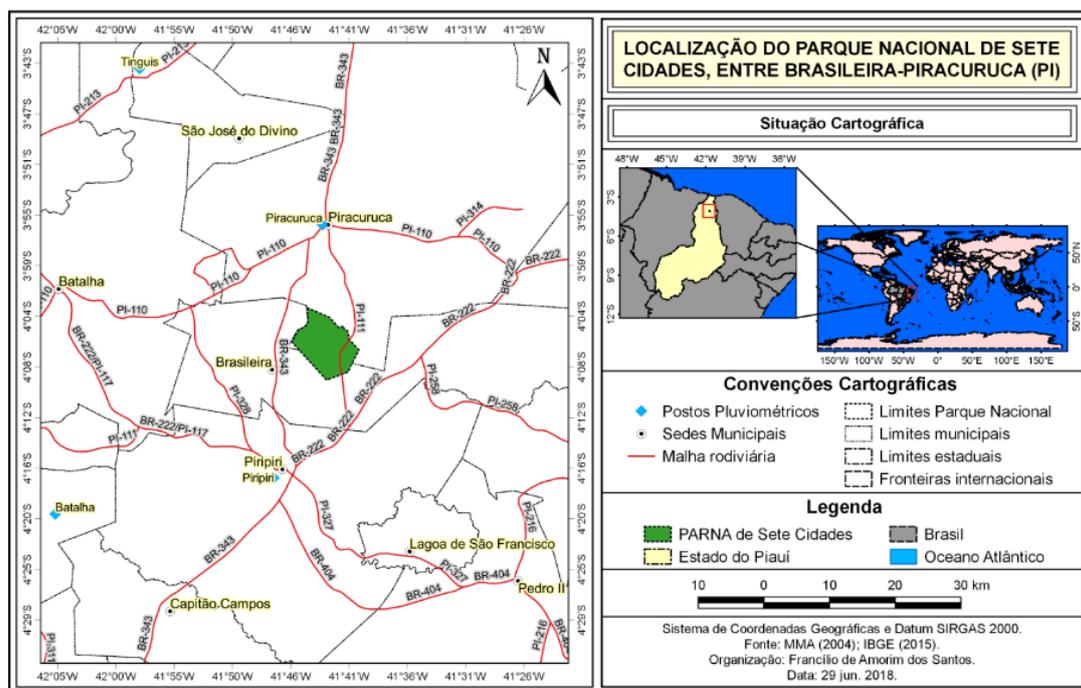
Frente o apresentado, a pesquisa buscou caracterizar os elementos ambientais e realizar diagnóstico ambiental do Parque Nacional de Sete Cidades, considerando as seguintes variáveis biofísicas: Declividade média (*Dm*), Erosividade das chuvas (*R*), Erodibilidade dos solos (*k*) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI*),

como forma de subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental da referida Unidade de Conservação (UC).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS BIOFÍSICOS DA ÁREA EM ESTUDO

A pesquisa teve como recorte espacial o Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), situado entre os municípios de Brasileira e Piracuruca, norte do estado do Piauí, mais precisamente às Coordenadas Geográficas: 04°05'S e 04°15'S e 41°30'W e 41°45'W (Figura 1). A referida Unidade de Conservação (UC) possui 6.221 hectares de extensão e é delimitada por um perímetro que compreende 36,2 km (BRASIL, 1979). O PN7C apresenta litologia sedimentar, particularmente associada à Formação Cabeças e, conforme resalta Santos (2001), exhibe afloramentos rochosos, maciços ou ruíniforme, lajeado, pavimentação de blocos, formações arenosas e couraça ferruginosa.



**Figura 1** - Localização do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), situado entre os municípios de Brasileira e Piracuruca, norte do estado do Piauí. Fonte: MMA (2004); IBGE (2010).

De acordo com dados do estudo de Mendes *et al.* (2017), Sete Cidades apresentam totais de precipitação média anual de 1.258 mm, temperatura média anual de 24,8°C, Evapotranspiração Potencial (ETP) de 1.388,9 mm, excedente hídrico médio anual de 430,9 mm e o déficit hídrico médio anual de 297,8 mm. No que diz respeito às tipologias de solos, foram encontradas 3 (três) subordens, a saber: Plintossolo Pétrico, Neossolo

Litólico e Neossolo Quartzarênico (INDE, 2014). Os referidos solos constituem substrato para o desenvolvimento de vegetação do tipo floresta tropical ombrófila aluvial periodicamente inundada, floresta tropical semidecídua, floresta aberta latifoliada perenifólia, cerrado aberto latifoliado perenifólio, cerrado extremamente xeromórfico e campo graminóide cespitoso médio (OLIVEIRA *et. al.*, 2007).

## 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo é uma pesquisa descritiva, onde se buscou realizar um diagnóstico do meio natural do PN7C. Para Gil (2002), nesse tipo de pesquisa prima-se pela descrição das características de determinada população ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Para realização do diagnóstico foram elencadas 4 (quatro) variáveis biofísicas, que serão mais bem detalhada a seguir:

### **Declividade média (*D<sub>m</sub>*)**

Esse elemento está ligado à inclinação do terreno em relação ao horizonte (GUERRA; GUERRA, 2011). As classes de declividade foram identificadas via Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), obtidos por meio do banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2017b). As classes de declividade média do relevo foram delimitadas a partir da proposta metodológica de Ross (1994), que trata dos graus de fragilidade do relevo, a saber: muito baixa (0 a 6%); baixa (6 a 12%); média (12 a 20%); alta (20 a 30%) e muito alta (> 30%).

### **Erosividade das chuvas (*R*)**

O fator R relaciona-se à capacidade dos agentes de erosão, a exemplo da água, em causar desprendimento do solo e transportá-lo (LAL; ELLIOT, 1994). Inicialmente, foram adquiridos dados de 4 (quatro) postos pluviométricos (Figura 1), para a série anual de 1985 a 2014, junto ao Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWEB) da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016). Por sua vez, a correção das falhas da série foi realizada via técnica de ponderação regional proposto por Tucci (1993). O fator R foi estimado pela Equação 1, que se baseia em regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente de chuva, tendo boa aceitação entre os pesquisadores brasileiros (LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992).

$$E = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad [Eq. 1]$$

Onde:

$E$  = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);  $r$  = precipitação média mensal em mm;  $P$  = precipitação média anual em mm.

Realizados os procedimentos para produção dos dados para o fator  $R$ , procedeu-se ao processo de fatiamento para essa variável, a saber: média (8.162,0 a 8.297,9 MJ.mm/ha.h.ano); alta (8.297,9 a 8.433,6 MJ.mm/ha.h.ano); muito alta (8.433,6 a 8.569,2 MJ.mm/ha.h.ano).

### **Erodibilidade dos solos ( $K$ )**

O fator  $K$  diz respeito à suscetibilidade dos solos aos processos de erosão, considerando suas propriedades e usos diversos (BELTRAME, 1994). Para estimar o fator  $K$  utilizou-se o arquivo vetorial de solos da folha SB.24 - Jaguaribe. Por sua vez, a definição das classes de  $K$  baseou-se na metodologia de Ross (1994), a saber: alta (Plintossolo Pétrico); muito alta (Neossolo Litólico; Neossolo Quartzarênico);

### **Índice de vegetação ajustado ao solo ( $NDVI$ )**

O  $NDVI$  está associado à aplicação de operações matemáticas entre bandas de sensores de satélites, a partir da Equação 2, descrita por Jensen (1996, apud MELO *et al.*, 2011). As cenas para 1998, 2006 e 2014 foram adquiridas junto ao USGS (2017a) e possuem as seguintes características: resolução espacial de 30 m; Órbita/Ponto: 219/63; data de passagem 23/08/1998 (Landsat 5 TM); 29/08/2006 (Landsat 5 TM); 19/08/2014 (Landsat 8 OLI).

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad [Eq. 2]$$

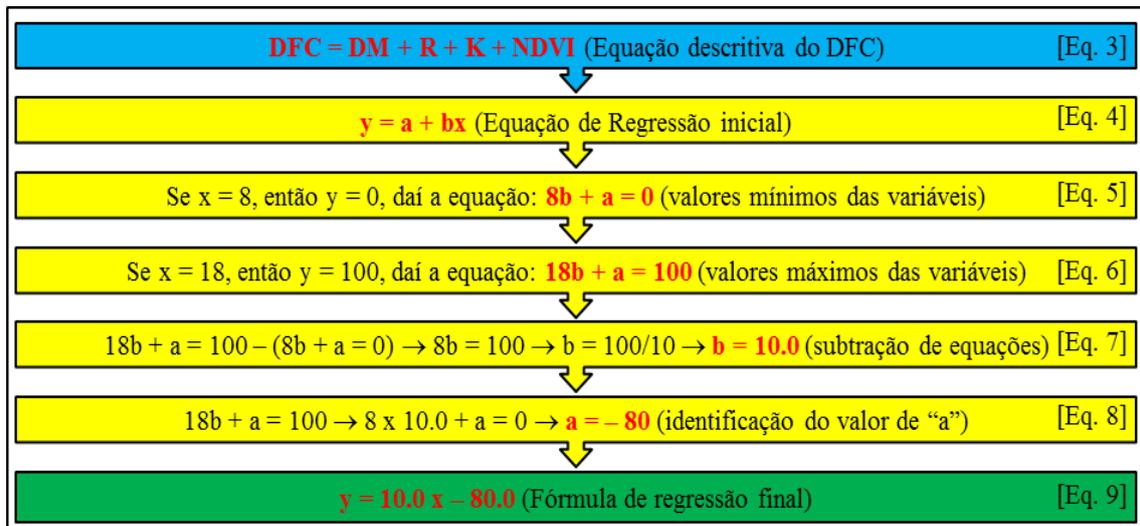
Onde:

$NDVI$  = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;  $NIR$  = refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$  para o *Landsat 5*) e 0,85 a 0,88  $\mu\text{m}$  para o *Landsat 8*);  $R$  = refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$  para o *Landsat 5* e 0,64 a 0,67  $\mu\text{m}$  para o *Landsat 8*).

### **Fórmula descritiva para diagnóstico do meio natural**

O diagnóstico ambiental do PN7C baseou-se na proposta metodológica de Beltrame (1994) e Ross (1994). Desse modo, considerou-se 4 (quatro) variáveis biofísicas, onde realizaram-se procedimentos para classificação e estabelecimento de notas para cada parâmetro. A fórmula descritiva inicial e final e os procedimentos empregados estão representados na Figura 2 (Equações 3 a 9). Ressalta-se que foi realizada média ponderada para cada parâmetro biofísico via MEDPOND, rotina ligada

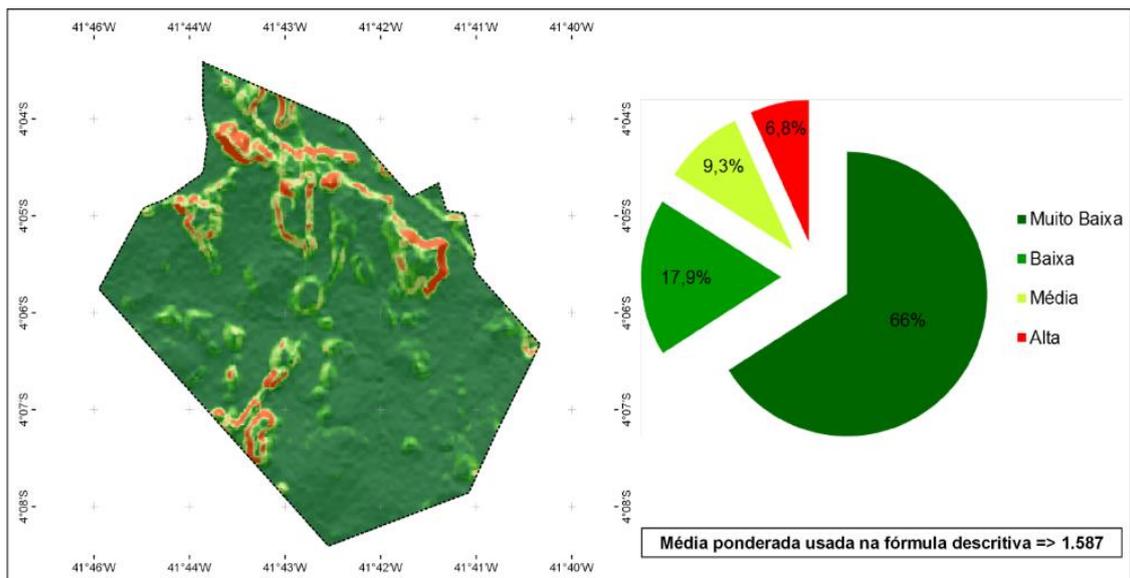
ao conjunto de programas USUAIS, elaborado por Oliveira e Sales (2016), que foram escritos e compilados na linguagem *Turbo Basic*.



**Figuras 2** - Etapas para obtenção da fórmula descritiva do DFC. Fonte: Beltrame (1994).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, cabe salientar que o nível de fragilidade do relevo, considerando-se a declividade, no PN7C variou de muito baixo a alto (Figura 3), com predomínio da classe muito baixa, que ocorre em 66% da área. Ressalta-se que em 17,9%, 9,3% e 6,8% ocorrem relevo de fragilidade, baixa, média e alta, respectivamente. Esta última classe está diretamente ligada aos morros e serras locais, particularmente aos morros testemunhos de topos cônicos e/ou tabulares, frutos do processo de erosão pluvial.



**Figura 3** - Fragilidade do relevo do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C). Fonte: USGS (2017b).

O conhecimento das classes de declividade permitiu o conhecimento do relevo e, como tal, possibilita o estabelecimento de áreas para aproveitamento e aquelas destinadas à preservação, estas últimas particularmente ligadas às vertentes íngremes e topos de morros, consideradas pelo Código Florestal como áreas de preservação permanente (APPs) (BRASIL, 2012). Desse modo, podem-se desenvolver estratégias ligadas ao planejamento e, como tal, ações para conservação dos elementos presentes na paisagem do PN7C.

Ao observar-se a Tabela 1 pode-se inferir que em 76,5% da área do PN7C ocorre alto a muito alto potencial de Erosividade das chuvas (R), fato que se deve aos totais pluviométricos concentrados em poucos meses do ano, particularmente entre janeiro a maio. Diga-se, também, que esse alto potencial do fator R associado aos solos jovens e baixa proteção da cobertura vegetal asseveram a fragilidade ambiental na área estudada.

**Tabela 1.** Erosividade das chuvas (R) do Parque Nacional de Sete Cidades.

Erosividade das chuvas (R), em MJ.mm/ha.h.ano	Peso	Área	%
Média	3	1.916,1	30,8
Alta	4	2.843,0	45,7
Muito Alta	5	1.461,9	23,5
<b>Média ponderada usada na fórmula descritiva</b>		<b>3.927</b>	
<b>Total</b>		<b>6.221</b>	<b>100</b>

Fonte: ANA (2016).

Enfatiza-se que o PN7C situa-se em área com grande potencial de Erosividade, fato resultante das concentrações pluviométricas em curto período de tempo. Dessa forma, é mister desenvolver ações associadas à manutenção da cobertura vegetal, como possibilidade para atenuação do potencial cinético das chuvas sobre os solos.

As subordens de solos encontradas na área em estudo apontam preponderância de alto a muito alto potencial de Erodibilidade (Tabela 2), fruto da presença de Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico que recobrem, respectivamente, 75,5% e 9,9% área da UC. Em seguida, tem-se o Plintossolo Pétrico que se distribui por 14,6% da área do PN7C (INDE, 2014).

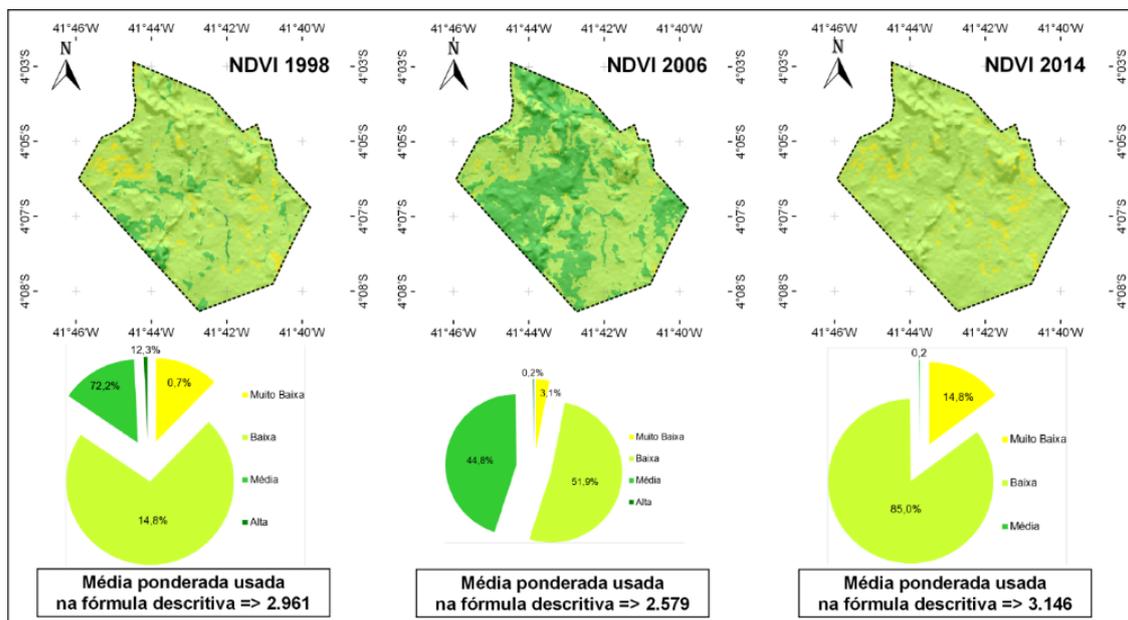
**Tabela 2.** Erodibilidade dos solos (K) do Parque Nacional de Sete Cidades.

Erodibilidade dos solos (K)	Peso	Área	%
Alta	4	908,3	14,6
Muito Alta	5	5.312,7	85,4
<b>Média ponderada usada na fórmula descritiva</b>		<b>4.854</b>	
<b>Total</b>		<b>6.221</b>	<b>100</b>

Fonte: INDE (2014).

Dessa forma, ações ligadas à manutenção da cobertura vegetal devem estar presentes quando da elaboração do planejamento e gestão ambiental do PN7C, posto que seus solos com alto a muito alto potencial de Erodibilidade demandem atenção e cuidados constantes. Destaca-se que as intempéries naturais, particularmente chuvas e ventos, têm grande impacto em solos sem a proteção da cobertura vegetal. Ressalta-se que devido o PN7C ser aberto à visitação pública apresenta, ainda, maior necessidade de conservação de seus solos, principalmente devido à gradativa compactação dos solos, oriunda do pisoteio causado pelos turistas que visitam a unidade de conservação.

Por meio do NDVI foi possível analisar as oscilações no padrão de cobertura vegetal presentes no PN7C (Figura 4), particularmente predomínio da classe de baixa proteção, de 1998 a 2014, embora esta tenha tido redução em 20% de 1998 para 2006. Ressalta-se que a diminuição das classes de muito baixa e baixa proteção, de 1998 e 2006, implicou em aumento da classe de proteção média, que passou de 14,8% em 1998 para 44,8% em 2006. De 2006 para 2014 a classe média exibiu redução em 44,6%, a classe de baixa proteção aumentou para 85% e classe de muito baixa proteção passou a ocupar 14,8%.



**Figura 4.** - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), comparação para anos de 1998, 2006 e 2014. Fonte: USGS (2017a).

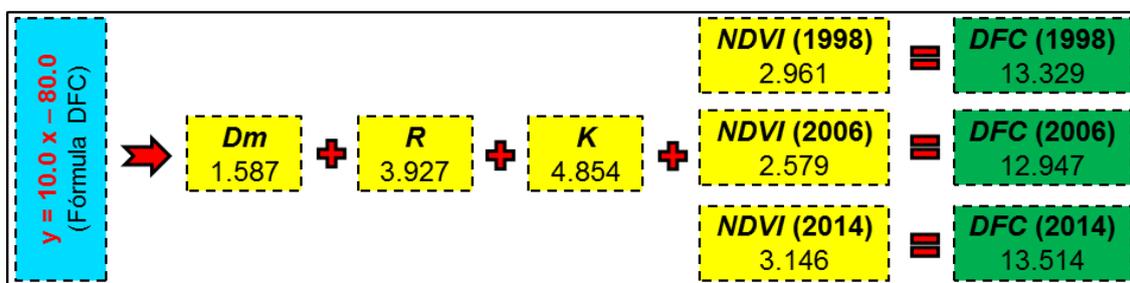
Essas variações no padrão de proteção da cobertura vegetal, visualizadas por meio do NDVI, podem estar relacionadas à irregular distribuição espaço-temporal das chuvas. Pois a precipitação média anual reduziu do ano de 2000 para 2014, passando de 1.336 para 1.085 mm, respectivamente. Desse modo, com a diminuição dos totais

pluviométricos ocorre, também, a redução da biomassa da vegetação, que se adapta fisiologicamente à escassez de água.

Reafirma-se, desse modo, a necessidade de manutenção da cobertura vegetal como elemento de suma importância para conservação dos elementos da paisagem presentes no parque estudado, a saber: do relevo, particularmente dos topos de morros; da rede de drenagem, principalmente das margens de rios e nascentes; dos solos, que possuem grande potencial para desprendimento de partículas; da fauna e flora que, de modo geral, integra essa intrincada rede de interligações presente nos sistemas presente na área estudada.

### AVALIAÇÃO DA FÓRMULA DESCRITIVA FINAL DO DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA

Após a aplicação das técnicas descritas e somatório das médias ponderadas dos parâmetros elencados no DFC, foi possível avaliar a variação na dinâmica natural, considerando os anos de 1998, 2006 e 2014 (Figura 5). Ao analisar-se o DFC podem-se inferir os desequilíbrios ambientais e a degradação no PN7C seria produto da dinâmica natural da área, ao passo que o ano de 2006 foi aquele que exibiu menor risco à degradação, com 49,47 unidades, enquanto 1998 e 2014 apresentaram os maiores valores de risco à degradação, respectivamente, 53,29 e 55,14 unidades.



**Figura 5** - Somatório das variáveis analisadas pelo DFC, para 1998, 2006 e 2014. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As mudanças no padrão de proteção da cobertura vegetal como mencionado, anteriormente, podem está atreladas às oscilações dos totais de precipitação média anual, que influenciaram o porte e a biomassa da vegetação. Desse modo, a média dos dados dos 4 (quatro) postos pluviométricos alinha-se aos valores encontrados no NDVI e DFC para os anos de 1998 e 2014, anos de menor volume de precipitação média anual e, como tal, redução da biomassa e menor capacidade de interceptação da energia cinética proveniente das gotas da chuva. Por sua vez, o menor valor do DFC em 2006, quando relacionados aos outros dois anos, está associado à maior quantidade dos totais

pluviométricos, fato que permitiu à vegetação maior aporte de água e, por consequência, maior acúmulo de biomassa.

#### 4. CONCLUSÕES

Por meio do estudo foi possível realizar o diagnóstico do meio natural do Parque Nacional de Sete Cidades, a partir dos anos de 1998, 2006 e 2014. Esses apresentaram os seguintes valores para o DFC: 53,29 unidades para 1998, 49,47 unidades para 2006 e 55,14 para 2014. Essas variações podem ser consideradas normais e fazem parte da dinâmica natural da área estudada e podem está associadas às oscilações pluviométricas médias anuais.

Desse modo, infere-se que devido os anos de 1998 e 2014 apresentarem menores totais pluviométricos houve do porte e biomassa da cobertura vegetal. Por outro lado, com aumento das precipitações em 2006 ocorreu recuperação da cobertura vegetal e redução do risco à degradação ambiental na área estudada.

Ressalta-se, ainda, a importância do referido índice como metodologia a ser utilizada para estudos ambientais não somente em Unidades de Conservação, como também em bacias hidrográficas, áreas em processo de desertificação, etc. Os resultados obtidos devem subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental, particularmente a partir da identificação de áreas com potencial para aproveitamento e locais a serem preservados, bem como ponto de partida para estudos posteriores no PN7C.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, pelo financiamento da pesquisa via Edital nº 57/2015, referente ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/PIBIC-Jr.

#### 5. REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1985 a 2014**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. – Florianópolis: Ed. da UFSC. 1994. 132p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Sete Cidades**. Doc. Téc. Nº 1. Brasília. 1979.

BRASIL. MMA - Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Download de dados geográficos.** 2004. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2015.

BRASIL. Novo Código Florestal. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2011. 652p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal digital do Brasil:** situação em 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2015/UFs/PI/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/PI/)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Especiais. **Mapa de Solos da Folha SB.24 - Jaguaribe.** Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. 2014. Acesso em: 13 set. 2018.

LAL, R.; ELLIOT, 1994. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. **Soil Erosion:** research methods. Second Edition. Ankeny: Soil and Water Conservation Society. 1994. p.180-208.

MELO, E.T.; SALES, M.C.L.; OLIVEIRA, J.G.B. Aplicação do índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos, Crateús-CE. **Revista RA'E GA**, v.23, Curitiba, Departamento de Geografia - UFPR. p.520-533. 2011.

MENDES, J.M.; PACIENCIA, L.G.M.; SANTOS, F.A.; AQUINO, CM.S. Análise Climática do Parque Nacional de Sete Cidades (PI), Brasil. In: VIANA, V.N.; SOUZA, W.F.; CHAVES, L.O.; GORAYEB, A. (Org.). **Cartografia Social e Comunidades Tradicionais.** 1ª ed. Mossoró - RN: Edições UERN, 2017, v.3, p.27-45.

OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. Usuais: programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 5, n. 2, p.36-60, Janeiro/Junho, 2016.

OLIVEIRA, M.E.A.; MARTINS, F.R.; CASTRO, A.A.J.F.; SANTOS, J.R. Classes de cobertura vegetal do Parque Nacional de Sete Cidades (transição campo-floresta) utilizando imagens TM/Landsat, NE do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, Florianópolis - SC, **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p.1175-1783.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo: FFLCH/USP, n. 8, p.63-74, 1994.

SANTOS, J. C. **Quadro geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí.** 128f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis - SC, 2001.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 952p.

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Earth Explorer - Collection - **Landsat Archive**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 03 jun. 2017a.

\_\_\_\_\_. Earth Explorer - **Digital Elevation** - SRTM 1 Arc-Second Global. 2017. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 03 jun. 2017b.