



**Espaço &  
Geografia**

**REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA VEGETAÇÃO DA  
BACIA DO RIACHO SÃO JOSÉ NA PORÇÃO  
SEMIÁRIDA DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

*Graphic representation of the vegetation of the São José creek basin in  
the semi-arid portion of the agreste pernambucano*

*Representación gráfica de la vegetación de la cuenca de São José en la  
porción semiárida del agreste pernambucano*

CHAVES, A. M. S.

Ana Maria Severo Chaves <sup>1</sup>, Alexandre Gomes Teixeira Vieira <sup>2</sup> e Rosemeri Melo & Souza <sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Geografia, São Cristóvão-SE, Brasil. anamschaves05@gmail.com.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2464-3516>
- <sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Antropologia, Recife-PE, Brasil. alexandrearqueologia@gmail.com  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2644-5764>
- <sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Geografia, São Cristóvão-SE, Brasil. rome@academico.ufs.br  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5916-3598>

Recebido: 10/10/2022; Aceito: 30/06/2023; Publicado: 10/08/2023

## RESUMO

O ambiente semiárido que integra a faixa de transição do Agreste do Estado de Pernambuco revela mudança na fitofisionomia no sentido de Leste para Oeste, compreendendo o Planalto Central da Borborema e a Depressão do Baixo São Francisco – constatação colocada em evidência no percurso do riacho estudado. Assim, teve-se como objetivo representar a composição florística da bacia hidrográfica do riacho São José-PE através de pirâmides de vegetação, destacando as interações geocológicas das paisagens semiáridas moderada e subúmida, destacando as mudanças fitofisionômicas que se sucedem. Os procedimentos aplicados foram na perspectiva de uma análise dos componentes geocológicos da paisagem, de pirâmides de vegetação. Para isso, foi realizado levantamento fitogeográfico in loco e a sistematização dos dados em gabinete. Tais ações possibilitaram a construção de quatro pirâmides de vegetação a partir de áreas amostrais, identificação de 25 famílias botânicas e 56 espécies de vegetação; nas representações gráficas diagnosticou-se cinco estratos vegetais, com exceção da segunda pirâmide. A principal dinâmica constatada foi o estado de equilíbrio e em menor representação o estado em regressão nos estratos arbóreo da primeira e subarbustivo da terceira pirâmide. Os resultados revelaram a estrutura e dinâmica da vegetação em área de transição fitogeográfica, o que pode indicar prioridades para conservação da Caatinga diante do estado de regressão na dinâmica de alguns estratos e pouca representatividade de espécies nativas, e também que deve-se desenvolver novos estudos em outras áreas com fins a análises comparativas, pois a metodologia adotada pouco tem sido explorada neste bioma.

**Palavras-Chave:** Pirâmides de Vegetação; Fitogeografia; Área de Transição; Pernambuco.

## ABSTRACT

The semi-arid environment that integrates the transition strip of the Agreste of the State of Pernambuco reveals a change in the phytophysiology from East to West, comprising the Borborema Central Plateau and the Lower São Francisco Depression – finding highlighted in the course of the stream studied. Thus, the objective was to represent the floristic composition of the watershed of the São José-PE stream through pyramids of vegetation, highlighting the geocological

CHAVES, A. M. S.

interactions of the moderate and sub-humid semi-arid landscapes, highlighting the phytophysognomic changes that follow one another. The procedures applied were from the perspective of an analysis of the geocological components of the landscape, of pyramids of vegetation. For the purpose, a phytogeographical survey was carried out in loco and the systematization of the data in a cabinet. Such actions enabled the construction of four vegetation pyramids from sample areas, identification of 25 botanical families and 56 species of vegetation; in the graphic representations, five plant strata were diagnosed, with the exception of the second pyramid. The main dynamic observed was the state of equilibrium and, to a lesser extent, the state in regression in the arboreal strata of the first and subshrub strata of the third pyramid. The results revealed the structure and dynamics of the vegetation in an area of phytogeographic transition, which may indicate priorities for the conservation of the Caatinga in view of the state of regression in the dynamics of some strata and the low representation of native species, areas with the purpose of comparative analysis, since the adopted methodology has not been explored in this biome.

**Keywords:** Vegetation Pyramids; Phytogeography; Transition Area; Pernambuco.

## RESUMEN

El ambiente semiárido que integra la faja de transición del Agreste del Estado de Pernambuco revela un cambio en la fitofisonomía de Este a Oeste, comprendiendo la Meseta Central de Borborema y la Depresión del Bajo São Francisco – hallazgo destacado en el transcurso del arroyo estudiado. Así, el objetivo fue representar la composición florística de la cuenca del arroyo São José-PE a través de pirámides de vegetación, destacando las interacciones geocológicas de los paisajes semiáridos templados y subhúmedos, destacando los cambios fitofisonómicos que se suceden. Los procedimientos aplicados fueron desde la perspectiva de un análisis de los componentes geocológicos del paisaje, de pirámides de vegetación, para ello se realizó un levantamiento fitogeográfico in loco y la sistematización de los datos en gabinete. Tales acciones permitieron la construcción de cuatro pirámides de vegetación a partir de las áreas de muestreo, la identificación de 25 familias botánicas y 56 especies de vegetación; en las representaciones gráficas, se diagnosticaron cinco estratos vegetales, a excepción de la segunda pirámide. La principal dinámica observada fue el estado de equilibrio y, en menor medida, el estado de regresión en los estratos arbóreos de la primera y subarbustos de la tercera pirámide. Los resultados revelaron la estructura y dinámica de la vegetación en un área de transición fitogeográfica, lo que puede indicar prioridades para la conservación de la Caatinga ante el estado de regresión en la dinámica de algunos estratos y la baja representación de especies nativas, áreas con el propósito de análisis comparativo, ya que la metodología adoptada no ha sido explorada en este bioma.

**Palabras clave:** Pirámides de Vegetación; fitogeografía; Área de Transición; Pernambuco.

## 1. Introdução

A Fitogeografia compreende ramo da biogeografia que se dedica ao estudo da estrutura e distribuição da vegetação sobre a superfície terrestre (FIGUEIRÓ, 2015; PASSOS, 2003; TROPMAIR, 2002). Essa especificidade a torna parte integrante da dinâmica da paisagem e de mudanças que ocorrem de ordem natural ou devido a ação antrópica. Logo, o componente vegetal não pode ser estudado e entendido de forma dissociada do meio em que está inserido, uma vez que faz parte de complexas relações com os demais elementos que compõem a paisagem (FIGUEIRÓ, 2015), como a geologia, o solo, a geomorfologia, o clima e a ação humana.

Nesse sentido, o estudo da vegetação é uma temática geográfica importante que requer a compreensão da estrutura e a dinâmica da paisagem e as especificidades fitogeográficas na perspectiva da análise integrada, a qual é contemplada pela metodologia das Pirâmides de Vegetação (PV) (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2003) que, a partir de recortes amostrais de um contexto mais amplo, estuda a dinâmica fitogeográfica a partir de sua composição e estrutura vertical.

Para Passos (2000), um elemento da paisagem é parte integrante do sistema paisagístico, ou seja, um subsistema que possui sua própria complexidade e integra a organização do todo, fazendo parte de relações interdisciplinares, complementares e multidimensionais de muitos sistemas. Tendo como exemplo a pirâmide de vegetação, esta permite estudar o elemento (a espécie) e o conjunto (a formação vegetal) dentro das relações sistêmicas estabelecidas com o meio (componentes geocológicos), além de permitir comparação das formações florísticas (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2000).

No Brasil, esta metodologia foi aplicada inicialmente por Passos (2000; 2003; 2006; 2020) em diversos estudos, sendo a primeira contribuição em 1996 (SILVA, 2016). A esse respeito, Silva (2016) apresenta um levantamento dos trabalhos publicados sobre essa temática até o ano de 2013, destacando a importância do referido autor enquanto pioneiro e com contribuições atuais, com pesquisas nos

CHAVES, A. M. S.

ambientes de Cerrado, Floresta tropical e Caatinga (PASSOS; DUBREUIL, 2003; 2004; PASSOS, 2020).

Há na literatura brasileira relevantes contribuições com a metodologia de PV em diversos ambientes: Pantanal (SAKUMA; SILVA, 2017; SAKUMA; HALL; SILVA, 2020); Floresta Amazônica (RODRIGUES *et al.*, 2019); Mata Atlântica (GONÇALVES; BARBOSA; PASSOS, 2015; GONÇALVES; PASSOS, 2017; MIOLA, 2015; POSSAS *et al.*, 2000; VARGAS; SANTO; BARBOSA, 2015); Cerrado (COSTA, 2011; PASSOS, 2000, 2006); Caatinga (PASSOS, 2020; PASSOS; DUBREUIL, 2003, 2004; PASSOS; UGIDOS, 1997).

Os trabalhos de Passos e Ugidos (1997) e Passos e Dubreuil (2003, 2004), sobre a vegetação das Caatingas, concentram as pesquisas em um único estado, a Bahia. Diante dessa realidade, demanda-se aplicação dessa metodologia para representações gráficas das Caatingas de outras áreas do Nordeste, o que justifica a escolha da porção Semiárida do Agreste de Pernambuco, delimitado pela Bacia do Riacho São José (doravante BRSJ), composta por áreas semiáridas moderada e subúmida (AB'SÁBER, 2003).

As Caatingas compreendem áreas de Floresta Tropical Sazonalmente Seca (Seasonally Dry Tropical Forest - SDTF) que apresentam um mosaico de diferentes fisionomias (SILVA *et al.*, 2017). Também representa o bioma /domínio fitogeográfico do território brasileiro diverso e também o menos conhecido (AB'SÁBER, 2003; MMA, 2022). Em específico, a localizada na região Agreste de Pernambuco apresenta fitofisionomias que são influenciadas pelas condições geoecológicas locais, com formações arbórea, arbórea-arbustiva, arbustiva e herbácea (CHAVES; MELO & SOUZA, 2019).

Essa vegetação possui dinâmica em constante equilíbrio com os demais componentes do ambiente, sendo afetada, principalmente, pelos condicionantes climáticos, marcados por anos chuvosos ou secos, afetando a disponibilidade hídrica (GUTIÉRREZ *et al.*, 2014; SILVA, 2004). Por isso, ao longo do ano, essa formação vegetal pode apresentar-se exuberante e verde durante o inverno e na estação seca revelar aspecto acinzentado, porém continuando a fornecer diversos serviços ecossistêmicos (CHAVES *et al.*, 2021). Mas, também, compreende elementos paisagísticos com valor de uso, o que tem levado a sociedade, ao longo

CHAVES, A. M. S.

do tempo, a explorar esse recurso de forma econômica e para a subsistência, resultando na existência de poucas áreas com tal cobertura primária (CHAVES *et al.*, 2021; TRAVASSOS; SOUZA, 2014).

Tais aspectos reforçam a importância de se conhecer a composição e a estrutura fitogeográfica existente na superfície da Bacia do Riacho São José (BRSJ). Para isso, a representação gráfica como o uso de pirâmides de vegetação apresenta-se como caminho metodológico robusto ainda pouco explorado no ambiente semiárido. Nesse contexto, a pesquisa teve o objetivo de representar a composição florística da Bacia Riacho São José-PE através de pirâmides de vegetação, destacando as interações geoecológicas das paisagens semiáridas moderada e subúmida.

Em analogia, Ab'Sáber (2003) relaciona as paisagens semiáridas moderadas às encostas oeste do Planalto da Borborema, a sotavento ou àquelas próximas às faixas de transições conhecidas como brejos de altitudes; já as paisagens subúmidas estão relacionadas com as porções elevadas do mesmo planalto e/ou onde se encontram os brejos de altitude, as serras úmidas com formação de manchas de florestas tropicais que contrastam com as Caatingas circundantes.

Nesse sentido, ressalta-se que a BRSJ deve ser compreendida como uma unidade de análise da superfície terrestre sobre a qual é possível desenvolver uma análise integrada da paisagem (BELTRAME, 1994; BOTELHO, 2015). A mesma, geograficamente, integra outras bacias – a saber, a bacia do rio Cordeiro, principal tributário do rio Ipanema. O rio Ipanema compreende um sistema fluvial interestadual que ocupa uma área de 6.209,67 km<sup>2</sup>; a maior parte está no estado de Pernambuco e sua porção Sul no Estado de Alagoas, onde conflui no rio São Francisco (APAC, 2021).

Diante de sua localização, em diferentes feições geomorfológicas e sob influências de elementos (precipitação e temperatura) e fatores (relevo e vegetação) do clima, a bacia compreende um ambiente favorável para o estudo da vegetação semiárida na região Agreste do Estado de Pernambuco. Outrossim, é área com tamanho ideal para aplicações metodológicas, pois se enquadra na escala de microbacia (BELTRAME, 1994; BOTELHO, 2015). As representações construídas a partir da Bacia do Riacho São José podem ser contextualizadas com

CHAVES, A. M. S.

outras paisagens no macrocontexto da Bacia do Rio São Francisco em áreas semiáridas.

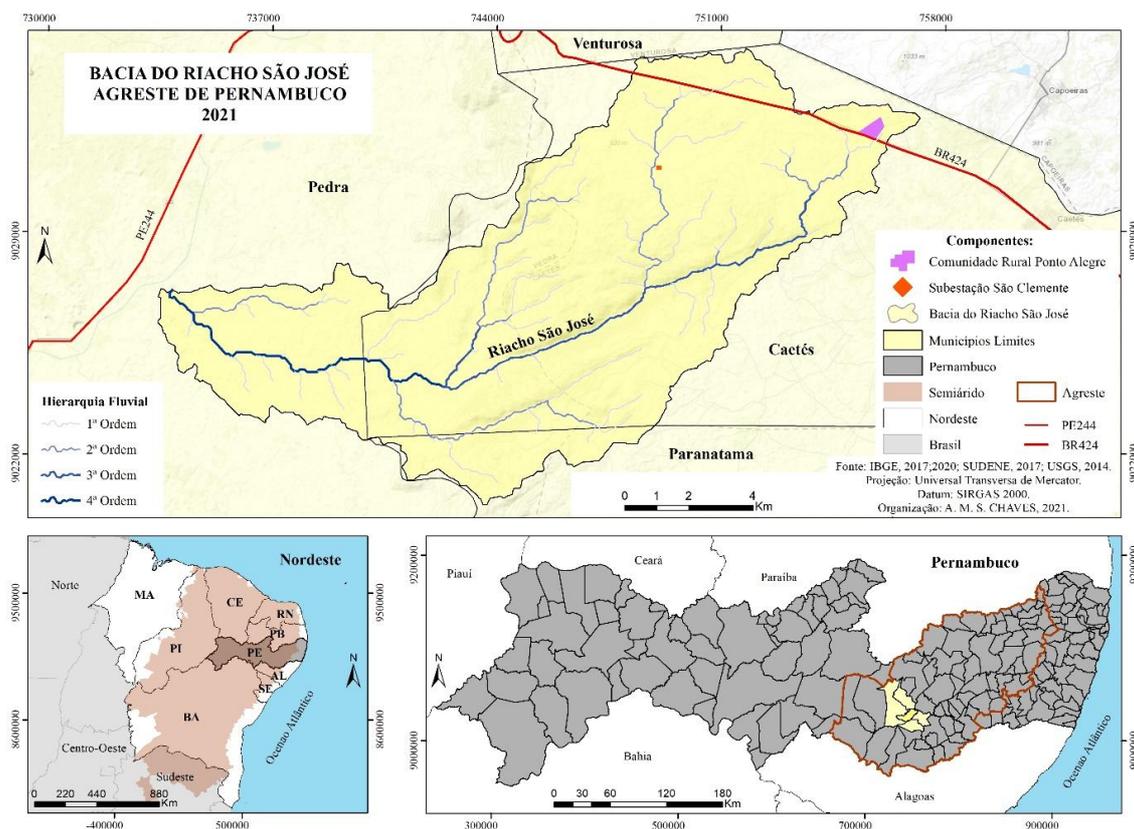
Em vista do apresentado, o texto foi organizado em introdução, metodologia, resultados e discussão e conclusões. Os resultados e discussão compreendem duas partes complementares: primeiro, aborda-se sobre a composição florística da BRSJ, levantamento base para a construção das pirâmides de vegetação; segundo, apresenta-se as representações gráficas da fitogeografia por estratos. Por fim, as conclusões incentivam o desenvolvimento de pesquisas futuras.

## **2. Metodologia ou Material e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

A área estudada é a Bacia do Riacho São José (BRSJ), que compreende características biogeográficas da porção semiárida do Agreste de Pernambuco na delimitação política-administrativa dos municípios de Caetés, Pedra e Paratama (Figura 1). Apresenta forma alongada sobre feições geomorfológicas do Planalto Central da Borborema (encostas a oeste) e a Depressão do Baixo São Francisco, revelando contrastes fitogeográficos e geoecológicos, além de apresentar um tamanho ideal para aplicações metodológicas que vislumbre o levantamento e o planejamento ambiental (BELTRAME, 1994; BOTELHO, 2015; MACHADO; TORRES, 2012).

A paisagem da BRSJ compreende, principalmente, feições planas e suaves onduladas no alto e baixo cursos, áreas onde predomina maior exploração antrópica dos recursos naturais com substituição de vegetação natural por áreas agrícolas sobre Neossolo regolítico e Planossolo háplico, respectivamente. O médio curso reflete um espaço de aspectos geológicos movimentado com Neossolo lítico e relevo de serras, escarpas e vales em formato de "V", na parte planáltica, e de "U", à medida que se aproxima da depressão (CHAVES, 2019; CHAVES; MELO & SOUZA, 2019). Devido às características físico-naturais do médio curso, a cobertura vegetal se mantém na paisagem ao longo dos últimos anos sem muitas modificações, constituindo fitofisionomias de vegetação arbóreo-arbustiva (CHAVES; MELO & SOUZA, 2021).



**Figura 1.** Localização geográfica da bacia hidrográfica do riacho São José no Agreste de Pernambuco. Elaboração 2021.

Em relação ao clima, devido à sua forma alongada e amplitude altimétrica acima de 500 metros (CHAVES, 2021) entre o baixo e alto cursos, existem variações na distribuição de chuva e temperatura (BOTELHO, 2015). No geral, segundo a classificação climática de Köppen, a BRSJ-PE apresenta dois tipos climáticos: Csa (Clima Subtropical com verão seco e quente) nas porções acima de 800 m de altitude, com destaque na área do município de Caetés-PE, onde a precipitação média é de 710 mm por ano e a temperatura média anual é de 20,9°C; e Bsh (Clima Semiárido de Baixa Latitude), com precipitação anual em torno de 700mm ou inferior e temperatura média anual de 24°C (ALVARES *et al.*, 2013), compreendendo áreas depressivas do município de Pedra.

## 2.2 Construção de pirâmides de vegetação

As Pirâmides de Vegetação compreendem uma metodologia desenvolvida por Bertrand (1966) para estudo geográfico da vegetação, dando destaque a representação gráfica da estrutura vertical (aspectos fisionômicos) através do levantamento florístico e as inter-relações com o meio do qual faz parte, com

CHAVES, A. M. S.

ênfase no substrato geológico (rocha-mãe), solo, relevo, estratos e microclima local (PASSOS, 2003). Essa metodologia revela as condições biogeográficas e a evolução da cobertura vegetal (PASSOS *et al.*, 2000).

Tais aspectos possibilitam uma visão significativa da cobertura vegetal a partir de sua estrutura vertical. Assim, o primeiro passo compreendeu a delimitação de áreas para o preenchimento da ficha biogeográfica com informações fitossociológicas e geográficas para a posterior construção das pirâmides (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2003). Nesse sentido, seguiu-se as seguintes etapas:

**Ficha biogeográfica:** primeira etapa a ser realizada em campo e com o suporte de recursos tecnológicos (câmera fotográfica, Sistema Global de Navegação por Satélite-GNSS), uma pessoa (mateiro local) com conhecimentos para identificação das espécies vegetais e as fichas biográficas impressas. Em campo se faz o levantamento da composição florística das áreas amostradas pelas etapas que se seguem:

- ✓ Escolha da área de estudo: pontos representativos da fitogeografia;
- ✓ Delimitação de um raio de 10 metros;
- ✓ Identificação visual *in loco*, quantificação e classificação das espécies a partir do porte/estrato: arbóreo, arborescente, arbustivo, subarbustivo e herbáceo (Quadro 1).

Altura aproximada por Estratos	
5. Estrato arbóreo.....	acima de 7 m.
4. Estrato arborescente.....	3 - 7 m.
3. Estrato arbustivo.....	1 - 3 m.
2. Estrato subarbustivo.....	0,50 - 1 m.
1. Herbácea camada de musgo.....	0 - 0,50 m.

**Quadro 1.** Altura dos diferentes estratos vegetais. FONTE: Bertrand (1966).

A escolha das áreas amostrais, para preencher a ficha biogeográfica e construir as pirâmides da Bacia do Riacho São José, seguiu a proposta esquematizada por Chaves e Melo & Souza (2019), pautada na análise espaço temporal do índice de vegetação para identificação dos setores representativos da cobertura vegetal ao longo de 30 anos.

CHAVES, A. M. S.

- ✓ Preenchimento das fichas biogeográficas: na parte superior insere-se as informações de identificação do local e da formação vegetal; na sequência, de forma visual *in loco*, ocorreu a identificação e quantificação das espécies de acordo com seus estratos; organização dos dados fitossociológicos de acordo com a abundância-dominância (superfície coberta pelas plantas) e a sociabilidade (modo de agrupamento das plantas); e a classificação da dinâmica dos estratos de acordo com a abundância-dominância nos estados de progressão, equilíbrio e regressão (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2003; SILVA, 2016).

A verificação da abundância-dominância e sociabilidade das formações vegetais da BRSJ foi realizada de forma visual em campo, seguindo observações apresentada em Bertrand (1966) e aplicada nos trabalhos de Passos (1997, 2000, 2020) e demais pesquisas realizadas no Brasil (Quadro 2).

<b>Percentual de Abundância-Dominância</b>	<b>Modo de Agrupamento da Sociabilidade</b>
5 - Cobrindo entre 75% e 100%.	5 - População contínua; manchas densas.
4 - Cobrindo entre 50% e 75%.	4 - Crescimento em pequenas colônias; manchas densas pouco extensas.
3 - Cobrindo entre 25% e 50%.	3 - Crescimento em grupos.
2 - Cobrindo entre 10% e 25%.	2 - Agrupados em 2 ou 3.

**Quadro 2.** Percentual de abundância-dominância e sociabilidade da vegetação. FONTE: Bertrand (1966).

- ✓ No final da ficha biogeográfica, inserem-se as informações geográficas e demais dados relevantes, como altitude, inclinação, exposição, clima, geologia, pedologia, erosão e ações antrópicas (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2003). Uma análise dos componentes geocológicos que compõem e influenciam a formação vegetal.

As informações geocológicas foram obtidas a partir de uma base cartográfica (banco de dados) sobre a área estudada, fazendo uso de mapas temáticos: geológico, pedológico, geomorfológico, hipsométrico, de declividade, cobertura vegetal e da terra (CHAVES, 2021), bem como das observações realizadas nas atividades de campo.

CHAVES, A. M. S.

**Pirâmide de Vegetação:** compreende a representação gráfica da formação vegetal a partir dos dados apresentados na ficha biogeográfica (Figura 2), ou seja, organizadas a partir dos estratos arbóreos constatados em campo. Para isso, sua elaboração pode ocorrer em ambiente digital ou em papel milimétrico (PASSOS, 2000, 2003). A escolha depende do domínio do pesquisador e deve seguir as seguintes medidas:

- ✓ Base da PV: uma linha reta horizontal de 10 cm de comprimento;
- ✓ Eixo da PV: sobre a base traça-se uma linha reta vertical de 10 cm de comprimento;
- ✓ Disposição dos estratos: simetricamente em relação ao eixo, dispõe-se os diferentes estratos vegetais de acordo com suas ordens de sobreposição e dinâmica (abundância-dominância) de 1 = 1 cm, 2 = 2 cm, [...], 5 = 5 cm;
- ✓ Espessura dos estratos: segue-se aqui a mais utilizada na literatura consultada – estrato 1 = 0,5 cm; estrato 2 e 3 = 1 cm; estrato 4 = 1,5 cm; estrato 5 = 2 cm.

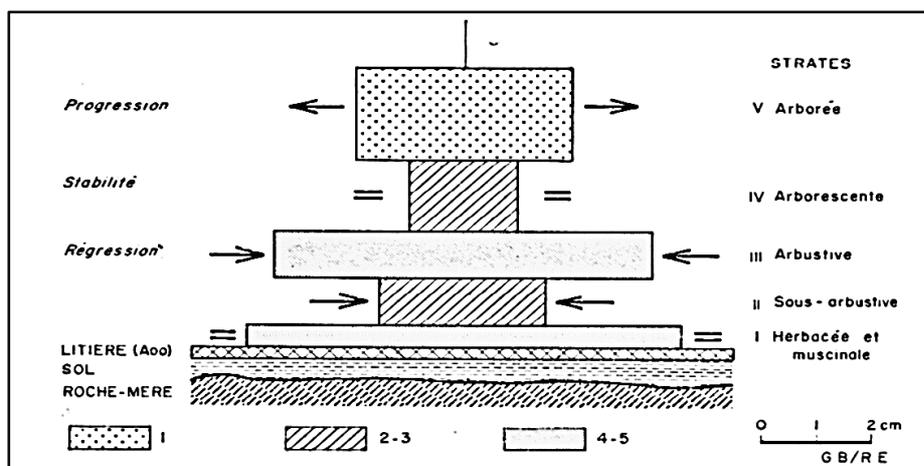


Figura 2. Modelo típico de pirâmide de vegetação. FONTE: Bertrand (1966).

Finalizado a estrutura da pirâmide, inserem-se as informações necessárias para análise e interpretação das formações vegetais, representadas por flechas, e o sinal de igualdade para indicar a classificação da dinâmica: “←Progressão→”, “→Regressão←” e “= Equilíbrio =”. Para melhor expressar as condições locais, pode-se inclinar a PV de acordo com exposição do escoamento superficial, de modo que o arranjo de representação tenha o seguimento do modelado do terreno (BERTRAND, 1966; PASSOS, 2003).

CHAVES, A. M. S.

As métricas apresentadas foram aplicadas na presente pesquisa nos programas *Microsoft Publisher* e *software Inkscape 0.92.4*, os quais possibilitam traçar linhas, desenhos e edições de gráficos, vetores e formas geométricas a partir da régua, delineando os diferentes estratos vegetais, obedecendo os limites estabelecidos na metodologia.

### 2.3 Escolha das áreas amostrais

A escolha das áreas amostrais, como referido, foi baseada na proposta de Chaves e Melo & Souza (2019), compreendendo os seguintes critérios:

- ✓ Mapeamento espaço-temporal da cobertura vegetal (30 anos);
- ✓ Verificação dos locais onde as formações vegetais se mantêm constantes ao longo do tempo;
- ✓ Identificação dos pontos que possuem acesso em campo;
- ✓ Selecionar as áreas potenciais para a construção das pirâmides.

Assim, com aporte de geotecnologias e baseado na análise espacial e temporal do índice de vegetação da Bacia do Riacho São José, escolheu-se pontos da superfície onde a cobertura vegetal se manteve constante nos últimos 30 anos, traçando estratégia de acesso às amostras e uma distribuição longitudinal que percorre toda a bacia. Desta maneira, escolheu-se quatro locais representativos da fitogeografia a ser estudada (Quadro 3).

Local	Coordenadas Geográficas	Cobertura	Pirâmide
Sítio Cacimbinha, Pedra-PE	8°47'46" S 36°52'22" O	Caatinga - arbórea e arbustiva	Pirâmide 1
Sítio Conceição, Caetés-PE	8°48'39" S 36°47'38" O	Caatinga - arborescente e arbustiva	Pirâmide 2
Sítio Serrote, Caetés-PE	8°46'46" S 36°43'6" O	Caatinga - arbórea, arborescente	Pirâmide 3
Sítio Lagoa Rasa, Caetés-PE	8°45'45" S 36°40'42" O	Brejo de altitude	Pirâmide 4

**Quadro 3.** Descrição da localização das pirâmides de vegetação do riacho São José-PE. Elaboração, 2020.

### 3. Resultados e discussão

A representação gráfica da vegetação revela primeiramente a composição florística de uma área amostral, seguido do conhecimento dos elementos que

CHAVES, A. M. S.

compõem a paisagem e, por fim, a construção das pirâmides. Nesse sentido, os resultados e discussões estão divididos em dois momentos: apresentação da composição florística da bacia e as pirâmides de vegetação.

Para a discussão, são considerados os aspectos geoecológicos da paisagem estudada e outras informações ambientais que se encontram cartografadas e disponíveis na literatura (CHAVES, 2019; CHAVES *et al.*, 2021; CHAVES; MELO & SOUZA, 2019, 2021).

### 3.1 Composição florística da bacia do riacho São José em Pernambuco

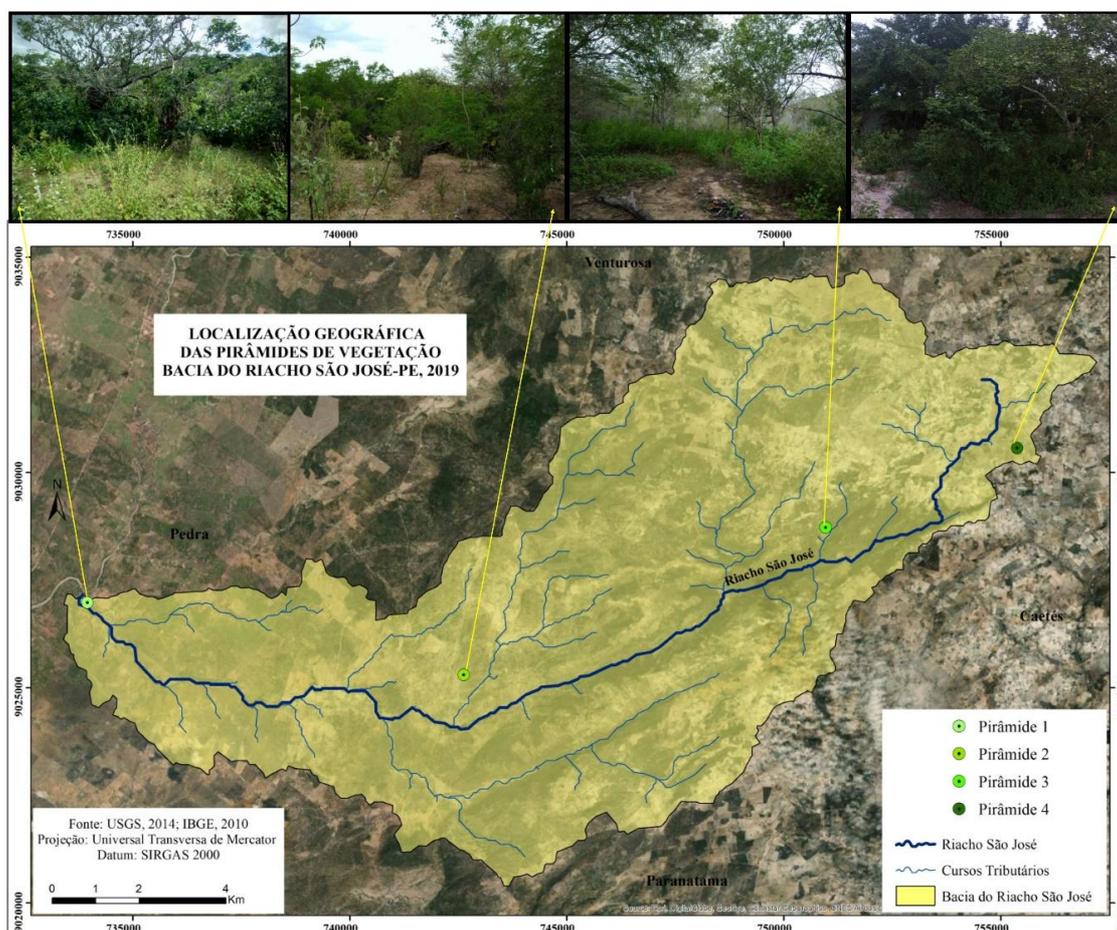
A composição florística da bacia do Riacho São José apresenta variação, no sentido de Leste para Oeste, em conformidade com a sua forma alongada sobre diferentes feições geomorfológicas, composição pedológica e distribuição da precipitação, refletindo as interações geoecológicas da paisagem (CHAVES, 2019; CHAVES; MELO & SOUZA, 2019).

Nesse sentido, tendo como referência a forma alongada da bacia, optou-se por pontos amostrais a partir da sua foz, a Oeste, visto que essa área é mais distante do acesso à BRSJ, durante as atividades de campo, que eram realizadas pelo município de Caetés, que fica a Leste. A figura 3 apresenta as áreas onde as informações foram obtidas para construção das PV.

O mapa apresenta registros fotográficos dos perímetros delimitados para identificação da vegetação e preenchimento das fichas biogeográficas, ou seja, a composição fitogeográfica que caracteriza a BRSJ dos quatros pontos amostrais. Ao longo da bacia encontram-se espécies arbóreas endêmicas da Caatinga de médio e grande porte, como: *Erythrina velutina* Willd./Fabaceae (mulungu), *Myracrodruon urundeuva* Allemão/Anacardiaceae (aroeira-do-sertão), *Schinopsis brasiliensis* Engl./Anacardiaceae (braúna), *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir./Fabaceae (jurema-preta), *Ziziphus joazeiro* Mart./Rhamnaceae (juazeiro), entre outras espécies de madeiras com valor econômico, cultural e conservacionista (mesmo que em alguns casos estejam isoladas na paisagem). Também se destacam as espécies arbustivas, subarbustivas e herbáceas, como *Sida cordifolia* L./Malvaceae (malva-branca), *Croton rhamnifolius* H.B.K. e C./Euphorbiaceae (velame), *Cnidoscolus urens* L. Arthur/Euphorbiaceae

CHAVES, A. M. S.

(cansação/urtiga), *Herissantia tiubae* K.Schum./Malvaceae (mela-bode), *Sida galheirensis* Ulbr./Malvaceae (ervanço), *Mimosa modesta* Mart./Fabaceae – Mimosoideae (malícia), entre outras.



**Figura 3.** Localização dos pontos das pirâmides de vegetação na Bacia do Riacho São José. Elaboração, 2020.

Em termos quantitativos, a bacia possui aproximadamente 146,69 Km<sup>2</sup> e foram delimitados quatro pontos amostrais na forma de círculo com raio de 10 metros cada, conforme a proposta definida em Bertrand (1966). No conjunto das amostras, foram identificadas vinte e cinco famílias de plantas e cinquenta e seis espécies, compreendendo as fitofisionomias arbóreas, arborescentes, arbustivas, subarbustivas e as herbáceas.

As espécies das famílias Cactaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae se fazem presentes nas quatro áreas amostrais, ou seja, são distribuídas por toda a bacia. Destaca-se, a esse respeito, que em estudo anterior para toda área da BRSJ, Vieira *et al.* (2017), em levantamento preliminar da flora arbóreo-arbustiva, haviam

CHAVES, A. M. S.

identificado, desconsiderando algumas espécies ainda não verificadas, 172 espécies e 116 gêneros, distribuídas em 45 famílias botânicas.

Nas áreas amostrais para o presente estudo, verificou-se que a maioria são representadas por uma ou duas espécies, com exceção de cinco famílias que compreendem mais de 55% das espécies identificadas; são elas: as Cactaceae com 6 espécies; Euphorbiaceae com 9 espécies; Fabaceae com 11 espécies; Gramínea com 3 espécies; e Malvaceae com 4 espécies (Figura 04).

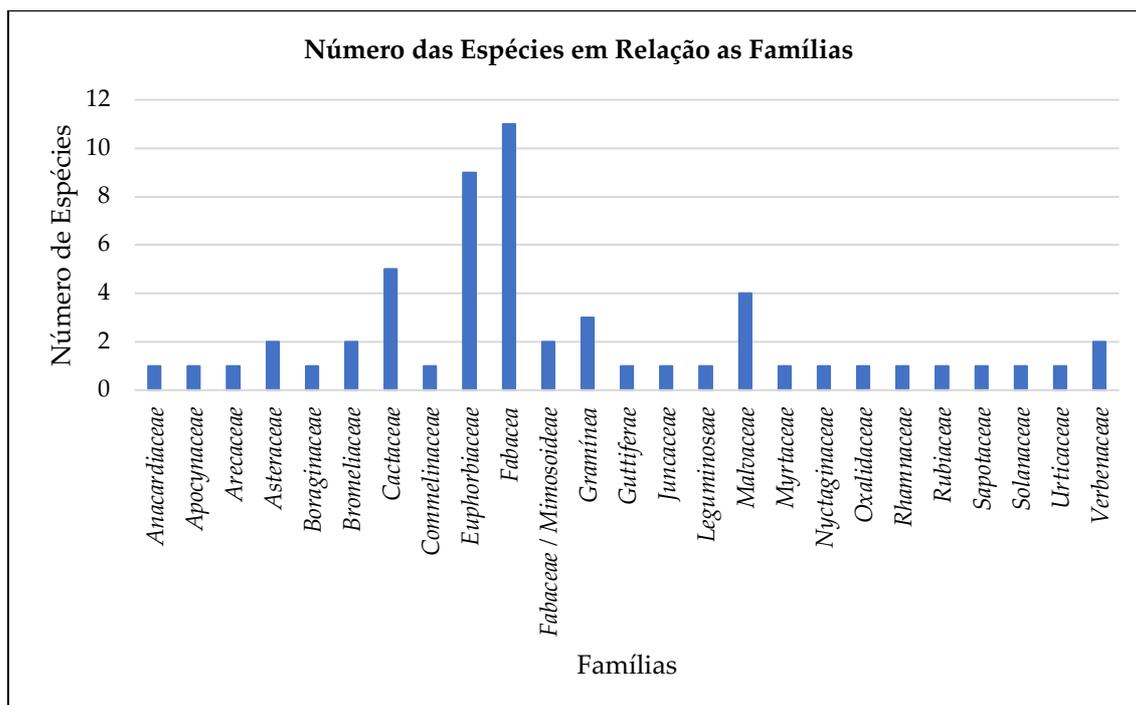


Figura 4. Relação quantitativa da vegetação identificada: espécies por famílias. Elaboração, 2020.

Essa situação também foi verificada em outras áreas de Caatinga no Estado de Pernambuco, situação relatada no estudo de Rodal, Martins e Sampaio (2008) para os municípios de Floresta-PE e Custódia-PE, que identificaram que as famílias Euphorbiaceae, Cactaceae e Leguminosae compreendem o maior número de espécies. Silva (2009) constatou que as Euphorbiaceae, Leguminosae e Caesalpinioideae compreendiam cerca 75% das espécies de duas amostras no municípios de São Bento do Una-PE. Alcoforado-Filho, Sampaio e Rodal (2003), no município de Caruaru-PE, desse modo, verificaram maior representatividade nas famílias das Euphorbiaceae, Fabaceae e Mimosaceae. Esses estudos têm em comum com a Bacia do Riacho São José o destaque dado a família das Euphorbiaceae.

CHAVES, A. M. S.

De modo geral, observou-se que na composição florística da BRSJ, no alto curso (Amostra 04), ocorre o predomínio de espécies individuais por família, ao mesmo tempo que se verificou maior quantitativo de famílias (14); já o médio e o baixo cursos (Amostras 01, 02 e 03), apresentam menor quantitativo de famílias (10 e 09) e maior concentração de algumas espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Composição florística da Bacia do Riacho São José-PE.

Localização	Famílias	Espécies	Total de espécies
Sítio Cacimbinha, Pedra-PE PV1	Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> (Mandacaru)	6
		<i>Tacinga palmadora</i> (Quipá)	
		<i>Pilocereus gounellei</i> (Alastrado)	
		<i>Tacinga inamoena</i> (Palmatória)	
		<i>Pilosocereus spp</i> (Facheiro)	
		<i>Pilocereus gounellei</i> (Alastrado)	
	Euphorbiaceae	<i>Jatropha molissima</i> (Pinhão bravo)	3
		<i>Croton rhaminifolius</i> (Velame)	
		<i>Cnidioscolus urens</i> (Urtiga)	
	Fabacea	<i>Erythrina velutina</i> (Mulungu)	5
<i>Sena sp</i> (Canafistula-de-lajedo)			
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Catingueira)			
<i>Piptadenia sp</i> (Espinheiro branco)			
<i>Senegalia polyphylla</i> (Carcará)			
Gramineae	<i>Lolium multiflorum</i> (Capim azevém)	1	
Leguminoseae	<i>Prosopis juliflora</i> (Algaroba)	1	
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> (Malva-branca)	1	
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> (Juazeiro)	1	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Quixaba)	1	
Urticaceae	<i>Urtica Ferox</i> (Tamiarana)	1	
Sítio Conceição, Caetés-PE P2	Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriformium</i> (Pereiro)	1
	Bromeliaceae	<i>Bromelia laciniosa</i> (Macambira-de-cachorro)	1
	Cactaceae	<i>Tacinga palmadora</i> (Quipá)	2
		<i>Tacinga inamoena</i> (Palmatória)	
	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> (Andacá)	1
	Euphorbiaceae	<i>Jatropha molissima</i> (Pinhão Bravo)	4
		<i>Croton rhaminifolius</i> (Velame)	
		<i>Jatropha sp</i> (Pião comum)	
		<i>Cnidioscolus urens</i> (Urtiga)	
	Fabacea	<i>Amburana cearenses</i> (Imburana)	5
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Catingueira)			
<i>Senegalia polyphylla</i> (Carcará)			
<i>Piptadenia sp</i> (Espinheiro-Branco)			
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Mororó)			
Gramineae	<i>Gramínea sp1</i> (Grama)	2	
	<i>Lolium multiflorum</i> (Capim azevem)		

Sítio Serrote, Caetés-PE P3	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> (Malva Amarela) <i>Sida cordifolia</i> (Malva-branca) <i>Herissantia tiubae</i> (Mela-bode) <i>Sida galheirensis</i> (Ervaço)	4	18
	Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (Vassourinha de botão)	1	
	Verbenaceae	<i>Lippia sidoides</i> (Alecrim)	1	
	Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Aroeira branca) <i>Schinopsis brasiliensis</i> (Braúna)	2	
	Cactaceae	<i>Pilosocereus spp</i> (Facheiro) <i>Cereus jamacaru</i> (Mandacaru)	2	
	Euphorbiaceae	<i>Jatropha molíssima</i> (Pião bravo) <i>Euphorbia phosphorea</i> (Avelós) <i>Croton tricolor</i> (Sacatinga-branca)	3	
	Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema-preta) <i>Libidibia férrea</i> (Pau-ferro) <i>Chloroleucon dumosum</i> (Jurema-branca) <i>Piptadenia sp</i> (Espinheiro-branco)	4	
	Gramineae	<i>Gramínea sp2</i> (Grama)	1	
	Malvaceae	<i>Herissantia tiubae</i> (Mela-bode) <i>Sida galheirensis</i> (Ervaço)	2	
	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia difusa</i> (Pega-Pinto)	1	
Solanaceae	<i>Capsicum parvifolium</i> (Pimenta-de-cachorro)	1		
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i> (Azedinho)	1		
Verbenaceae	<i>Lippia sidoides</i> (Alecrim)	1		
Sítio Lagoa Rasa, Caetés-PE P4	Arecaceae	<i>Syagrus coronata</i> (Ouricuri)	1	24
	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> (Mentrassto) <i>Vanillosmopsis erythropapa</i> (Candeeiro)	2	
	Boraginaceae	<i>Varronia globosa</i> (Moleque-duro)	1	
	Bromeliaceae	<i>Hohenbergia catingae</i> (Gravatá-comum)	1	
	Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> (Mandacaru)	1	
	Euphorbiaceae	<i>Sapium argutum</i> (Burra-leiteira) <i>Croton zehntneri</i> (Canelinha) <i>Croton rhaminifolius</i> (Velame) <i>Cnidocolus urens</i> (Urtiga)	4	
	Fabaceae	<i>Hymenaea eriogyne</i> (Jatobá) <i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema-Preta) <i>Senegalia polyphylla</i> (Carcará) <i>Senna martiana</i> (Canafistula-de-lajeiro)	4	
	Fabaceae / Mimosoideae	<i>Mimosa modesta</i> (Malícia) <i>Mimosa quadrivalvis</i> (Malícia)	2	
	Gramineae	<i>Gramínea sp3</i> (Grama) <i>Gramínea sp4</i> (Grama)	2	
	Guttiferae	<i>Clusia nemorosa</i> (Pororoca)	1	
	Juncaceae	<i>Juncus L.</i> (Junco)	1	
	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> (Malva-branca)	1	
	Myrtaceae	<i>Psidium sp</i> (Perim-manso)	1	

	Solanaceae	<i>Capsicum parvifolium</i> (Pimenta-de-cachorro)	1
	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L (Chumbinho)	1

FONTE: Elaboração, 2020.

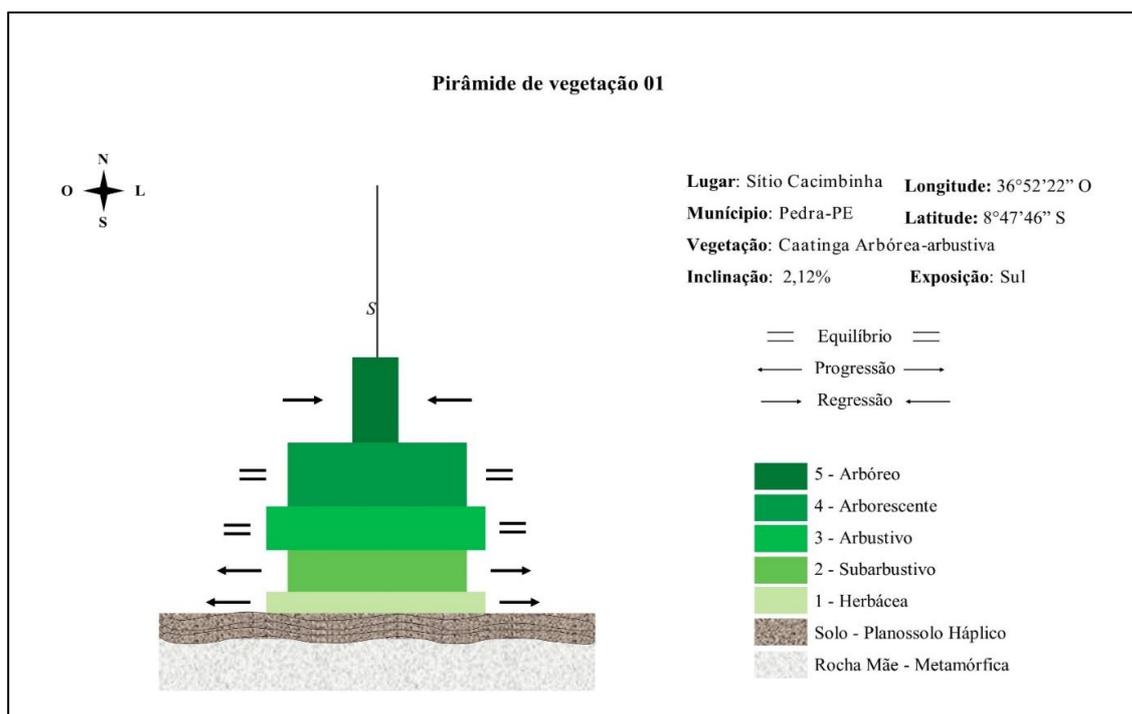
É importante destacar que as espécies vegetais arbóreas, arbustivas e herbáceas são essenciais para o funcionamento e manutenção da dinâmica ecológica dos ecossistemas das Caatingas, pois compreendem espécies visitadas pelas abelhas e pequenos animais essenciais à vida em todas as suas dimensões e prestação dos serviços ecossistêmicos da bacia do Riacho São José (CHAVES *et al.*, 2021).

### 3.2 Pirâmides de vegetação da Bacia do Riacho São José em Pernambuco

Perante a composição florística identificada em cada amostra, foram construídas quatro pirâmides de vegetação: a primeira compreende o baixo curso da BRSJ que está próximo à foz; a segunda encontra-se no limite entre o médio e o baixo curso, representando área em que é destacada a vegetação arbustiva; a terceira compreende porção do alto curso próximo ao médio curso, onde a paisagem revela a mudança de vegetação de espécies arbóreas para arbustiva; já a quarta representa um refúgio de vegetação, a qual abarca vegetação de Mata de Altitude e de Caatinga.

Como destacado anteriormente, a base para construção das pirâmides é o preenchimento das fichas biogeográficas, as quais distinguem as espécies em diferentes níveis de estratos. Diante disso, a mesma espécie pode fazer parte de mais de um estrato, ou seja, o estrato arbóreo (acima de 7m de altura) e arborescente (3 a 7m de altura) ou arbustivo (1 a 3m de altura) e subarbustivo (0,50m a 1m de altura).

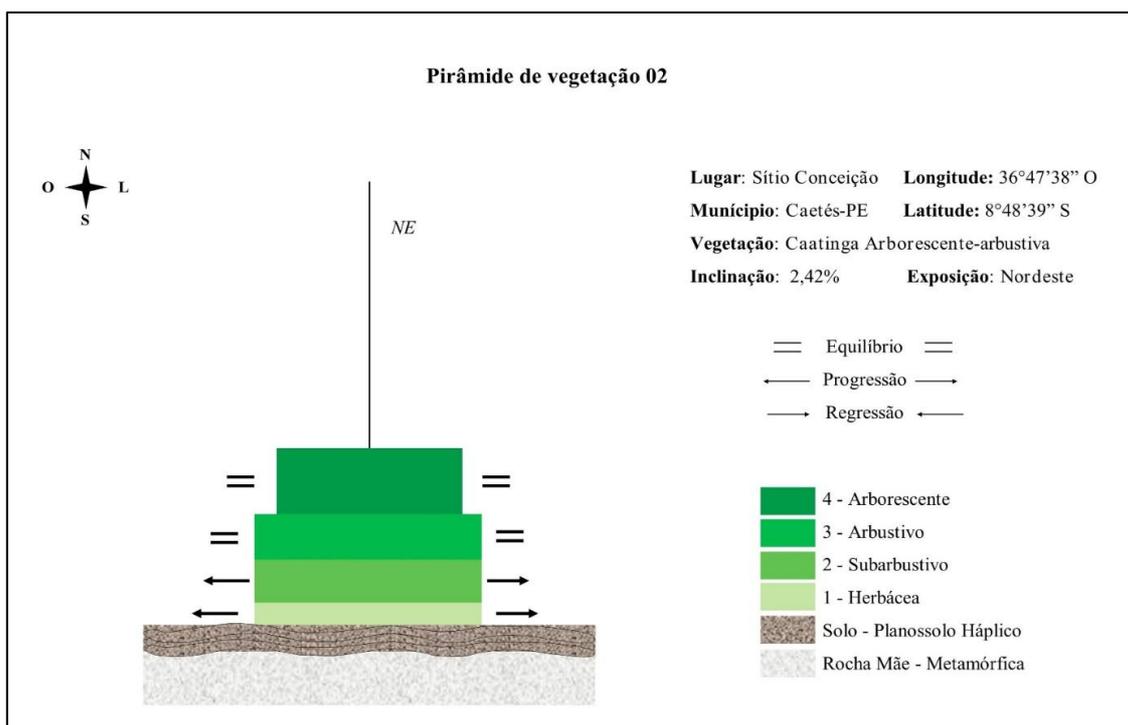
A pirâmide de vegetação 01 (Figura 5) está sobre um terreno plano, mas próximo à encosta suave ondulada. As espécies arborescentes e arbustivas compreendem estado em equilíbrio, cobrindo mais de 50% e 75% da área; o estrato arbóreo constitui apenas duas espécies, *Erythrina velutina* (mulungu) e *Prosopis juliflora* (algaroba), sendo que a espécie *Prosopis juliflora* também faz parte do estrato arborescente, pois apresenta árvores que ainda possuem menos de 7m.



**Figura 5.** Pirâmide de vegetação 01. Elaboração, 2020.

Na área, como representado na PV 01, as espécies subarbustivas e herbáceas recobrem quase toda área em estado de progressão, ou seja, possuem a capacidade de expansão, já que apresentam um ritmo de desenvolvimento e renovação mais rápida em relação às demais espécies. Devido a sua localização, no baixo curso, ela recebe sedimentos das porções mais altas, além de ter por embasamento rochas metamórficas e formação de solos bem desenvolvidos e ricos em bases (Planossolo háplico), porém com déficit hídrico, situação comum ao ambiente semiárido.

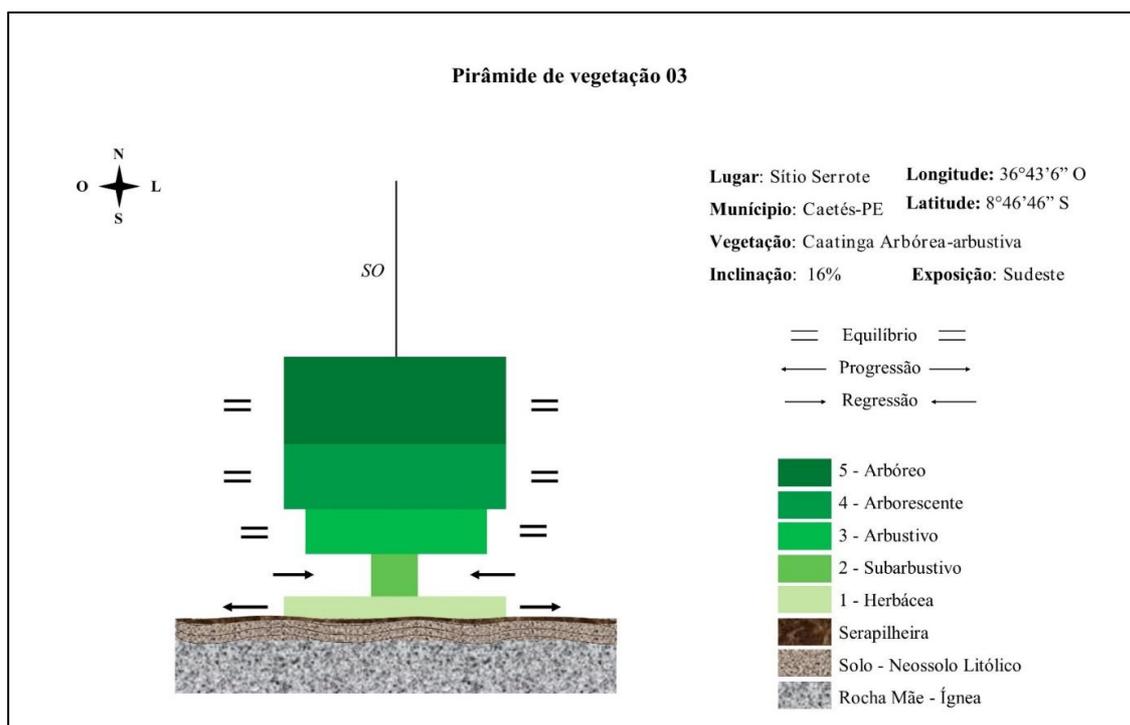
As condições geológicas, geomorfológicas e pedológicas semelhantes são verificadas na segunda pirâmide (Figura 6). Acredita-se que essa pirâmide seja área de cobertura vegetal secundária, pois não possui estrato arbóreo, predominando as espécies arborescentes e arbustivas. Nessa PV 02, destacam-se quatro estratos vegetais: dois estão em estado de equilíbrio (arborescente e arbustivo) e os outros dois em fase de progressão (os subarbustivos e as herbáceas).



**Figura 6.** Pirâmide de vegetação 02. Elaboração, 2020.

Na superfície das pirâmides 01 e 02 não se forma serapilheira, sobre o solo se encontram folhas e galhos secos juntos a sedimentos. Em ambas foi identificado processo erosivo no perímetro e no entorno, como ravinas (PV 01) e pequenos sulcos (PV 02), devido à ação hídrica das chuvas sobre o solo exposto.

Situação diferente foi verificada no perímetro de construção da terceira pirâmide (Figura 7), não sendo identificados processos erosivos em sua área ou adjacência. Isso se deve ao fato desta estar na base de uma encosta, em condições quase planas, compreendendo área de recebimento de sedimentos e outros materiais erodidos e percolados pelo escoamento superficial e a lixiviação. Diante dessa dinâmica, a PV 03 compreende uma área na qual o Neossolo litólico está melhor desenvolvido e forma, inclusive, fina camada de serapilheira; a cobertura vegetal é densa em seus diferentes estratos.

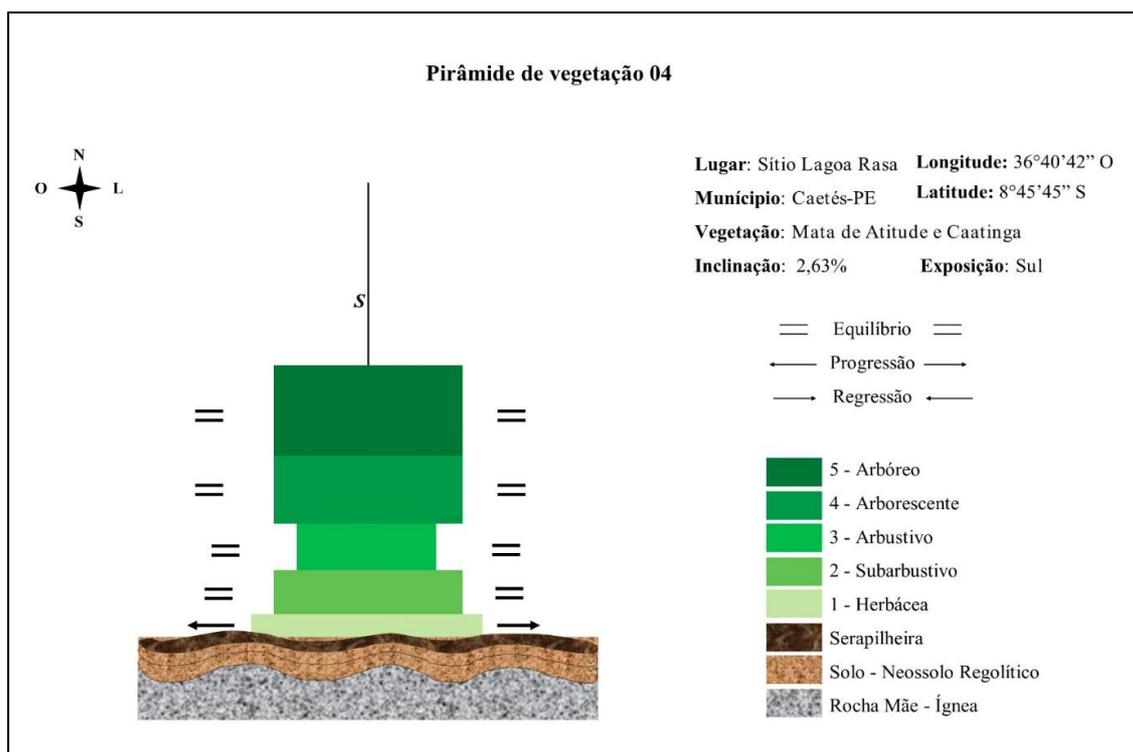


**Figura 7.** Pirâmide de vegetação 03. Elaboração, 2020.

No que se refere aos estratos vegetais, se destacam os três maiores: arbóreo, arborescente e arbustivo, todos em estado de equilíbrio. Já o estrato das espécies herbáceas são abundantes e dominam mais de 75% da área, em estado de progressão. Já o estrato dois é composto por uma única espécie subarbustiva, refletindo em estado regressivo.

A pirâmide 03 reflete uma dinâmica em equilíbrio, compreendendo estado conservado, cujos impactos são a criação de animais soltos e a presença de trilhas para passagem de pessoas e animais. Na área, às vezes acontecem acampamentos, mas esses, quando feitos, são compostos em sua maioria por pesquisadores, que têm o cuidado de não impactar ou modificar muito o lugar.

Em situação semelhante encontra-se o perímetro delimitado para a quarta PV (Figura 8), a qual apresenta substrato geológico semelhante à PV 03, se diferenciando por apresentar um Neossolo mais desenvolvido, o Neossolo regolítico, e compreendendo um refúgio de vegetação, conhecido como brejo de altitude.



**Figura 8.** Pirâmide de vegetação 04. Elaboração, 2020.

Como resultado, a pirâmide dessa área de exceção apresenta espécies de Floresta Estacional Semidecidual, compartilhando o mesmo ambiente de espécies arbóreas e arbustivas das Caatingas. Nesse contexto, se destaca a dominância da espécie pororoca (*Clusia nemorosa*) no estrato arbóreo, o qual apresenta-se em estado de equilíbrio junto aos demais estratos, exceto o das herbáceas.

Observa-se nessa área uma dinâmica equilibrada, mesmo que algumas vezes se tenha a presença de animais soltos, como cavalos e bois. No entanto, por situar-se entre uma estrada que fica em uma elevação acima do seu nível e um açude abaixo, essa área recebe o material erodido da estrada e sua lixiviação até a área do açude.

Dentre as quatro pirâmides de vegetação construídas, a quarta apresenta dinâmica mais equilibrada entre seus cinco estratos arbóreos, visto que a especificidade de sua composição e interação geocológica contribuem para isso. Também se verificou que muitas espécies são comuns e compartilhadas entre as diferentes pirâmides - o que é esperado e já constatado na literatura, bem como

CHAVES, A. M. S.

o fato de algumas espécies serem apenas identificadas e uma única amostra (BARBOSA, 2015; GONÇALVES; BARBOSA; PASSOS, 2015; SILVA, 2016).

Em termos de composição florística, as pirâmides apresentam boa abundância e dominância por estrato, o que reflete na dinâmica da vegetação a partir de sua estrutura vertical, isso sempre considerando as interações e as dinâmicas do entorno, os componentes da paisagem. A esse respeito, o estrato arbóreo está em equilíbrio nas pirâmides três e quatro. No entanto essas PV revelam interações geocológicas distintas, sendo a última um “brejo de altitude” localizado no planalto da Borborema a mais de 900 metros de altitude.

Na pirâmide dois, o estrato arbóreo é inexistente, já na PV 01, esse encontra-se em regressão, sendo representado apenas por dois exemplares. Situação semelhante foi identificada no estudo de Barbosa (2015), Passos e Dubreuil (2003, 2004), Passos e Ugidos (1997) e Passos (2020). Porém, se destacam nestas e nas demais pirâmides os estratos arborescente e arbustivo em dinâmica equilibrada, abrangendo em quase todos mais de 50% da área do perímetro delimitado.

O estrato subarbustivo apresenta diferentes dinâmicas, sendo que o que prevalece é o estado de progressão (PV 01 e 02), regressão (PV 03) e equilibrado (PV 04). Por sua vez, o estrato herbáceo apresenta estado de progressão para todas as pirâmides, pois sua dinâmica é de crescimento rápido e se encontra em um meio com condição para o aumento das espécies.

As pirâmides de vegetação da Bacia do Riacho São José apresentam os estratos vegetais, predominantemente, em dinâmica de equilíbrio e progressão, principalmente no tocante às espécies arborescentes e arbustivas. Contexto também verificado nas pesquisas de Barbosa (2015), Gonçalves, Barbosa e Passos (2015), Passos e Dubreuil (2003, 2004), Passos e Ugidos (1997) e Passos (2020), as quais apresentam dinâmicas similares a da BRSJ (equilíbrio e progressão). Já nos trabalhos apresentados por Silva (2016), observa-se diferentes estados, sem o predomínio de um em específico. Por sua vez, Vargas, Santos e Miola (2015) e Gonçalves e Passos (2017) identificaram principalmente a dinâmica em progressão.

CHAVES, A. M. S.

Assim, é importante ressaltar que conhecer a composição geoecológica foi preponderante para se fazer uma análise das interações existentes entre os componentes físicos, bióticos e antrópicos que caracterizam a BRSJ e como esses refletem na estrutura vertical da vegetação. Pois, como colocado por Passos (2000, 94) “[...] a análise de um elemento da paisagem (a vegetação) pode ser efetuada no sentido de compreender-se o elemento (as espécies vegetais) e o conjunto (a formação vegetal)”, bem como os fatores biogeográficos que interferem na referida formação vegetal.

## 5. Considerações Finais

A identificação e representação da cobertura vegetal da Bacia do Riacho São José compreende uma importante e necessária pesquisa, pois abrange uma localização estratégica para o estudo da vegetação semiárida (moderadas e subúmidas) do Agreste pernambucano. Os resultados analisados e discutidos também podem ser contextualizados com outras escalas de análise, como o rio Cordeiro e rio Ipanema, os quais fazem parte do macrocontexto da bacia do rio São Francisco em áreas semiáridas.

A utilização da metodologia das pirâmides de vegetação foi eficiente e robusta, pois a representação gráfica da composição florística a partir de seus diferentes estratos permitiu uma análise do conjunto (formação vegetal) e suas especificidades (estratificação). Como também, revelou as interações entre os componentes da paisagem e a cobertura vegetal, que foi evidenciado na lista da composição florística, identificadas pelas fichas biogeográficas e base para a construção das pirâmides. Logo, enquanto modelo explicativo para análises em bacias hidrográficas na Caatinga, se mostrou exitosa, o que demanda novos estudos para análises comparativas com outros ambientes hidrográficos, como o rio Ipanema e/ou São Francisco, pois é uma metodologia pouco aplicada na vegetação semiárida, sobretudo em área de mata ciliar e/ou galeria.

Nos resultados, constatou-se que as PV construídas para a BRSJ permitiram conhecer a estrutura e a dinâmica da vegetação. Isto ajudou na realização de análises comparativas entre diferentes formações, em específico a variação dessas

CHAVES, A. M. S.

ao longo de uma área diversa sobre influência das relações sistêmicas entre planalto e depressão e regimes climáticos diferentes. Esses aspectos associados às derivações antropogênicas revelaram que na BRSJ predominam formações vegetais em estado dinâmico de equilíbrio e progressão, repercussão da dominância-abundância e sociabilidade das espécies por estratos. Exceções são registradas na PV 1 (estrato arbóreo) e PV 3 (estrato subarbustivo), com dinâmica em regressão.

Diante desse contexto, observa-se que para o bioma Caatinga se faz necessário o desenvolvimento de mais pesquisas que façam uso da metodologia aqui adotada, pois as consultadas da literatura revelam que a mesma anteriormente só foi aplicada no estado da Bahia e agora no Agreste de Pernambuco. Conclui-se que é de suma importância levantar mais dados da estrutura e dinâmicas (pirâmides) das formações vegetais das caatingas, para que se possa realizar um estudo integrado e comparativo desse bioma biodiverso e significativo para o território brasileiro.

#### **Financiamento:**

Esta pesquisa foi financiada pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

#### **Agradecimentos:**

Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado em Geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, ao Grupo de Pesquisa em Geoecologia e Planejamento territorial-GEOPLAN/UFS/CNPq, ao Grupo de Estudo do Vale do São José e aos proprietários de localidades no Vale do São José que autorizaram a entrada dos pesquisadores para a realização da pesquisa.

## **6. Referências Bibliográficas**

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003. 158p.

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODA, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasileira**. São Paulo, v.17, n. 2, p. 287-303, jul./set, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200011>

CHAVES, A. M. S.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias hidrográficas / Rio Ipanema**. Disponível em: [http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/pagina.php?page\\_id=5&subpage\\_id=16](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/pagina.php?page_id=5&subpage_id=16). Acesso em: 22 mar, 2021.

BARBOSA, L. G. **Análise de sistemas em Biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí/Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2015. 184p.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 112p.

BERTRAND, G. Pour une étude géographique de la végétation. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse-FR, v. 37, n. 2, pp. 129-144, 1966. DOI: <https://doi.org/10.3406/rgpso.1966.4544>

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. ed. 10. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 269-300.

CHAVES, A. M. S. **Dinâmica geocológica e cenários potenciais para conservação da paisagem semiárida na bacia do riacho São José em Pernambuco**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe. 2021. 353p.

CHAVES, A. M. S.; VIEIRA, A. G. T.; FRANÇA, E. M. S.; SANTOS, E. J.; TEIXEIRA, G. S. S.; SILVA, J. I. S.; MELO & SOUZA, R. Análise dos serviços ecossistêmicos na paisagem semiárida da bacia do Riacho São José, Pernambuco. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 12, p. 139-158, maio, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1147>

CHAVES, A. M. S.; MELO & SOUZA, R. Identificação de áreas para construção de pirâmides de vegetação através do índice de vegetação pela diferença normalizada. In: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Ed.). **Geografia física e as mudanças globais**. Fortaleza: Editora UFC, 2019. E-book. p. 01-12.

CHAVES, A. M. S.

CHAVES, A. M. S. Adequabilidade geoecológica de uso e cobertura da terra na bacia do Riacho São José, Pernambuco. In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 13., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2019.

CHAVES, A. M. S.; MELO & SOUZA, R. Relação cobertura vegetal e temperatura da superfície terrestre em bacia semiárida. In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 14., 2021, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2021.

COSTA, R. A. Análise biogeográfica do parque municipal do goiabal em Ituiutaba – MG. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v.1, n.33, p.68-83, jan./jul. 2011.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 384p.

GONÇALVES, D. L.; BARBOSA, L. G.; PASSOS, M. M. Análise da estrutura vegetal a partir da representação cartográfica com o uso de pirâmides de vegetação. In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 11., 2015, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNESP, 2015. p. 4702-4714.

GONÇALVES, D. L.; PASSOS, M. M. Análise da cobertura vegetal no varjão do rio Paranapanema, município de Rosana-SP: um estudo para a criação de um corredor ecológico. In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 12., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2017. p. 1361- 1372.

GUTIÉRREZ, A. P. A.; ENGLE, N. L.; DE NYS, E.; MOLEJÓN, C.; MARTINS, E. S. Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, Amsterdam-Holland, v. 3, p. 95-106, jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2013.12.001>.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Caatinga**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga>. Acesso em 14 set. 2022.

POSSAS, H. P.; FIGUEIRÓ, A. S.; GAMA, A. M. R. C.; VIEIRA, A. F. G.; NASCIMENTO, E. E. D. J.; GUTTLER, M. A. C. C. Aplicação do método de pirâmides no estudo biogeográfico. **Geosul**, Florianópolis, v. 15, n. 30, p. 11-130, jul./dez. 2000.

CHAVES, A. M. S.

PASSOS, M. M. Por um estudo da evolução da vegetação - da pirâmide ao NDVI. **Geosul**, Florianópolis-SC, v. 15, n. 30, p 90-110, jan. 2000.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e paisagem**. 2 ed. Maringá: [s. n.], 2003. 264p.

PASSOS, M. M. Das potencialidades à evolução paisagística no noroeste do Paraná: uma aproximação. **Geografia**, Londrina-PR, v. 15, n. 1, p.173-204, jan./jun. 2006.

PASSOS, M. M. A relação clima-vegetação no semiárido brasileiro: abordagem bioclimática do contato Caatinga/Cerrado no vale do Médio São Francisco – Semiárido do Nordeste brasileiro. **Espaço em Revista**, Catalão/GO, v. 22, n. 1, p. 42-60, jan./jun. 2020.

PASSOS, M. M.; DUBREUIL, V. Approche bioclimatique du contact Caatinga/cerrado dans l'etat de Bahia, Brésil. **Association Internationale de Climatologie**, v. 15, p. 56-65, 2003.

PASSOS, M. M.; DUBREUIL, V. A relação clima-vegetação no semi-árido brasileiro. **Boletim de Geografia**, Maringa, v. 22, n. 1, p. 35-48, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v22i1.12391>

PASSOS, M. M.; URGIDO, M. A. L. Biogeografia da Caatinga. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n.19, p. 31-56, 1997.

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p.192-205, jul./set. 2008.

RODRIGUES, T. C. S.; PEREIRA, P. R. M.; VIEGAS, J. C.; ERICEIRA, M. P.; ARAUJO, W. L. N. Pirâmides de vegetação como ferramenta de representação gráfica em áreas testes na microrregião do Gurupi, Oeste Maranhense. In: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Ed.). **Geografia física e as mudanças globais**. Fortaleza: Editora UFC, 2019 - a. E-book. p. 01-12.

SAKUMA; M. Z.; HALL, C. F.; SILVA, M. H. S. Vegetation pyramids applied to the analysis of dense forest units in the Pantanal of Abobral. **RA'EGA**, Curitiba-PR, V. 8, n. 2, p. 109-128, nov. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v49i0.66384>

SAKUMA; M. Z.; SILVA, M. H. S. A técnica das pirâmides de vegetação aplicada a análise de unidades florestais de vegetação arbórea densa no Pantanal do  
Revista Espaço & Geografia, v. 26, 2023  
<https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegografia/index>

CHAVES, A. M. S.

Abobral. In: PERREZ FILHO, A. AMORIM, R. R. (Orgs.). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. v. 1, E-book, 2017. p. 1297- 1301. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2150>

SILVA, S. O. **Estudo de duas áreas de vegetação da caatinga com diferentes históricos de uso no Agreste Pernambucano**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2009. 83p.

SILVA, M. H. S. Pirâmides de vegetação como estratégia metodológica para análise biogeográfica. In: DIAS, L. S.; GUIMARÃES, R. B. (Ed.). **Biogeografia: conceitos, metodologia e práticas**. Tupã-SP: Editora ANAP, 2016. E-book. p. 51-77.

SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; Tabarelli, M. (Ed). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham: Springer, e-book, 2017. p. 3-19. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_1)

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, London-England, v. 58, n. 4, p. 575-596, sep. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2003.12.002>.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v.18, n.2, p.329-340, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.84536>

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 5. ed. Rio Claro/SP: Divisa, 2002. 195p.

VARGAS, K. B.; SANTO, T. D.; MIOLA, D. T. B. O uso de pirâmides de vegetação para a representação gráfica da mata ciliar do Córrego Água Pequena, Realeza, PR. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã-SP, v. 11, n. 1, p. 47-61, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17271/19800827110120151072>

VIEIRA, A. G. T.; TEIXEIRA, G. S. S.; OLIVEIRA, R. F.; SILVA, J. I. S.; ARAÚJO, M. S. L. C. Levantamento da diversidade de angiospermas do Vale do riacho São José Caetés, Agreste pernambucano. In: Congresso nordestino de biólogos, 7., 2017, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Rede Brasileira de Informações Biológicas, p. 202-209, 2017. ISSN 2446-4716.