



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOQUÍMICA:
PETRÓLEO E MEIO AMBIENTE

MARIA VERÔNICA DOS SANTOS ARAGÃO

**BIOGEOQUÍMICA DE ZONAS DE MANGUEZAL DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS
UNA, PARDO E JEQUITINHONHA – SUL DA BAHIA/BRASIL: AVALIAÇÃO DO
GÊNERO *AVICENNIA* COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL**

Salvador

2015

MARIA VERÔNICA DOS SANTOS ARAGÃO

**BIOGEOQUÍMICA DE ZONAS DE MANGUEZAL DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS
UNA, PARDO E JEQUITINHONHA – SUL DA BAHIA/BRASIL: AVALIAÇÃO DO
GÊNERO *AVICENNIA* COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências (IGEO), Universidade Federal da Bahia (UFBA), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geoquímica do Petróleo e Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Antônio Fernando de Souza Queiroz

Co-orientadora: Profa. Dra. Karina Santos Garcia

Salvador

2015

AGRADECIMENTOS

Ao longo dessa caminhada, cheia de momentos de dúvidas, incertezas a conclusão desse trabalho representa mais que uma etapa vencida da minha vida acadêmica, e sim uma vitória de vida, para consegui-la pude contar com algumas pessoas que direta ou indiretamente foram decisivas nessa conquista.

Agradeço a Deus por iluminar o meu caminho e estar sempre presente na minha vida.

A minha mãe, Maria José de Jesus Santos (*in memorian*), e ao meu pai, João José dos Santos (*in memorian*), pelo incentivo e apoio incondicional.

A minha família, pelo apoio necessário nas horas mais difíceis, em particular, ao meu esposo Ubirajara Aragão.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Fernando de Souza Queiroz, pelos ensinamentos e pela paciência durante todo esse tempo.

Agradeço à minha co-orientadora, Profa. Dra. Karina Santos Garcia, que durante todo esse tempo pacientemente me ensinou o que deveria ser feito e da melhor maneira possível.

A todos os professores do POSPETRO, em especial a Profa. Dra. Olívia Maria Cordeiro de Oliveira, Profa. Dra. Gisele Mara Hadlich, Profa. Dra. Catherine Prost e ao Prof. Dr. Joil José Celino, que ministrando aulas ou não transmitiram seus conhecimentos.

Aos técnicos do LEPETRO, Gisele, Sarah, Jucilene, Isabel, Marcos, Rui, Jorginho e Isabel, a participação de vocês foi essencial para a realização desse projeto!

A toda equipe do NEA, meus queridos Cícero, Naná, Aléx e Adriana que sempre se mostraram disponíveis quando foi preciso e, a Jairo pelo profissionalismo.

Agradeço pela colaboração e disponibilidade a Rodrigo, Isana, Sheila, Shirley, Luan, Daniele, Ícaro. Pela amizade a Nilton, Mércia e Rafael.

Agradeço em especial a Jaciara Dourado, Narayana Escobar (Nara), Elaine Souza e Daiane Oliveira, minha eterna gratidão.

Ao pessoal de campo pela colaboração na coleta.

Agradeço com muito carinho ao Prof. Dr. Edinaldo Luz, Prof. Me. Valter Forastieri, Profa. Dra. Camila Pigozzo, Renata Tosta, Denis Nunes, Júlia Perreli, Aline Tosta meus eternos amigos dos tempos de graduação, Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE).

Agradeço ao Prof. Dr. Lazaro Benedito da Silva e, a minha querida Profa. Dra. Kelly Batista Leite, Instituto de Biologia (UFBA), por acreditarem no meu potencial.

Aos professores que compõem a banca examinadora, pela disponibilidade de fazer-se presente nesse ato.

Este trabalho foi realizado com apoio financeiro da Queiroz Galvão Exploração e Produção, através do Projeto “Diagnóstico Geoambiental de Zonas de Manguezal e Desenvolvimento de Processos Tecnológicos Aplicáveis a Remediação dessas Zonas: subsídios a um Programa de Prevenção de Impactos em Áreas com Potencial para Atividades Petrolíferas na região Litoral Sul e Extremo Sul do Estado da Bahia (PETROTECMANGUE-BASUL)”.

A autora também agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela bolsa de Mestrado concedida ao Pospetro.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação profissional e para a realização desse trabalho, muito obrigada!

*Não importa onde você parou...
Em que momento você cansou...
O que importa é que sempre é possível
e necessário "Recomeçar".
Recomeçar é dar uma nova chance
a si mesmo...
E renovar as esperanças na vida
E o mais importante...
Acreditar em você de novo...*

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi correlacionar a concentração média dos elementos químicos Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn, e Cu obtidos nas folhas, na função de nutriente mineral, com a morfologia e biometria foliar (comprimento e largura) em plantas de mangue do gênero *Avicennia*. As áreas de estudo foram georeferenciadas. A coleta foi realizada em uma única campanha de campo em cinco (5) pontos ao longo do baixo curso dos rios Una e Pardo dos municípios de Una e Canavieiras respectivamente situados na região Litoral Sul, Estado da Bahia/Brasil, para a espécie *Avicennia schaueriana*, e em seis (6) pontos no delta do rio Jequitinhonha, município de Belmonte, situado na região Extremo Sul, desse mesmo Estado, para a espécie *Avicennia germinans*. Em cada ponto de coleta foram medidos os parâmetros físicos pH e salinidade. Em laboratório, foi avaliada e quantificada a presença de alterações na morfologia tais como: herbivoria necrose, perfuração e galha e, logo depois, realizada a biometria foliar. Em seguida as amostras foram liofilizadas, trituradas, encaminhadas à digestão ácida para determinação de teor químico e tratamento estatístico. Os resultados obtidos foram tratados de forma distinta, originando duas (2) avaliações as quais foram apresentadas sob forma de artigos científicos. Em Una, o pH revelou-se ser levemente ácido a levemente alcalino e salinidade média de 20, já em Pardo apresentou-se de ácido a levemente ácido e salinidade média de 24. Nesses dois manguezais foi observado que a herbivoria apresentou o maior percentual em relação às demais alterações morfológicas em todos os pontos de coleta. A média geral do comprimento e da largura foliar em Una foi maior que em Pardo, mesmo esse último manguezal ter apresentado maior teor médio geral para todos os nutrientes estudados, exceto o K e o Fe. Em Una, para os macros foi obtido: Na>Mg>K>Ca>P, para os micros: Fe>Mn>Zn>Cu, já em Pardo obteve-se: Na>Mg>Ca>K>P para os macros, e Fe>Mn>Zn>Cu para os micros, observando-se variação intra-específica entre o K e o Ca em ambientes distintos. De um modo geral, esse dois manguezais, apresentaram fortes correlações positivas entre os micros e os macros nutrientes minerais. A exemplo de Una do Zn com Na, Mg e Ca, já em Pardo o Mn com K e Ca, e o Zn com Na, K e Ca. Em Una houve a formação de três (3) fatores, com autovalores ≥ 1 , que juntos explicaram 94,42% de variância total dos dados. Em Pardo, também com três (3) fatores de autovalores ≥ 1 que, juntos explicaram 93,14% de variância total dos dados. Em Jequitinhonha, os resultados obtidos mostraram que o pH, revelou-se ácido a levemente alcalino e salinidade média de 21. Dos seis pontos de coleta, o primeiro apresentou o maior percentual de folhas herbivoradas e totalizou a maior média de todos os tipos de alterações morfológicas, já no quinto ponto obteve-se o menor percentual de folhas herbivoradas. Análises comparativas mostraram que, o comprimento e a largura foliar apresentaram forte correlação positiva com Na, Ca e P, já com Zn moderada e positiva. Nesse manguezal para os macros obteve-se: Na>K>Mg>Ca>P, já para os micros constatou-se: Fe>Mn>Zn>Cu. A razão média de K/Na e de Ca/Mg foi de 0,3. Não ficaram evidenciadas nesse estudo, entre micronutrientes, fortes correlações positivas, exceto o Cu com o Fe e o Cu com o Zn. De um modo geral, os nutrientes não apresentaram fortes correlações positivas entre macros e micros. Por fim, houve a formação de quatro fatores com autovalores ≥ 1 que juntos explicaram 94,32% de variância total dos dados.

Palavras-chave: *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, biometria foliar, galha, herbivoria, nutrientes

ABSTRACT

The objective of this research was to correlate the average concentration of Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn, and Cu obtained in the leaves, in the mineral nutrient function, with leaf morphology and biometry (length and width) in mangrove plants of the genus *Avicennia*. The study areas were georeferenced. The collection was carried out in a single field campaign in five (5) points along the low course of the Una and Pardo rivers of the municipalities of Una and Canavieiras, respectively, located in the South Coast region, State of Bahia, Brazil, for the species *Avicennia schaueriana*, and at six (6) points in the Jequitinhonha delta, Belmonte municipality, located in the Extreme South region of the same State, for the species *Avicennia germinans*. At each collection point, the physical parameters pH and salinity were measured. In laboratory, the presence of alterations in morphology such as: herbivory necrosis, perforation and gall was evaluated and quantified, and foliar biometry was performed soon after. Afterwards the samples were lyophilized, crushed, sent to the acid digestion to determine the chemical content and statistical treatment. The results obtained were treated differently, giving rise to two (2) evaluations which were presented in the form of scientific articles. In Una, the pH was found to be slightly acidic to slightly alkaline and medium salinity of 20, already in Pardo presented acid to slightly acid and salinity average of 24. In these two mangroves it was observed that the herbivory presented the highest percentage in relation to the other morphological alterations at all points of collection. The overall mean length and leaf width in Una was higher than in Pardo, even though the latter mangrove had the highest overall average content for all studied nutrients, except for K and Fe. In Una, for the macros was obtained: Na>Mg>K>Ca>P, for Fe>Mn>Zn>Cu, already in Pardo we obtain: Na>Mg>Ca>K>P for the macros, and Fe>Mn>Zn>Cu for the micros, observing intra-specific variation between K and Ca in different environments. In general, these two mangroves had strong positive correlations between micro and macro nutrient minerals. In the case of Una, there were three (3) factors, with eigenvalues > = 1, with the addition of Na, Mg and Ca, in Pardo the Mn with K and Ca, and Zn with Na, K and Ca. This together explained 94.42% of total data variance. In Pardo, also with three (3) eigenvalue factors > = 1, which together explained 93.14% of total data variance. In Jequitinhonha, the results showed that the pH was acidic to slightly alkaline and the mean salinity of 21. Of the six collection points, the first had the highest percentage of herbivorous leaves and totaled the highest average of all types of alterations morphological; in the fifth point the lowest percentage of herbivorous leaves was obtained. Comparative analyzes showed that leaf length and leaf width had a strong positive correlation with Na, Ca and P, with moderate and positive Zn. In this mangrove for the macros was obtained: Na>K>Mg>Ca>P, already for the micros it was verified: Fe>Mn>Zn>Cu. The mean K/Na and Ca/Mg ratio was 0.3. There were no strong positive correlations among the micronutrients, except Cu with Fe and Cu with Zn. In general, the nutrients did not present strong positive correlations between macros and micros. Finally, there were four factors with eigenvalues > = 1 that together explained 94.32% of total data variance.

Key-words: *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, leaf biometry, gall, herbivory, nutrients

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	ELEMENTOS QUÍMICOS NA FUNÇÃO DE NUTRIENTES	14
1.2	PH, SALINIDADE E NUTRIENTES EM MANGUEZAL	17
1.3	INTERAÇÃO INSETO-PLANTA E NUTRIENTES EM PLANTAS DE MANGUE	18
1.4	DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO	20
1.4.1	<i>Avicennia schaueriana</i> Stapft & Leechman	21
1.4.2	<i>Avicennia germinans</i> (L.) Stearn	22
1.5	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO	23
1.5.1	Município de Una	23
1.5.2	Município de Canavieiras	24
1.5.3	Município de Belmonte	25
2	OBJETIVOS	27
2.1	OBJETIVO GERAL	27
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM	28
3.2	DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE CAMPO	29
3.2.1	Coleta de folhas	29
3.2.2	Armazenamento das amostras	30
3.3	ANÁLISES MORFOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DAS FOLHAS	30
3.4	REALIZAÇÃO DE ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	31
3.4.1	Determinações analíticas	33
3.5	REALIZAÇÃO DE TRATAMENTO ESTATÍSTICO	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5	ASPECTOS FOLIARES EM DUAS FLORESTAS DE MANGUEZAL, NORDESTE DO BRASIL	36
5.1	INTRODUÇÃO	38
5.1.1	Áreas de estudo	39
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.2.1	Coleta de folhas	41
5.2.2	Armazenamento das amostras	41
5.2.3	Desenvolvimento de análises morfológicas e biométricas das folhas	41
5.2.4	Determinações analíticas	42
5.2.5	Realização de tratamento estatístico	42
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.3.1	Parâmetros físicos	43
5.3.2	Morfologia foliar	46
5.3.3	Biometria foliar	49

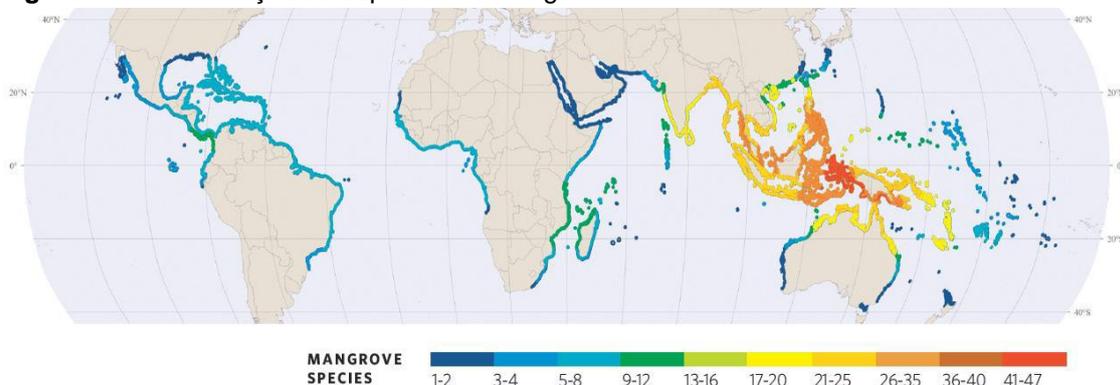
5.3.4 Nutrientes minerais	52
5.3.5 Análise de componentes principais (PCA)	62
5.4 CONCLUSÕES	63
6 ASPECTOS FOLIARES EM UMA FLORESTA DE MANGUEZAL, EXTREMO SUL, BAHIA-BRASIL	66
6.1 INTRODUÇÃO	68
6.1.1 Área de estudo	69
6.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
6.2.1 Coleta de folhas	70
6.2.2 Armazenamento das amostras	71
6.2.3 Desenvolvimento de análises morfológicas e biométricas das folhas	71
6.2.4 Determinações analíticas	71
6.2.5 Realização de tratamento estatístico	72
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
6.3.1 Parâmetros físicos	73
6.3.2 Morfologia foliar	75
6.3.3 Biometria foliar	78
6.3.4 Nutrientes minerais	80
6.3.5 Análise de componentes principais (PCA)	90
6.4 CONCLUSÕES	92
7 CONCLUSÕES GERAIS	93
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICES	108

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são encontrados em mais de 120 países, e cobrem mais de 15 milhões de hectares em todo o mundo. Manguezais neotropicais estendem-se por mais de 4,5 milhões de hectares, que representam cerca de 30% da área total global (SPALDING et al., 2010).

Essas florestas são ecossistemas costeiros que se originaram nas regiões dos Oceanos Índico e Pacífico e que distribuíram suas espécies pelo mundo com auxílio das correntes marinhas durante o processo de separação dos atuais seis (06) continentes (HERZ, 1987) (Figura 1.1). Esses passam então a margear os estuários dos rios perenes onde encontram ambiente protegido da ação das ondas e boa quantidade de água doce (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989).

Figura 1.1 – Distribuição de espécies de manguezais no mundo



Fonte: Borrel, 2010

México e Cuba estão entre os dez países com maiores áreas de plantas de mangue no mundo (4º [5,0% da área total global] e 10º [3,2% da área total global], respectivamente) (SPALDING et al., 2010; GIRI et al., 2011).

No Brasil esses ecossistemas se estendem por cerca de 1,3 milhões de hectares, e representam 8,5% da área global total (SPALDING et al., 2010), perdendo apenas para Indonésia (20,9%).

A região Norte abriga cerca de 90% dos manguezais brasileiros que se estabeleceram ao longo de 1.800 km do litoral nos Estados do Amapá, Pará e Maranhão. O Estado do Maranhão abriga quase a metade da área total do ecossistema no Brasil. O litoral Norte apresenta os maiores e mais complexos manguezais do país, devido às características hidrológicas e topográficas da região.

As marés possuem uma amplitude que atinge mais de 8 m em alguns locais, possibilitando a extensão dos mangues a mais de 40 km à montante (LACERDA, 2003; BARBOSA et al., 2015).

A partir do litoral baiano em direção ao Sul o clima torna-se úmido, o que permite o desenvolvimento de florestas extensas no interior das baías, e na foz dos principais rios da região; por exemplo, a porção Sul do litoral baiano possui cerca de 1000 mil hectares de mangues (LACERDA, 2003).

Segundo Duke et al. (1998), o desenvolvimento e a distribuição dessas espécies de mangue estão diretamente relacionadas com o pH e a salinidade da água intersticial do substrato.

A salinidade é o parâmetro de maior facilidade para ser avaliado, e de fácil mensuração através do refratômetro (CUZZUOL; CAMPOS, 2001; HADLICH et al., 2010; BARBOSA et al., 2015). Segundo Flowers e Colmer (2008), plantas que podem tolerar elevadas quantidades de sais na rizosfera sem afetar seu crescimento são denominadas halófitas.

Wang e Nil (2000) afirmam que, durante o efeito da salinidade, determinados processos são danificados, tais como: síntese de proteínas, metabolismo de lipídios e fotossíntese. Uma das respostas iniciais é a redução da expansão da superfície foliar, acompanhado de uma intensificação de estresse.

No Brasil são registradas seis espécies verdadeiras de plantas de mangue: *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechm., *Avicennia germinans* (L.) Stearn., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora racemosa* G. F. Mayer., e *Rhizophora harrisonii* Leechm. Além dessas, outras espécies associadas também são conhecidas: *Acrostichum aureum* L., *Conocarpus erectus* L., *Spartina alterniflora* L. e *Talipariti pernambucense* (Arruda) Bovini (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A flora dos manguezais é formada por plantas halófitas bem adaptadas à flutuação de salinidade e a sedimentos inconsistentes, deficientes de oxigênio e ricos em matéria orgânica (FERNANDES; PERIA, 1995; VANUCCI, 2003). Entretanto, as condições climáticas e edáficas de cada manguezal, a salinidade (CAMILLERI; RIBI, 1983; PARIDA et al., 2004) e, a disponibilidade de nutrientes (FELLER et al., 2010) podem acarretar respostas diferenciadas nas plantas a cada ambiente.

A ciclagem de nutrientes no ecossistema de manguezal é um aspecto funcional que deve ser considerado para a compreensão de vários fatores, como por exemplo, a maneira com que os manguezais mantêm a homeostase nutricional, mesmo expostos a lixiviação de nutrientes, devido às altas taxas de renovação de águas (LUGO, 2002).

Segundo Odum e Barret (2014), os ciclos de nutrientes nos ecossistemas terrestres e aquáticos resultam de reações químicas e bioquímicas semelhantes, expressas em ambientes físicos e químicos diferentes. O intemperismo da rocha e a consequente liberação de novos nutrientes acontecem lentamente, se comparado com a assimilação desses elementos pelo solo e pelas plantas. Portanto, a produtividade da vegetação depende da regeneração dos nutrientes da serapilheira e de outros detritos orgânicos.

O manguezal forma um sistema florestal aberto que importa e exporta matéria orgânica, sendo caracterizado por altos índices de produção primária (DUARTE; CEBRIÁN, 1996). Juntamente com a distribuição da vegetação surgiram os insetos herbívoros, galhadores e ovoposidores os quais estabeleceram relações complexas ao longo de suas histórias evolutivas, desde as adaptações até as relações tróficas (SCHOONHOVEN et al., 2005).

De acordo com Nascimento (2011), as plantas e os insetos mantêm uma relação de mútua dependência, principalmente em aspectos relacionados à busca de alimentos e reprodução. As plantas fornecem alimentos, abrigo e locais para a reprodução dos insetos. Em contrapartida, as abelhas, vespas, borboletas, mariposas e moscas são alguns exemplos de insetos que contribuem com os processos reprodutivos das plantas atuando como agentes polinizadores, favorecendo a fecundação cruzada e incrementando a diversidade genética de várias espécies vegetais. Juntos, eles formam os dois maiores grupos de organismos que ocupam diferentes habitats.

Características morfológicas e fisiológicas das plantas atuam na interação entre essas e os demais níveis tróficos. A presença de pelos, tricomas, o teor de nitrogênio, água e outros nutrientes, bem como a presença de substâncias do metabolismo secundário podem afetar o crescimento, a sobrevivência e, a reprodução de insetos herbívoros e de seus inimigos naturais (NASCIMENTO, 2011).

As galhas, também conhecidas como tumores de plantas, são células, tecidos, ou órgãos de plantas induzidos por um crescimento no volume celular (hipertrofia celular) e/ou número de células (hiperplasia celular) provocadas por parasitas ou patógenos, que normalmente se desenvolvem no interior dessas estruturas, ou seja, por insetos endofíticos (RAMAN, 2007; SANTOS et al., 2013).

O comportamento dos insetos de induzir galhas provavelmente foi selecionado como um mecanismo de defesa contra adversidades climáticas e/ou refúgios contra inimigos naturais (PRICE, 1991).

As galhas são induzidas por uma ampla variedade de organismos como algas, líquens, vírus, ácaros, nematóides e insetos. Mas os agentes formadores de galhas são em grande maioria os insetos. Insetos indutores de galhas são encontrados nas ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera, sendo que aqueles pertencentes às Diptera e Hymenoptera são os principais indutores, apresentando uma grande riqueza de espécies galhadoras, especialmente os das famílias Cecidomyiidae e Cynipidae, respectivamente (SANTOS et al., 2013).

Bastos (1995) enfatiza que o estudo do desenvolvimento foliar é de grande importância para a avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que as folhas constituem aparato fotossintético, e são responsáveis pela formação de carboidratos que são alocados para os órgãos vegetativos e reprodutivos da planta.

Finalmente, os manguezais fornecem um ambiente ecológico singular para diversidades de fauna e flora, que representam relativamente complexas teias alimentares com intrincadas relações com habitats vizinhos (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001; NAGELKERKEN; FAUNCE, 2008). Sem falar na importância ecológica e socioeconômica para as populações adjacentes, quanto a recursos alimentares e geração de renda por meio do turismo e da pesca (NAGELKERKEN; FAUNCE, 2008; ISLAM; IKEJIMA, 2010; MORRISEY et al., 2010).

Diante desse contexto, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de se obter dados científicos que permitam o acompanhamento da saúde de zonas de manguezal, região Litoral Sul e Extremo Sul do Estado da Bahia, avaliando e correlacionando o comportamento morfológico, biométrico (comprimento e largura) das folhas de plantas de mangue, e a determinação do teor de elementos químicos na função de nutrientes minerais presentes em suas folhas visto que, essas regiões

se constituem em uma importante fonte de alimentação, e de renda para as populações que aí sobrevivem.

1.1 ELEMENTOS QUÍMICOS NA FUNÇÃO DE NUTRIENTES

A crosta terrestre é considerada o reservatório de todos os elementos químicos encontrados na biosfera. Em torno de 99% da massa total da crosta terrestre é composta por somente oito elementos tais como oxigênio (47%), silício (28%), alumínio (8%), ferro (4,5%), cálcio (3,5%), sódio (3%), magnésio (2,5%) e potássio (2,5%). Apesar de mais de 60 elementos já terem sido determinados quantitativamente em vegetais, são 21 os que têm essencialidade comprovada (ARAÚJO, 2009).

Em geral, os elementos são disponibilizados para o solo a partir da rocha mãe e da decomposição dos detritos orgânicos seguida dos processos de mineralização (SCHULZE et al., 2002)

As principais rotas de entrada de nutrientes no ecossistema manguezal são as águas pluviais, fluviais e subterrâneas, e principalmente as marés (BERNINI; REZENDE, 2010). A influência direta do forte regime das marés no manguezal promove uma variação da disponibilidade de nutrientes e uma troca eficiente com as águas costeiras (KRISTENSEN et al., 2008).

Como caracteriza os autores citados supra para a planta se desenvolver de forma plena, necessita de luz, água, temperatura adequada, e de elementos minerais.

No ponto de vista de Larcher (2000), as plantas necessitam em sua nutrição de uma grande variedade de elementos químicos, os quais são provenientes dos minerais ou do processo de mineralização das substâncias orgânicas. O material nutritivo para o vegetal está presente no solo na forma ligada e na forma solúvel. Apenas uma pequena fração do material nutritivo (menor que 0,2%) está dissolvida na solução do solo.

Segundo Marenco e Lopes (2009), os elementos químicos ligados à nutrição de plantas são classificados em dois grupos: elementos benéficos e elementos essenciais. Os elementos benéficos são aqueles que melhoram o desenvolvimento de algumas espécies, já os elementos essenciais às plantas superiores são carbono,

oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, enxofre, magnésio, potássio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, cloro, molibdênio e níquel.

Diz-se que um elemento é essencial quando faz parte de uma molécula essencial ou sua ausência não permite o desenvolvimento completo do organismo (SCHÜÜRMAN; MARKERT, 1998).

Para Salisbury e Ross (1992), Epstein e Bloom (2006), em média, a matéria seca contém 45% de carbono, 45% de oxigênio e 6% de hidrogênio. Ficando, portanto, os demais elementos minerais que, em conjunto, constituem em média 4% da matéria seca do vegetal, e que convencionalmente, aqueles elementos minerais requeridos em altas concentrações ($\geq 1 \text{ g Kg}^{-1} \text{ MS}$) são chamados de macronutrientes, e os de baixas concentrações ($\leq 400 \text{ mg Kg}^{-1} \text{ MS}$), micronutrientes (MARENCO; LOPES, 2009).

De acordo com Alongi (2010), muitas áreas de manguezal, em locais diferentes do globo, sofrem com a reduzida disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio e o fósforo, sendo esses os macroelementos de maior limitação ao crescimento da vegetação.

Diante do exposto, tudo indica que, a quantidade é o critério mais usual que define os nutrientes minerais em macronutrientes e micronutrientes, visto que, as plantas absorvem os elementos minerais, quer sejam essenciais ou não, em quantidades específicas necessárias ao seu completo desenvolvimento. Esse conceito, contudo, não significa que um nutriente seja mais importante do que outro, pelo fato que são requeridos em concentrações diferentes pelas plantas. Não restando dúvida que no caso de deficiência severa de qualquer um dos elementos essenciais, a planta não completa bem seu ciclo vegetativo e produtivo.

Afirmado por Marengo e Lopes (2009), em função do teor de nutriente presente nos vegetais, os elementos essenciais são classificados em macronutrientes e micronutrientes. Nessa classificação, um elemento pode ser considerado essencial se preencher pelo menos um dos seguintes requisitos: (1) o elemento deve ser essencial ao crescimento e ao desenvolvimento da planta, de forma que, na sua ausência, esta seja incapaz de completar o seu ciclo de vida, não produzindo sementes viáveis; (2) a essencialidade deve ser absolutamente específica, não podendo o elemento ser substituído na sua totalidade por outro; (3) o elemento deve ter uma função específica dentro da célula, como ser parte de algum

composto essencial, catalisador enzimático ou regulador osmótico; e (4) o elemento deve ser essencial à maioria das plantas superiores.

Os elementos, macronutrientes e micronutrientes exercem funções específicas na vida das plantas, podendo atuar como constituinte em estrutura orgânica, como ativadores em processos enzimáticos, e transportadores de carga (MALAVOLTA et al., 1997).

Elementos como Ca e P tem função estrutural na planta, o Mg tem como função principal catalisar enzimas, e atuar como transportador de carga, já o K não participa das estruturas orgânicas da planta, porém tem essencial função de equilíbrio eletroquímico das células, e atividades enzimáticas (SORREANO et al., 2012).

O Fe é absorvido na forma de íon ferroso Fe^{2+} é o micronutriente requerido em maior quantidade. Sua deficiência foi registrada por Epstein e Bloom (2006), como clorose geral de folhas jovens, pois o Fe é praticamente imóvel no interior da planta.

O Mn é absorvido na forma de cátion bivalente Mn^{2+} é solúvel no meio aquoso, pois apresenta vários números de oxidação, porém na maioria é insolúvel na forma de óxidos e hidróxidos. Tem facilidade em formar íons complexos com ligantes orgânicos o que o torna importante no transporte de elétrons nas reações de fotossíntese (LEE, 1999).

O Zn é o micronutriente participante no metabolismo de proteínas e aparentemente está associado à produção de clorofila. Embora haja vários números de oxidação o mais comum está na forma de íon bivalente Zn^{2+} (LEE, 1999).

O Cu é absorvido como íons cuproso Cu^{2+} , na sua forma iônica. É altamente tóxico em elevada concentração, além de inibir a absorção do Zn (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A maior parte das funções fisiológicas do cobre está relacionada à sua participação em sistemas de oxirredução, como ocorre na plastocianina. Um dos efeitos mais conhecidos da deficiência de cobre é a lignificação defeituosa da parede celular, causando distorção de folhas novas. Assim, em deficiência de cobre observa-se redução na síntese de lignina e aumento no teor de compostos fenólicos (MARSCHNER, 1995).

Malavolta (2006) afirma que há diferentes tipos de interações entre nutrientes, são eles: (1) antagonismo, onde a presença de um elemento diminui a absorção de outro, evitando assim a toxidez, a exemplo o Ca^{2+} que impede a absorção exagerada do Cu^{2+} ; (2) inibição, que consiste na diminuição de um nutriente provocado pela presença de outro íon; e (3) o sinergismo, onde a presença de um dado elemento aumenta a absorção de outro.

Finalmente, é importante destacar que, as folhas sofrem decomposição proveniente das condições edafoclimáticas do ambiente e pela ação de microorganismos, transformando-se em nutrientes, os quais serão translocados por diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar. Além disso, as folhas são consideradas como órgãos que melhor refletem o estado nutricional dos vegetais, tendo relevante papel na circulação desses elementos (MALAVOLTA et al., 1997; BERNINI et al., 2006).

1.2 pH, SALINIDADE E NUTRIENTES EM MANGUEZAL

Com as oscilações de maré no manguezal e com o gradiente do mar ao continente ocorrem modificações no pH. Essa grandeza física indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade do ambiente. Por exemplo: o pH da água marinha apresenta valor em torno de oito (8) (alcalino ou básico), enquanto a água salobra geralmente apresenta valores de pH em torno de seis (6) ou sete (7) (quase neutro ou neutro) (BORGES; SILVA, 2013).

O principal mecanismo de penetração das águas salinas nos manguezais é por meio da variação da maré, que sobe e desce duas vezes ao dia de acordo com o ciclo lunar. A distância máxima de penetração da água salgada determina o limite da vegetação de manguezal em direção a terra, que pode atingir dezenas de quilômetros em direção a montante da desembocadura dos rios (PRITCHARD, 1992; MOORE, 1999).

A ação das marés varia ao longo do manguezal, isto é, algumas áreas são inundadas diariamente enquanto outras são atingidas apenas sazonalmente pelas marés de sizígia (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Os rios também apresentam variações sazonais, contribuindo com um importante e diferente aporte de água de acordo com o período do ano, e participam com um papel fundamental na diluição da água marinha que chega ao manguezal,

favorecendo assim a diminuição da salinidade, beneficiando a distribuição de espécies menos tolerantes e minimizando o estresse da vegetação à salinidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; MOORE, 1999).

O aporte de águas doces de origem continental apresenta nutrientes provenientes dos processos naturais por meio do intemperismo de rochas e solo que são carreados por essas águas e, assim, contribuem para o desenvolvimento e nutrição dos organismos. Estes podem incrementar a produtividade primária local ou de ecossistemas vizinhos (MOORE, 1999; SANTOS et al., 2008).

Por fim, o aporte de água salgada durante a maré enchente transporta nutrientes em direção ao mangue, como: magnésio (Mg), manganês (Mn), enquanto as águas doces e subterrâneas provenientes do continente são ricas em cálcio (Ca) e ferro (Fe) (BARCELOS, 2006).

1.3 INTERAÇÃO INSETO-PLANTA E NUTRIENTES EM PLANTAS DE MANGUE

A integração entre insetos e plantas deu-se a partir do final do período Triásico da era Mesozóica, quando ocorreram grandes radiações das plantas angiospermas e também de insetos, principalmente das ordens dos: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera (CALOR, 2009).

Os insetos ocorrem em diferentes nichos ecológicos das florestas de mangue. Eles podem ser residentes permanentes ou apenas visitantes transitórios. Exercem papel importante na ecologia dos sistemas manguezais, apesar da maioria das espécies serem visitantes temporais em mangues (CLAY et al., 2000).

Embora esteja presentes nos litorais tropicais de todo o globo, os manguezais receberam pouca atenção quanto ao estudo da entomofauna, mesmo no Brasil, país detentor da segunda maior área de manguezais do mundo (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983).

Em praticamente todos os ecossistemas florestais os insetos têm um relevante impacto sobre a taxa de crescimento das árvores, forma, sobrevivência, reprodução e produção (CRAWLEY, 1989).

Os trabalhos que versam sobre a avaliação da entomofauna de mangue, levando em consideração diversos grupos de artrópodes, variam em metodologia e objetivos. Deste modo, observam-se estudos que se objetivam em avaliar a herbivoria, levantando os insetos associados a essa atividade, e avaliando os danos

por eles ocasionados (MENEZES; PEIXOTO, 2009), trabalhos que relacionam a ocorrência dos insetos com as diferentes estações do ano (GOSTINSKI et al., 2008), estudos que realizam levantamentos no sentido de promover comparações na ocorrência dos organismos, com os outros ecossistemas associados ao mangue (LIMA et al., 2004), e pesquisas que avaliam a co-ocorrência e, a distribuição espacial de ninhos de insetos sociais (MAIA et al., 2008).

Em florestas de manguezal as folhas das espécies arbóreas servem de alimento para os herbívoros (SKOV; HARTNOLL, 2002). Segundo Cannicci et al. (2008), a herbivoria envolve o desempenho da planta e o funcionamento do ecossistema e é uma atividade que pode ser vista como um processo de ciclagem de nutrientes e como um impacto positivo sobre os manguezais.

O processo de herbivoria ou pastejo está diretamente relacionado à qualidade nutricional de plantas utilizadas como recursos, sendo um exemplo importante de força do tipo “bottom-up” em cadeias tróficas (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986; STILING, 1999).

Segundo Crawley (1989), herbivoria é um processo ecológico que influencia o crescimento, a sobrevivência, a reprodução dos indivíduos e subsequentemente a abundância das populações vegetais. Os insetos fitófagos podem explorar as plantas de diferentes formas: alimentando-se externamente, cortando e mastigando os tecidos vegetais, por sucção de células individuais ou do sistema vascular, escavando o interior e ainda induzindo a formação de galhas.

Burrows (2003) em uma revisão sobre o tema “herbivoria no manguezal” não encontrou qualquer evidência de que as árvores de mangue tenham menores níveis de herbivoria do que as espécies de árvores de outros tipos de florestas. Para esse autor, as diferenças parecem estar relacionadas às características das espécies de árvores, ao invés de uma característica relativa às florestas de mangue.

Finalmente, estudos sobre a herbivoria são importantes não só para entender como ela varia de acordo com a idade da folha, mas também para reconhecer que as folhas de diferentes idades têm diferentes valores para a planta, e diferentes papéis na produtividade do ecossistema (BURROWS, 2003).

As galhas são consideradas um tipo de herbivoria que infesta uma grande diversidade de espécies de plantas (STRONG et al., 1984). Elas se caracterizam por ser uma transformação atípica de tecido e órgão vegetal, resultante da hiperplasia e/ou hipertrofia de células, tecidos ou órgãos de plantas podendo ser causadas por

bactérias, fungos, nematóides insetos e ácaros (FERNANDES, 1987).

Estudos sobre as interações inseto-planta e mais especificamente sobre a relação entre insetos galhadores e suas plantas hospedeiras, no que se refere ao ecossistema manguezal, são escassos. Os estudos existentes focam mais sobre as espécies de mastigadores Cannicci et al. (2008), do que acerca dos insetos endofíticos, como os minadores e os galhadores (GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001; BURROWS, 2003; MENEZES; PEIXOTO, 2009).

Vários estudos indicam que as relações entre insetos formadores de galhas e plantas hospedeiras são espécies-específicas. O tecido da planta responde de formas diferentes produzindo características estruturais exclusivas de cada interação (RIBEIRO et al., 1999).

O trabalho de Santos et al. (2013) apresenta uma revisão da associação entre as galhas e o ecossistema manguezal. De acordo com esses autores, das nove espécies de artrópodes galhadores descritas para as espécies de plantas arbóreas de mangue em diferentes partes do mundo, sete espécies foram registradas para o gênero *Avicennia* (Acanthaceae). Além desses, já existem 22 morfotipos descritos, totalizando 29 espécies de cecidomiídeos descritos em quatro espécies de *Avicennia*. As espécies *Avicennia germinans* e *Avicennia marina*, possuem a maior variedade conhecida de artrópodes galhadores com 22 e 19 galhas, respectivamente, o que caracteriza as duas espécies citadas como plantas super-hospedeiras.

Assim, a presente Dissertação trata também da riqueza de galhas associado ao gênero *Avicennia* das espécies *schaueriana* e *germinans*, em bosques de manguezal, situados na região do Litoral Sul e Extremo Sul do Estado da Bahia.

1.4 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO

Segundo Martins e Moreira (2007), o manguezal atualmente é composto por uma intensa vegetação de halófitas apresentando porte arbóreo, das quais se destacam: *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Além de uma variedade de vegetais como bromélias, samambaias do mangue, gramíneas como a *Spartina*, líquens e algas.

A família Acanthaceae, a qual pertence o gênero *Avicennia*, exibe várias características morfológicas, anatômicas e fisiológicas peculiares. Algumas destas características evoluíram paralelamente em diferentes linhagens de plantas como: frutos vivíparos e tolerância salina resultante de adaptações estruturais e fisiológicas (SCHWARZBACH; MCDADE, 2002).

Segundo Profice et al. (2010), o gênero *Avicennia* possui duas espécies no Brasil, sendo essas a *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechman e a *Avicennia germinans* (L.) Stearn.

As folhas do gênero *Avicennia* possuem um mecanismo adaptativo que permite a entrada de sais, que saem através dos estômatos durante a transpiração, o que explica os elevados valores de Na nessa parte do vegetal (CARMO, 1987).

A distribuição dessas espécies tem sido atribuída às respostas individuais de cada uma, aos fatores como: inundações pelas marés ao longo do curso dos rios a diferentes níveis de salinidade e competição interespecífica (SNEDAKER, 1982). Essas espécies de mangue assumem diferentes graus de desenvolvimento estruturais denominados tipos fisiográficos, dependendo da topografia, regime de inundação e características físico-químicas do sedimento (TOMLISON, 1986).

Este gênero tem ocorrência restrita às áreas mais afastadas da influência das marés (menor energia), locais estes de topografia geralmente mais elevada, com sedimento mais seco e mais arenoso, conseqüentemente, com menor frequência de inundações. Os seus propágulos são pequenos, leves e sempre flutuam, necessitando de um período maior, livre da influência das oscilações das marés, para efetuar sua fixação ao substrato, podendo permanecer meses flutuando no mar. Isto permite que esses vegetais percorram grandes distâncias e colonizem novos ambientes (SOARES, 1995).

1.4.1 *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechman

Conforme Souza e Lorenzi (2008), a *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechman, conhecida popularmente como mangue preto pertence à família Acanthaceae, a qual possui distribuição predominantemente pantropical e inclui cerca de 200 gêneros e 3000 espécies. No Brasil ocorrem 44 gêneros e cerca de 500 espécies.

Na Figura 1.2 pode ser observado um exemplar da espécie *Avicennia schaueriana* encontrada nas regiões de estudo. Apresenta lâmina foliar inteira, coriácea ou um pouco carnosa com nervuras inconspícuas e nervura central proeminente abaixo. Lâminas foliares variando de ovadas, elípticas a estreitamente lanceoladas; ápice arredondado, ligeiramente emarginado; base aguda. Presença de glândulas de sal em ambas as faces da lâmina foliar (TOMLINSON, 1987).

Figura 1.2 – Folhas e flores da espécie *Avicennia schaueriana* observadas nas regiões de estudo

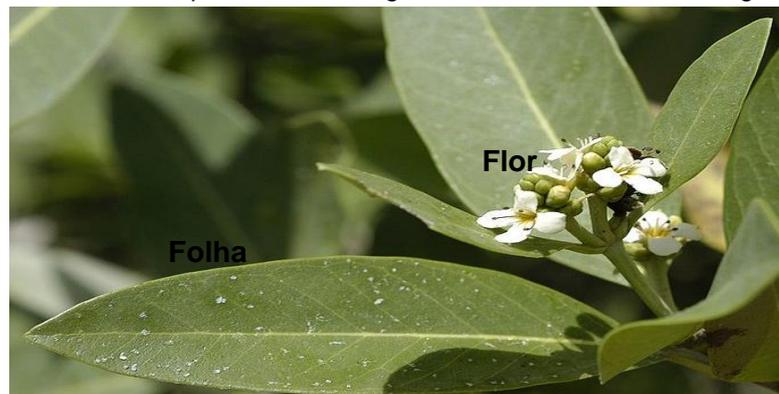


Fonte: Autora, 2015

1.4.2 *Avicennia germinans* (L.) Stearn

A *Avicennia germinans* (L.) Stearn, (Figura 1.3) é altamente influenciada por mudanças na microtopografia, nas variações de marés e, de salinidade (SOUZA; LORENZI, 2008).

Figura 1.3 – Folhas e flores da espécie *Avicennia germinans* observadas nas regiões de estudo



Fonte: Google, 2015

1.5 CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas de estudo deste trabalho estão situadas em zonas de manguezal localizadas nas regiões Litoral Sul e Extremo Sul do Estado da Bahia (Figura 1.4), compreendendo o baixo curso dos rios Una, Pardo e o estuário do rio Jequitinhonha, que banham os municípios de Una, Canavieiras e Belmonte, respectivamente. Esse trecho costeiro possui uma extensão de aproximadamente 120 km, limitado ao Norte pela desembocadura do rio Una, e ao Sul pela desembocadura do rio Jequitinhonha (IBGE-BA, 2016).

Essas áreas são marcadas por um clima quente e úmido, sem estação de seca, com chuvas mais intensas nos meses de março a julho e taxas médias pluviométricas de 1500 mm anuais. Possui umidade relativa acima de 85%, que decresce para o interior. A morfologia é característica da costa nordestina, notável por seus tabuleiros e planície costeira desenvolvida em ambientes com significativo aporte sedimentar (CRA-BA, 2015).

1.5.1 Município de Una

O município conhecido atualmente por Una, (15°18' latitude sul e 39°07' longitude oeste) nome de origem Tupi que faz alusão à coloração escura do rio que banha a cidade. Já foi considerado um distrito do município de Canavieiras, Una posteriormente foi elevado à categoria de cidade e conta hoje com uma área de 1.222,494 km² e uma população de 21.706 habitantes e densidade demográfica de 20,48 hab./km² (IBGE-BA, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Una apresenta uma área em torno de 1.755 km², fazendo parte das Bacias Hidrográficas do Leste, situa-se entre as coordenadas de 14°30' a 15°30' de latitude Sul, e 39°00' a 40°00' de longitude Oeste (CRA-BA, 2015).

Esse rio nasce dentro das delimitações do município de Arataca na Serra de São Roque a um desnível de 620 m acima do nível do mar e está inserido dentro dos domínios da Mata Atlântica, percorrendo 94 km desde sua nascente até a foz. Seus principais afluentes são os rios Una Braço Norte, Ribeirão da Barragem pela margem esquerda e os rios São Pedro, Ribeirão do Meio em sua margem direita (CRA-BA, 2015).

1.5.2 Município de Canavieiras

Esse município de (15°41' latitude sul e 38°57' longitude oeste) localizado na Mesorregião Sul da Bahia, Microrregião Ihéus-Itabuna, conforme regionalização para o Estado da Bahia proposta pelo IBGE. Atualmente, possui uma área de 1.332,760 km², com população de 33.130 habitantes e densidade demográfica de 24,37 hab./km² (IBGE-BA, 2016).

O município é composto por três distritos: o distrito Sede, o distrito de Ouricana e o distrito de Puxim do Sul. Limita-se ao Norte com o município de Una, a Noroeste com Santa Luzia, ao Sul com Belmonte, a Oeste com Mascote e a Leste com o Oceano Atlântico, sendo que a sede do município dista em linha reta cerca de 380 km da capital do Estado da Bahia. O clima predominante nessa região é quente e úmido, apresentando elevados índices pluviométricos devido à proximidade do Oceano Atlântico, e a temperatura varia em média de 21 a 30 °C no verão, e entre 18 e 26 °C no inverno (FREIRE et al., 2006).

A Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras – RESEX CANAVIEIRAS – foi criada pelo Decreto Federal de 5 de junho de 2006, e possui uma área de 100.645,85 hectares (ha), abrangendo toda a área estuarina do município, entre a ilha de Comandatuba e o limite com o município de Belmonte, incluindo ainda a área marinha que se estende da costa ao limite confrontante com o bloco de exploração de petróleo BM-J-2. Englobam as localidades de Puxim de Fora, Puxim do Sul, Oiticica e Barra Velha ao Norte da sede de Canavieiras e Atalaia e Campinhos ao Sul (IBGE-BA, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Pardo é a segunda maior da região Sudeste da Bahia, abrangendo 16 municípios, incluindo Canavieiras. Essa bacia corta os Estados de Minas Gerais e Bahia, com uma área correspondente a 32.050 km², onde 59,5% se encontram no Estado da Bahia. Limita-se ao Norte com a bacia do rio de Contas e ao Sul com a do rio Jequitinhonha (CRA-BA, 2015).

O rio Pardo possui uma extensão de 565 km e nasce no município de Rio Pardo de Minas, a uma altitude de 750 m, no Estado de Minas Gerais e conclui seu curso no município de Canavieiras no Estado da Bahia desaguando no Oceano Atlântico correspondendo às coordenadas (14°40' – 15°50') latitude Sul e (38°50' – 41°50') longitude Oeste, drenando 27 municípios do Sudeste desse Estado (IBGE-BA, 2016).

O clima da região da bacia hidrográfica caracteriza-se por uma variação de clima úmido na parte costeira a seco e sub-úmido à medida que se avança para o interior. Exemplo de outras localidades do Sul baiano que, há algumas décadas, sobrevivia da monocultura do cacau, o município de Canavieiras vem apostando no turismo como uma das alternativas para equilibrar-se economicamente, pois possui um litoral de aproximadamente 50 km de extensão (FREIRE et al., 2006).

1.5.3 Município de Belmonte

O município de Belmonte (15,86° de latitude Sul e 38,88° de longitude Oeste) está localizado na microrregião cacauzeira, na Costa do Descobrimento. A região em que esse município se encontra delimitado corresponde a uma planície entre o rio Jequitinhonha e o Oceano Atlântico. A colonização desse território data do século XVIII, quando colonos portugueses iniciaram o povoamento do entorno e proximidades do atual rio Jequitinhonha. Belmonte conta com um território de 1.931,985 km², uma população de 23.891 habitantes e densidade demográfica de 11,06 hab./km². Seu clima é quente e úmido, sem estação seca, apresentando um elevado índice de pluviosidade no outono e no inverno. As temperaturas médias alcançadas nesse município residem entre 21 e 30 °C no verão, e de 17 a 26 °C no inverno (IBGE-BA, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha abrange uma área de 70.315 km², sendo parte no Nordeste do Estado de Minas Gerais, compreendendo 66.319 km² e pequeno setor no Sudeste da Bahia correspondente a 3.996 km². Limita-se a Norte com a bacia do rio Pardo, a Oeste com a bacia do rio São Francisco, ao Sul com a bacia do rio Doce, a Sudeste com a bacia do rio Mucuri e de pequenas bacias independentes, e a Leste desemboca no Oceano Atlântico. Essa bacia está localizada entre os paralelos (15°50` - 16°00`) de latitude Sul e (38°52` - 40°30`) de longitude Oeste, drenando, no Estado da Bahia, a área de cinco municípios (IBGE-BA, 2016).

O rio Jequitinhonha, com extensão de 920 km, nasce na Serra do Espinhaço a Sul da cidade de Diamantina em Minas Gerais a uma altitude de 1.200 m e deságua no Oceano Atlântico em Belmonte, litoral Extremo Sul do Estado da Bahia. Os principais afluentes são os rios Itacambiruçu, Salinas, São Pedro e São

Francisco pela margem esquerda, e Araçuaí, Piauí e São Miguel pela margem direita (FERREIRA, 2007).

Figura 1.4 – Mapa de localização das áreas de estudo, em destaque os municípios de Una, Canavieiras e Belmonte, que compõem as regiões de estudo – Bahia (Brasil)



Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros físicos pH, salinidade; quantificar a presença de alterações morfológicas em folhas de mangue; realizar a biometria foliar (comprimento e largura) dessas folhas e determinar o teor médio de elementos químicos na função de nutrientes minerais em folhas do gênero *Avicennia* espécies *schaueriana* e *germinans* em zonas de manguezal, cercanias dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte - Bahia/Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a concentração média dos nutrientes minerais (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu) em folhas de plantas de mangue;
- correlacionar pH, salinidade, morfologia em folhas e a biometria foliar com o teor médio desses nutrientes.

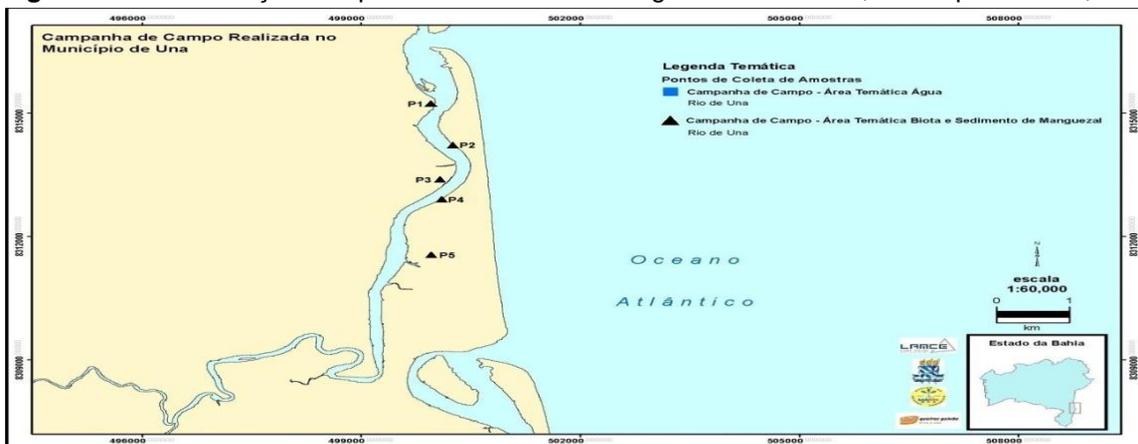
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos, o desenvolvimento desta pesquisa obedeceu às seguintes etapas:

3.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM

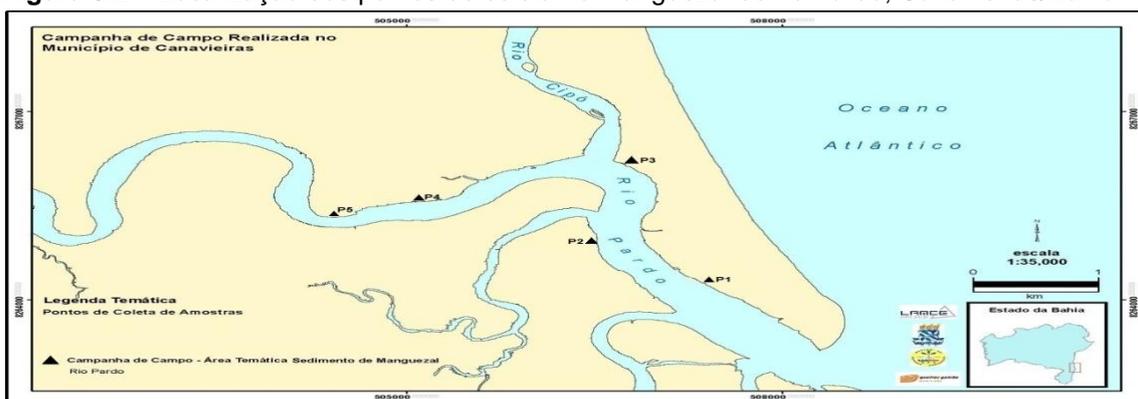
Nos manguezais dos rios Una e Pardo foram selecionados cinco (5) pontos de coleta, enquanto que no manguezal do rio Jequitinhonha foi escolhido seis (6) pontos, resultando em um total de 16 pontos nas três zonas de manguezal e georreferenciados com auxílio de um sistema de posicionamento global (GPS) portátil, modelo Garmin. Nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3 podem ser observados os pontos de coleta utilizados para esta pesquisa.

Figura 3.1 – Localização dos pontos de coleta no manguezal do rio Una, município de Una, Bahia



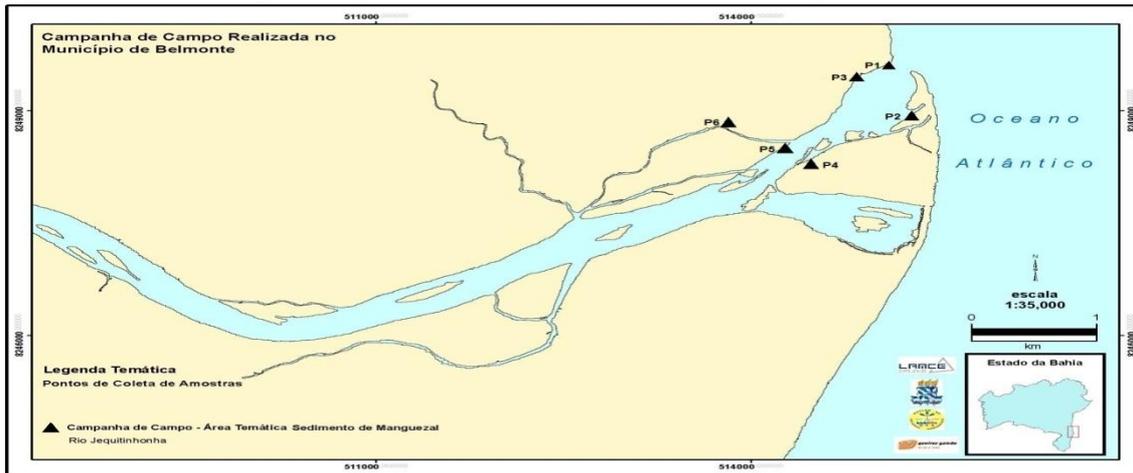
Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

Figura 3.2 – Localização dos pontos de coleta no manguezal do rio Pardo, Canavieiras/Bahia



Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

Figura 3.3 – Localização dos pontos de coleta no estuário do rio Jequitinhonha, Belmonte, Bahia



Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

3.2 DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE CAMPO

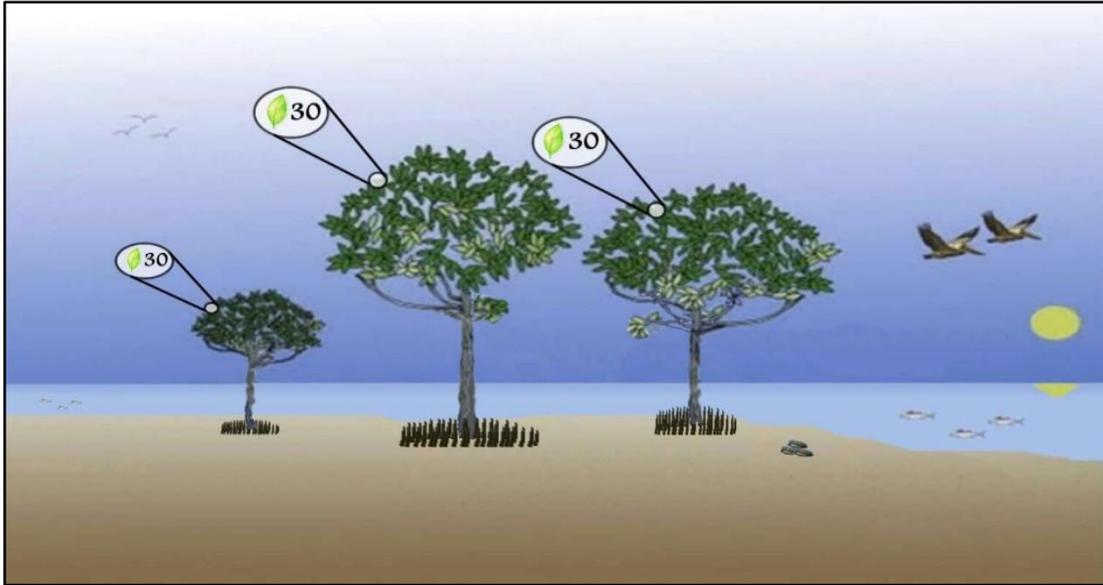
No campo foram obtidos parâmetros físicos *in situ* em cada um dos pontos de coleta, com auxílio de uma sonda multiparâmetros (marca Horiba, modelo D-54). O parâmetro mensurado com esse instrumento foi o pH. A salinidade foi estabelecida utilizando-se um refratômetro marca Atago – Hand refractometer.

Além desses parâmetros, foram realizadas ações em campo para: coleta de folhas e armazenamento das amostras. A descrição de cada uma destas atividades é feita a seguir.

3.2.1 Coleta de folhas

A coleta foi realizada em uma única campanha de campo, procedida no mês de maio de 2013. Foram selecionadas, em cada ponto, três árvores e em cada uma delas foram coletadas 30 folhas a partir do 3º nó de cada ramo, contando do ápice (meristema apical do ramo) para a base, resultando em três amostras por ponto de coleta em um total de 30 folhas em cada uma dessas amostras e de 90 folhas por ponto. No total foram coletadas 48 amostras de folhas nas três regiões de manguezal. O desenho esquemático amostral da coleta de folhas nos manguezais estudados é apresentado na Figura 3.4.

Figura 3.4 – Desenho esquemático amostral da coleta de folhas no manguezal dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha – Litoral Sul e Extremo Sul do Estado da Bahia



Fonte: Adaptado por Gilmar Sales Macedo Júnior, 2015

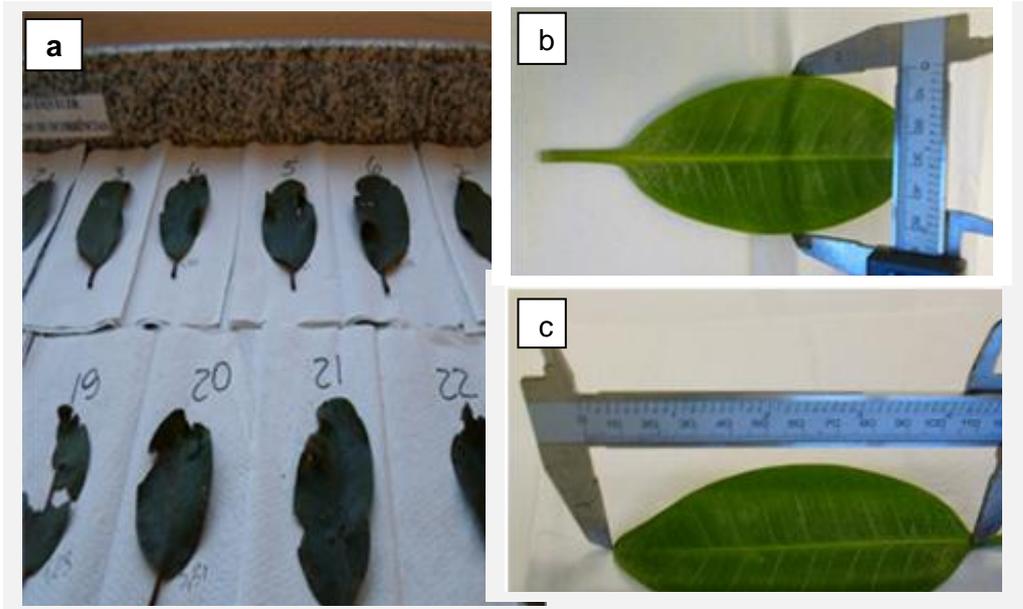
3.2.2 Armazenamento das amostras

No ato da coleta, cada amostra foi imediatamente acondicionada em saco de polietileno transparente, de primeiro uso, previamente identificado com etiqueta e lacrado com fita adesiva. Em seguida, as amostras foram armazenadas e mantidas sob refrigeração em caixa térmica com gelo (temperatura de aproximadamente $+4^{\circ}\text{C}$), até a chegada ao Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO), NEA/IGEO/UFBA, onde foram mantidas congeladas em freezer até posteriores análises laboratoriais.

3.3 ANÁLISES MORFOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DAS FOLHAS

Em uma bancada de laboratório, de cada folha coletada, foi feita avaliação visual da integridade morfológica observando-se as características externas do limbo, e quantificando quanto à presença de alterações dos tipos: herbivoria, necrose, perfuração e galha. Foram realizadas também medidas biométricas (comprimento e largura), em centímetros, com auxílio de um paquímetro digital de aço inoxidável com precisão de 0,01 mm. Todos os dados obtidos foram anotados em formulário pré-definido. A Figura 3.5 ilustra as etapas de avaliação morfológica e medidas biométricas das folhas coletadas.

Figura 3.5 – Fotos ilustrativas das etapas de preparo de amostras para análise morfológica e biométrica de folhas: a) folhas dispostas em bancada para análise morfológica; b) medida biométrica da largura da folha, e c) medida biométrica do comprimento da folha



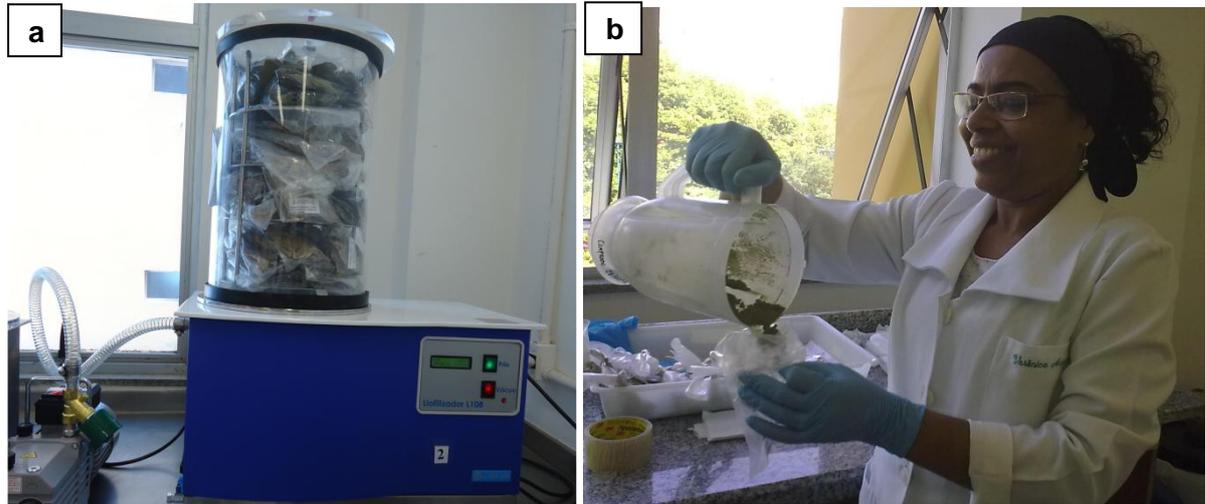
Fonte: Autora, 2015

3.4 REALIZAÇÃO DE ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Nas dependências do laboratório todas as folhas das amostras foram lavadas, conforme preconizado por (ARAÚJO, 2000). Após a liofilização foram trituradas em liquidificador, por três minutos, para obtenção de partículas menores e homogêneas à fração <2 mm, seguindo-se metodologia Rodrigues et al. (2003), adaptada para este trabalho (Figura 3.6).

Para o processo de digestão ácida das amostras biológicas foi utilizado o método EPA - 3052. A programação do forno de micro-ondas marca Provecto, modelo DGT - 100 plus N°11, seguiu a metodologia proposta pelo manual do referido equipamento, adaptada também para esta pesquisa. Em prosseguimento pesou-se 0,5 g da matriz biológica (folhas a peso seco) diretamente na camisa de teflon, adicionando-se 10 mL de HNO₃ concentrado e 10 mL de água ultrapura. Em seguida, as amostras foram digeridas em forno microondas conforme programação disposta na Tabela 3.1. Após a digestão transferiu-se para tubos falcon e avolumou-se para 15 mL para posterior análise das concentrações dos elementos químicos.

Figura 3.6 – Ilustração do preparo de amostras de folhas de espécies de manguezal: a) secagem das amostras pelo processo de liofilização, e b) etapa de trituração das amostras para posterior determinação dos elementos químicos



Fonte: Autora, 2015

Tabela 3.1 – Programação do forno de micro-ondas para extração de metais em folhas das zonas de manguezal dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha, Bahia/Brasil

ETAPAS	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
TEMPO (minutos)	5	5	10	30	5
POTENCIA (Watts)	200	0	500	630	0

Fonte: Manual do forno de micro-ondas Provecto, modelo DGT 100 plus adaptado, 2015

O controle de qualidade foi realizado através de triplicata de 30% das amostras, além da utilização da prova em branco e do padrão de referência internacional “NIST 1515” fornecido pelo *Nacional Institute of Standards and Technology, Apple Leaves - 1515*.

Esse controle analítico foi satisfatório (Tabela 3.2), pois atingiu de 86 a 96% de recuperação para o NIST para os elementos químicos das amostras em todos os pontos de coleta.

Tabela 3.2 – Resultados da análise de elementos químicos em material certificado (CRM NIST 1515 – folhas de maçã), obtidos nesta pesquisa

Analito	Valor obtido (mg kg ⁻¹)	Valor certificado (mg kg ⁻¹)	Recuperação (%)
Fe	74 ± 13	83 ± 5	89
Mn	49 ± 2	54 ± 3	91
Zn	12,0 ± 2,5	12,5 ± 0,3	96
Cu	4,84 ± 0,77	5,64 ± 0,24	86

Fonte: Sarah Rocha, 2015

3.4.1 Determinações analíticas

Foram realizadas quantificações analíticas dos elementos químicos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu), utilizando-se a técnica por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), marca Agilent Technologies 700 series ICP OES cujos parâmetros estão descritos na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Condições operacionais do ICP OES com configuração axial para a determinação dos elementos metálicos em amostras de folhas

Parâmetros Operacionais	
Potência (kW)	1,1
Vazão do gás do plasma (L min ⁻¹)	15
Vazão do gás auxiliar (L min ⁻¹)	1,5
Vazão do gás de nebulização (L min ⁻¹)	0,75
Câmara de nebulização	Sturman-Masters
Nebulizador	V-Groove
Comprimento Onda (nm)	Ca (317,933)
	Cu (327,395)
	Fe (238,204)
	K (213,857)
	Mg (238,204)
	Mn (257,610)
	Na (311,837)
	P (178,222)
	Zn (213,857)

Fonte: Sarah Rocha, 2015

Vale salientar que, as folhas utilizadas para as análises morfológicas e biométricas foram às mesmas empregadas para determinação dos elementos químicos.

3.5 REALIZAÇÃO DE TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados obtidos foram armazenados em banco de dados utilizando-se o programa Microsoft® Excel 7.0 e transportados para o aplicativo estatístico R, v. 3.1, onde foram desenvolvidos os cálculos para as análises estatísticas. Em seguida foi feita uma análise descritiva dos resultados obtidos.

Foi analisada também a distribuição normal dentro de cada ponto amostrado, para poder se utilizar do procedimento mais adequado e identificar se houve diferença significativa ou não entre os pontos de coleta e também entre as amostras.

Para interpretação desses dados foram aplicados métodos estatísticos, onde foram desenvolvidos cálculos para verificar se houve correlação entre as variáveis estudadas. Foi realizado, tratamento estatístico relacionado à morfologia foliar (herbivoria, necrose, perfuração e galha) e a biometria foliar (comprimento e largura), com a finalidade de interpretações relacionadas com o desenvolvimento dessa parte do vegetal.

O processamento e a integração final dos dados foram realizados de modo a subsidiar a interpretação dos processos biogeoquímicos atuantes nas áreas em estudo. O nível de significância adotado foi de 5% para todas as análises realizadas.

Para interpretação do coeficiente de Pearson, ou coeficiente de correlação, utilizou-se como parâmetro a metodologia desenvolvida por Shimakura (2006), que estabelece um sistema de classificação para esse coeficiente, atribuindo um valor qualitativo aos valores numéricos do coeficiente encontrado. A qual foi adaptada para este trabalho, com o seguinte critério qualitativo:

$0,7 \leq r \leq 1,0$ – correlação forte; $0,3 < r < 0,7$ – correlação moderada;
 $0,1 \leq r < 0,4$ – correlação fraca; $r = 0,0$ – correlação nula.

A Análise de Componentes Principais foi realizada com auxílio do software PC-ORD6 (Multivariate Analysis of Ecological Data, Oregon, U.S.A) para verificar possíveis agrupamentos e/ou gradientes de variação funcional da espécie em estudo. As variáveis submetidas à análise estatística (pH, salinidade, comprimento, largura e os nutrientes minerais: Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu) resultaram em autovalores e porcentagem de variância. Foi considerado o valor mínimo dos autovalores para a formação dos componentes principais ≥ 1 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão estão sendo apresentados a seguir em forma de artigos científicos que compõem a Dissertação.

- ASPECTOS FOLIARES EM DUAS FLORESTAS DE MANGUEZAL, NORDESTE DO BRASIL

- ASPECTOS FOLIARES EM UMA FLORESTA DE MANGUEZAL, EXTREMO SUL, BAHIA-BRASIL

5 ASPECTOS FOLIARES EM DUAS FLORESTAS DE MANGUEZAL, NORDESTE DO BRASIL

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi correlacionar a concentração média dos elementos químicos Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu obtidos nas folhas, na função de nutriente mineral, com a morfologia e biometria foliar (comprimento e largura) em plantas de mangue do gênero *Avicennia*. As áreas de estudo foram georeferenciadas e a coleta foi realizada em uma única campanha de campo. No manguezal do baixo curso dos rios Una e Pardo foram selecionados cinco (5) pontos por rio. Em cada ponto, foram realizadas medições de pH, salinidade e coletadas amostras de 90 folhas, a partir do 3º nó, da espécie *Avicennia schaueriana*. Em laboratório, foi avaliada e quantificada a presença de alterações na morfologia tais como: herbivoria, necrose, perfuração e galha e, logo depois, realizada a biometria foliar. Em seguida as amostras foram liofilizadas, trituradas e encaminhadas à digestão ácida para determinação de teor químico e tratamento estatístico. Os resultados obtidos mostraram que o pH em Una, revelou-se ser levemente ácido a levemente alcalino e salinidade média de 20, já em Pardo apresentou-se de ácido a levemente ácido e salinidade média de 24. Nos dois manguezais foi observado que a herbivoria apresentou o maior percentual em relação às demais alterações morfológicas em todos os pontos de coleta. A média geral do comprimento e da largura foliar em Una foi maior que em Pardo, mesmo esse último manguezal ter apresentado maior teor médio geral para todos os nutrientes estudados, exceto o K e o Fe. Em Una, para os macros foi obtido: Na>Mg>K>Ca>P, para os micros: Fe>Mn>Zn>Cu, já em Pardo obteve-se: Na>Mg>Ca>K>P para os macros, e Fe>Mn>Zn>Cu para os micros, observando-se variação intra-específica entre o K e o Ca em ambientes distintos. Em Una, o Cu apresentou valores abaixo do Limite de Quantificação (LQ) em todas as amostras coletadas, nos pontos P1, P2 e P3. Em relação a Pardo, Una obteve menor teor de Ca nesses mesmos pontos, e de Na em P1 e P3. Esses resultados podem ter influenciado positivamente à herbivoria em Una, nesses três pontos, favorecendo assim, a ação de insetos herbívoros. Em Una, notadamente nesses três primeiros pontos, observou-se, em folhas coletadas, alteração na morfologia foliar tipo bordas revolutas (viradas para baixo) e bordas involutas (viradas para cima). Vale salientar que, em P4, nesse mesmo manguezal, além de apresentar menor média de comprimento e de largura foliar, obteve-se o menor percentual de herbivoria e de galha. Sugerindo-se assim que, tais características deve estar associado ao teor mínimo obtido de Na, Ca e Zn, possuir pH levemente alcalino e menor salinidade. Em Una, o ponto P5 destacou-se por apresentar maior média de área foliar em relação aos demais pontos. Esse comportamento deve-se, provavelmente, ao fato dessa espécie encontrar-se inserida em um ponto de pH (7,02), salinidade (22), ser semi-sombreado, de topografia plana, favorecendo a entrada e saída frequente das águas de marés, e apresentar, nesse mesmo ponto, concentração máxima de Mg, Ca, P, Zn e Cu, demonstrando um maior aproveitamento desses nutrientes no desenvolvimento foliar. De um modo geral, os dois manguezais em estudo, apresentaram fortes correlações positivas entre os micros e os macros nutrientes minerais. A exemplo de Una do Zn com Na, Mg e Ca, já em Pardo o Mn com K e Ca, e o Zn com Na, K e Ca. Em Una houve a formação de três (3) fatores, com autovalores ≥ 1 , que juntos explicaram 94,42% de variância total dos dados. Em Pardo, também com três (3) fatores de autovalores ≥ 1 que, juntos explicaram 93,14% de variância total dos dados.

Palavras-chave: *Avicennia schaueriana*, biometria foliar, galha, herbivoria, nutrientes

ABSTRACT

The objective of this research was to correlate the average concentration of the Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn and Cu chemical elements obtained in leaves, mineral nutrient function, leaf morphology and biometry (length and width) in mangrove plants of the genus *Avicennia*. The study areas were georeferenced and the collection was carried out in a single field campaign. In the lowland mangrove of the Una and Pardo rivers, five (5) points were selected per river. At each point, measurements of pH, salinity and samples of 90 leaves were taken from the 3rd node of the species *Avicennia schaueriana*. In the laboratory, the presence of alterations in the morphology such as herbivory, necrosis, perforation and gall was evaluated and quantified, and foliar biometry was performed soon after. Afterwards, the samples were lyophilized, crushed and sent to acid digestion to determine chemical content and statistical treatment. The results showed that the pH in Una was slightly acidic to slightly alkaline and the mean salinity was 20, whereas in Pardo it was acidic to slightly acidic and had a mean salinity of 24. In both mangroves it was observed that herbivory presented the highest percentage in relation to the other morphological alterations at all points of collection. The overall mean length and leaf width in Una was higher than in Pardo, even though this latter mangrove had the highest overall average content for all studied nutrients, except for K and Fe. In Una, for the macros was obtained: Na>Mg>Ca>K>P, for the micros: Fe>Mn>Zn>Cu, already in Pardo we obtain: Na>Mg>Ca>K>P for the macros, and Fe>Mn>Zn>Cu for the micros, observing intra-specific variation between K and Ca in different environments. In Una, the Cu presented values below the Limit of Quantification (LQ) in all samples collected at points P1, P2 and P3. In relation to Pardo, Una obtained lower Ca content in these same points, and Na in P1 and P3. These results may have positively influenced the herbivory in Una, at these three points, thus favoring the action of herbivorous insects. In Una, notably in these first three points, it was observed, in collected leaves, a change in the foliar morphology, with an undulating edge (face down) and an involuntary (facing up) border. It is worth noting that, in P4, in this same mangrove, besides presenting a smaller average length and leaf width, the lowest percentage of herbivory and gall was obtained. It is suggested that such characteristics should be associated to the minimum Na, Ca and Zn content, to have slightly alkaline pH and lower salinity. In Una, the point P5 was highlighted by presenting a higher leaf area average in relation to the other points. This behavior is probably due to the fact that this species is inserted in a pH point (7.02), salinity (22), semi-shaded, with a flat topography, favoring the frequent entry and exit of the waters of tides, and to present, at this same point, maximum concentration of Mg, Ca, P, Zn and Cu, demonstrating a greater use of these nutrients in leaf development. In general, the two mangroves under study had strong positive correlations between micro and macro nutrient minerals. In the case of Una, the formation of three (3) factors, with eigenvalues ≥ 1 , has been observed which together explained 94.42% of total data variance. In Pardo, also with three (3) eigenvalue factors ≥ 1 , which together explained 93.14% of total data variance.

Key-words: *Avicennia schaueriana*, leaf biometry, gall, herbivory, nutrients

5.1 INTRODUÇÃO

Manguezal designa a comunidade vegetal que se estende ao longo da zona costeira, exposta a processos de transição de inundações devido à atuação das marés (HERZ, 1991). Em 2000 estimou-se a área total dos manguezais pelo mundo em torno de 137.760 km² em 118 países (GIRI et al., 2011). Essas florestas encontram-se próximo à Linha do Equador, com a maior percentagem entre os 5° N e 5° S de latitude (MORRISEY et al., 2010; FRIESS et al., 2012).

Os manguezais são ecossistemas costeiros onde o ambiente terrestre se encontra em transição com o ambiente marinho e estão sujeitos ao regime das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Funcionam como uma unidade integrada entre os seres que habitam e a vegetação que é a principal responsável pela dinâmica produtiva dos estuários tropicais e áreas adjacentes (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

A distribuição heterogênea das diferentes espécies vegetais de manguê é denominada zonação (SOARES, 1995). Inúmeros são os fatores que exercem influência nesta organização espacial, a sazonalidade (OLIVER, 1982), salinidade, maré e tipo de substrato (SOARES, 1995), temperatura, quantidade/distribuição de matéria orgânica no solo, intensidade e distribuição de chuvas (ALONGI et al., 2000).

Dentre os fatores climáticos, o regime de chuvas é apontado como um principal, para a distribuição das populações de insetos (SILVA et al., 2011).

Os ciclos de nutrientes nos ecossistemas terrestres e aquáticos resultam de reações químicas e bioquímicas semelhantes, expressas em ambientes físicos e químicos diferentes. O intemperismo da rocha e a consequente liberação de novos nutrientes acontecem lentamente, se comparado com a assimilação desses elementos pelo solo e pelas plantas. Portanto, a produtividade da vegetação depende da regeneração dos nutrientes da serapilheira e de outros detritos orgânicos (ODUM; BARRET, 2014).

Considerando que, tanto os macros como os micronutrientes são distribuídos de maneiras não uniforme entre as plantas, ou mesmo dentro de uma mesma planta, os insetos herbívoros são diferentemente adaptados a explorar as plantas hospedeiras, onde apenas uma parte do recurso disponível é geralmente utilizada como alimento (STRAUSS; ZANGERL, 2002).

As plantas halófitas podem acumular íons nas partes aéreas, exibindo maior capacidade de sequestro vacuolar desses nas células foliares (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim, essas plantas exibem acentuada capacidade de tolerar um aumento do fluxo de Na das raízes na corrente transpiratória (APSE; BLUMWALD, 2007).

Encontradas em cerca de 50% de todas as espécies halófitas, as glândulas de sal, presentes na superfície foliar, são estruturas únicas, as quais permitem a retenção de diversos compostos, como Na, Cl e K quando em excesso (FLOWERS; COLMER, 2008). Podem armazenar água e vários compostos metabólicos, tais como malato, flavonoides, cisteína, pinitol, inositol e cristais de oxalato de cálcio (JOU, 2007). São consideradas capazes de atuar como epiderme secundária, reduzindo a perda de água e protegendo as folhas do excesso de raios UV. A densidade dessas glândulas varia conforme a idade das folhas, sendo maior em folhas jovens (SHABALA et al., 2012).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi determinar a concentração média dos elementos químicos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Z, e Cu) em folhas, na função de nutrientes minerais considerados pela literatura como macros ou micronutrientes, avaliando o estado nutricional, a fim de associá-los aos parâmetros pH e salinidade bem como a integridade foliar e a biometria (comprimento e largura) da espécie *Avicennia schaueriana* no manguezal dos rios Una e Pardo, municípios de Una e Canavieiras respectivamente.

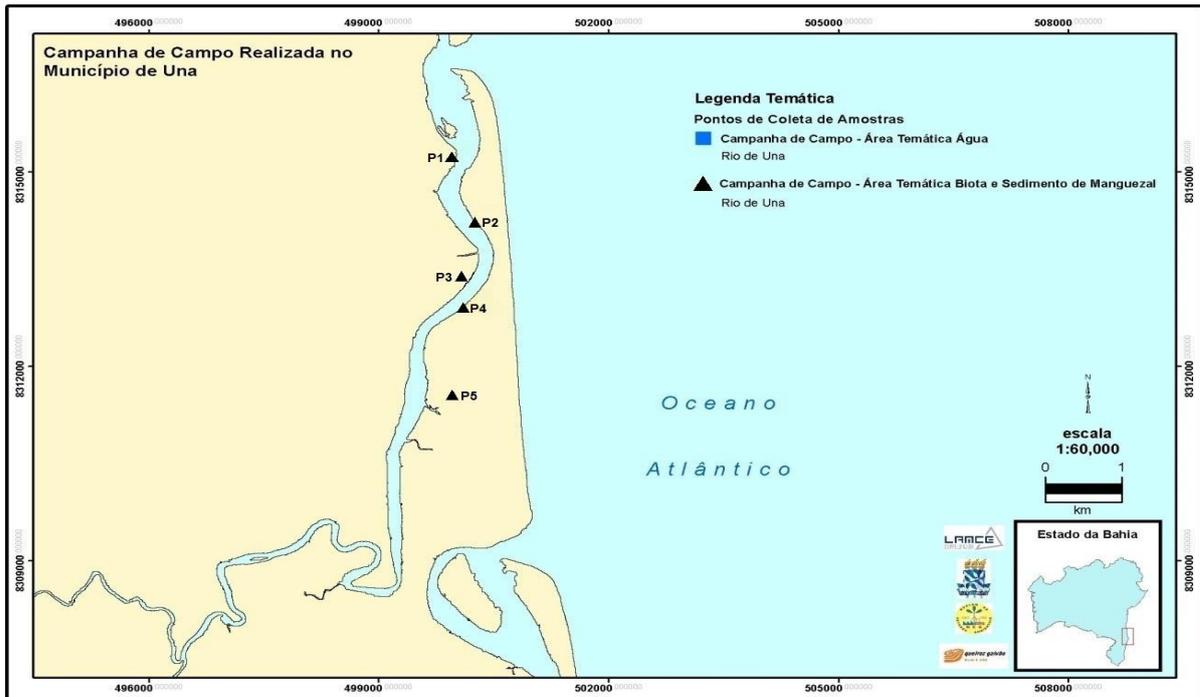
5.1.1 Áreas de estudo

As áreas estão localizadas na região Litoral Sul do Estado da Bahia, que compreende o baixo curso dos rios Una e Pardo, que banham os municípios de Una e Canavieiras, respectivamente, conforme Figura 5.1 e Figura 5.2.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

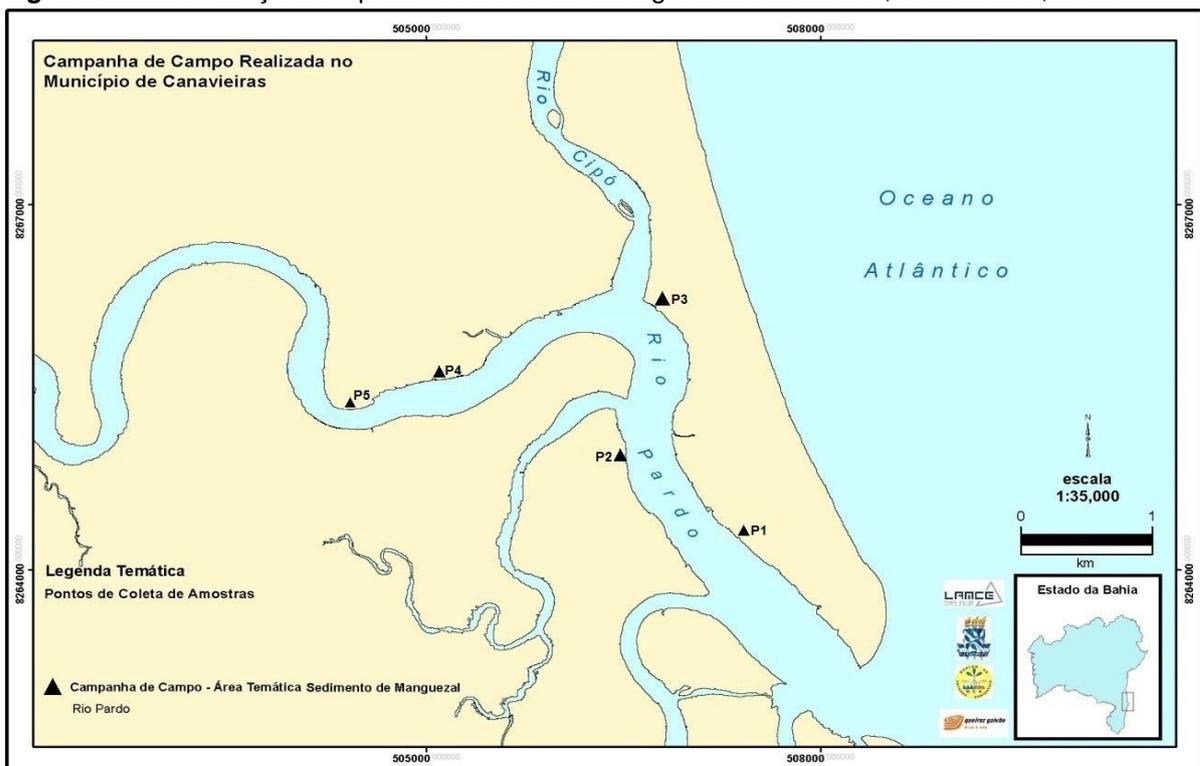
Nos manguezais do baixo curso dos rios Una e Pardo foram selecionados cinco (5) pontos de coleta, resultando em um total de 10 pontos nas duas zonas de manguezal. A localização desses pontos foi feita com o auxílio de um Sistema de Posicionamento Global (GPS) portátil. As Figuras 5.1, e 5.2 mostram a localização dos pontos em cada um dos manguezais estudados.

Figura 5.1 – Localização dos pontos de coleta no manguezal do rio Una, município de Una, Bahia



Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

Figura 5.2 – Localização dos pontos de coleta no manguezal do rio Pardo, Canavieiras, Bahia



Fonte: Adriano de Oliveira Vasconcelos, 2011

Em cada ponto de coleta foram obtidos o pH e a salinidade da água intersticial intrínseca ao compartimento de cada manguezal. Para obtenção do pH foi utilizada uma sonda multiparâmetros enquanto que, para a salinidade foi utilizado um refratômetro.

5.2.1 Coleta de folhas

A coleta foi realizada em uma única campanha de campo, procedida no mês de maio de 2013. Foram selecionadas, em cada ponto, três árvores e em cada uma delas foram coletadas 30 folhas a partir do 3º nó de cada ramo, contando do ápice para a base, resultando em três amostras por ponto de coleta em um total de 30 folhas em cada uma dessas amostras e de 90 folhas por ponto. No total foram coletadas 30 amostras de folhas nas duas regiões de manguezal.

5.2.2 Armazenamento das amostras

No ato da coleta, cada amostra foi imediatamente acondicionada em saco de polietileno transparente, de primeiro uso, previamente identificado com etiqueta e lacrado com fita adesiva. Em seguida, as amostras foram armazenadas e mantidas sob refrigeração em caixa térmica com gelo (temperatura de aproximadamente +4°C), até a chegada ao Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO), NEA/IGEO/UFBA, onde foram mantidas congeladas em freezer até posteriores análises laboratoriais.

5.2.3 Desenvolvimento de análises morfológicas e biométricas das folhas

Para as análises, de cada folha coletada, foi feita avaliação visual da integridade morfológica observando-se as características externas do limbo, e quantificando quanto à presença de alterações dos tipos: herbivoria, necrose, perfuração e galha. Foram realizadas também medidas biométricas (comprimento e largura), em centímetros, com auxílio de um paquímetro manual digital de aço inoxidável com precisão de 0,01 mm. Todos os dados obtidos foram anotados em formulário pré-definido.

5.2.4 Determinações analíticas

Para as determinações analíticas das folhas, esses vegetais foram liofilizados e triturados em liquidificador, por três minutos, para obtenção de partículas menores e homogêneas (correspondentes à fração <2 mm), conforme metodologia utilizada por Rodrigues et al. (2003) e adaptada para o material coletado para este trabalho.

Para o processo de digestão ácida das amostras de folhas, em forno de micro-ondas, utilizou-se o método EPA – 3052. A programação analítica seguiu a descrita no manual do equipamento, marca Provecto, modelo DGT - 100 plus, adaptada para as amostras obtidas neste estudo.

O controle de qualidade foi realizado através de triplicata de 30% das amostras, além da utilização da prova em branco e do material de referência certificado internacional “NIST 1515” fornecido pelo *Nacional Institute of Standards and Technology, Apple Leaves - 1515*.

Esse material de referência certificado foi empregado para confirmação da precisão e exatidão do método usado no tratamento das amostras. A recuperação para o NIST em todas as amostras atingiu de 86 a 96%, sendo considerada satisfatória.

Foram quantificados os elementos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu), utilizando-se a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), marca Agilent Technologies 700 series ICP OES.

5.2.5 Realização de tratamento estatístico

Os resultados obtidos foram armazenados em banco de dados utilizando-se o programa Microsoft® Excel 7.0 e transportados para o aplicativo estatístico R, v. 3.1, onde foram desenvolvidos os cálculos para as análises estatísticas.

O nível de significância adotado foi de 5% para todas as análises realizadas.

Para interpretação do coeficiente de Pearson, utilizou-se como parâmetro a metodologia desenvolvida por Shimakura (2006), que estabelece um sistema de classificação para esse coeficiente, atribuindo um valor qualitativo aos valores numéricos do coeficiente encontrado. A qual foi adaptada para este trabalho, com o seguinte critério qualitativo:

- 0,7= \leq (\pm) r \leq 1,0 – correlação forte;
 0,3 \leq (\pm) r \leq 0,7 – correlação moderada;
 0,1= \leq (\pm) r \leq 0,4 – correlação fraca;
 r (\pm)=0,0 – correlação nula.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada com auxílio do software PC-ORD6 (Multivariate Analysis of Ecological Data, Oregon, U.S.A) para verificar possíveis agrupamentos e/ou gradientes de variação funcional da espécie em estudo.

As variáveis submetidas à análise estatística (pH, salinidade, comprimento, largura e os nutrientes minerais: Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu) resultaram em autovalores e porcentagem de variância.

Foi considerado neste estudo, o valor mínimo dos autovalores para a formação dos componentes principais ≥ 1 .

O processamento e a integração dos dados foram realizados de modo a subsidiar a interpretação dos processos biogeoquímicos atuantes nas áreas em estudo.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área total amostrada, manguezais de Una e de Pardo foram estudados plantas de mangue da espécie *schaueriana*, pertencente ao gênero *Avicennia*.

Para melhor compreender das folhas coletadas as alterações, na morfologia foliar e na biometria foliar foram determinados, nessas folhas, para os dois manguezais, as concentrações médias dos elementos químicos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu), os quais foram utilizados no presente trabalho na função de nutrientes minerais. Essa é uma alternativa para informar se há deficiência e/ou excesso de nutrientes em partes de tecidos vegetais (MALAVOLTA et al., 1997).

5.3.1 Parâmetros físicos

Os resultados de pH e salinidade da água intersticial, em diferentes pontos de coleta, desses manguezais, estão expostos na Tabela 5.1.

Em Una, o pH da água intersticial do sedimento mostrou-se levemente ácido nos pontos de coleta um e dois, três e quatro levemente alcalino, e considerado

neutro no ponto cinco, já na floresta de Pardo, nessa mesma tabela, esse parâmetro apresentou-se ácido no primeiro ponto e levemente ácido nos demais pontos de coleta. Faixa de valores esses, para os dois manguezais, que não favorecem a disponibilidade nem a absorção de micronutrientes, que segundo a literatura é de 5,5 a 6,5, considerado como ácido.

Tabela 5.1 – Resultados obtidos (Mínimo, Máximo, Média, s (\pm) e Coeficiente de Variação (CV)) das variáveis físicas pH e salinidade das águas intersticiais associados aos manguezais dos rios Una e Pardo, região Litoral Sul do Estado da Bahia/Brasil

Ponto	Rio Una		Rio Pardo	
	pH	Salinidade	pH	Salinidade
1	6,62	25	6,38	30
2	6,84	22	6,91	25
3	7,19	22	6,84	30
4	7,44	10	6,87	22
5	7,02	22	6,76	15
Mínimo	6,62	10	6,38	15
Máximo	7,44	25	6,91	30
Média	7,02	20	6,75	24
s (\pm)	0,32	5,85	0,22	6,27
CV (%)	4%	29%	3%	26%

Fonte: Autora, 2015

No entanto, esses elementos, na forma de nutrientes, não foram impedidos de chegar até a parte aérea da planta, como é o caso do manguezal do rio Una em que, o pH apresentou forte correlação com o Fe (0,8).

Dentre outros fatores a considerar como, potencial redox (Eh), granulometria do sedimento não consolidado, isso se deve também, afirmado por Kochian (2000) aos microorganismos presentes na região da rizosfera que liberam enzimas e estimulam a solubilização de Fe pelas raízes.

A salinidade da água intersticial em Una esteve entre 10 e 25, faixa essa considerada como água salobra, já em Pardo, nessa mesma tabela, essa variação foi de 15 a 30 onde se destacam o primeiro ponto e o terceiro apresentando valores de transição de água salobra para água salina.

A literatura informa que o Coeficiente de Variação (CV) fornece a variação dos dados obtidos em relação à média. Quanto menor for o seu valor, mais homogêneos são os dados.

Para os dois manguezais, obteve-se uma amplitude de 15 unidades de salinidade. Essa variável também apresentou uma variabilidade significativa, com CV acima de 20%, o que normalmente ocorre em regiões de manguezal.

Pesquisadores têm referenciado em seus trabalhos que a salinidade se altera consideravelmente em função das condições climáticas e de amplitude da maré. Vale ressaltar que, nesta pesquisa, verificou-se uma relação inversa das médias de salinidade obtidas, com a distribuição dos nutrientes analisados. Uma vez que, foi em Pardo onde se obteve as mais elevadas médias relativas a esses nutrientes.

Essa constatação, contudo, contraria alguns autores como Cuzzuol e Campos (2001) e Calegario (2012) que referenciam em seus trabalhos, afirmando que, regiões de médias baixas de salinidade estão geralmente associadas à grande entrada de nutrientes.

Outro ponto importante quanto à salinidade e sua relação com o comprimento e a largura foliar, é que, nos dois manguezais, essa variável apresentou correlação moderada (0,4 a 0,6). Corroborando com Neumann (1993) que, o efeito da salinidade sobre o vegetal se traduz em redução da taxa de expansão foliar.

Em Una, a salinidade apresentou forte correlação com Na, Mg e Zn, já em Pardo, essa relação estabeleceu-se com Na, K, Ca, P, Mn e Zn. Na opinião de Hadlich et al. (2010), períodos sazonais influenciam no gradiente de salinidade, e nos teores de Na, tornando-se mais elevados com déficit hídrico.

Trabalhos desenvolvidos por Cintrón et al. (1978), Tomlisom (1986), Araújo (2000), Bernini e Rezende (2004), Soares et al. (2008), e Petri et al. (2011), verificaram que a *A. schaueriana* é tolerante a salinidade por ser encontrada em áreas com maior influência marinha.

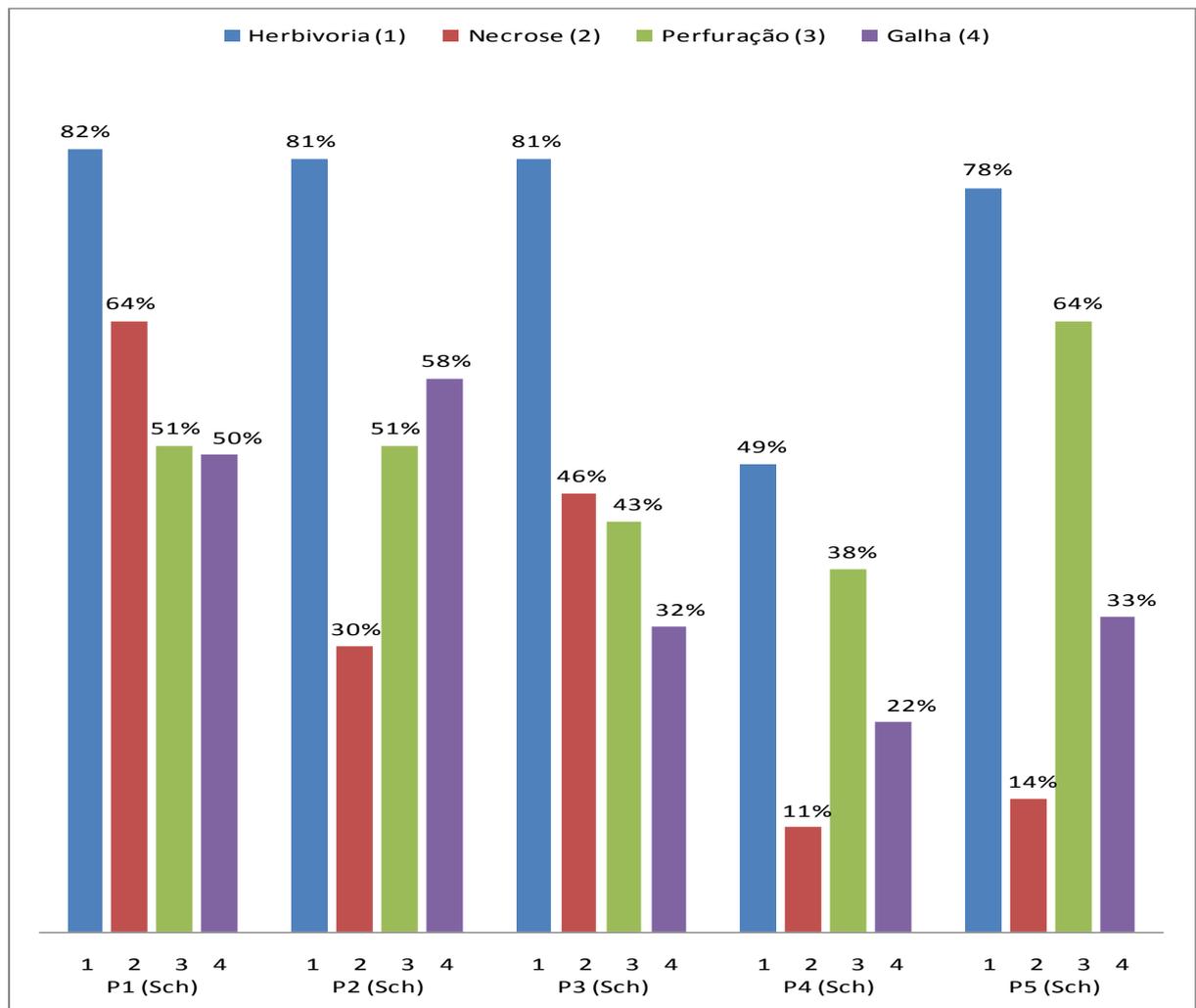
O gênero em estudo é reconhecido, por diversos autores, como aquele que tolera salinidade intersticial muito alta (GARCIA et al., 2007; HOGARTH, 2015). Essa característica permite eleger a *Avicennia* como um bom indicador ambiental, em função de apresentar uma boa resistência a uma ampla gama de condições fitofisiográficas e, uma elevada plasticidade (MADI, 2013; GARCIA et al., 2014).

Por fim vale ressaltar que, Wakushima et al. (1994) destacam que as variáveis físicas pH e salinidade como os principais fatores que governam a distribuição das espécies de mangue.

5.3.2 Morfologia foliar

No manguezal dos rios Una (Figura 5.3) e Pardo (Figura 5.4) as folhas coletadas da espécie *A. schaueriana*, em todos os pontos de coleta, apresentaram alterações dos tipos: herbivoria, necrose, perfuração e galha.

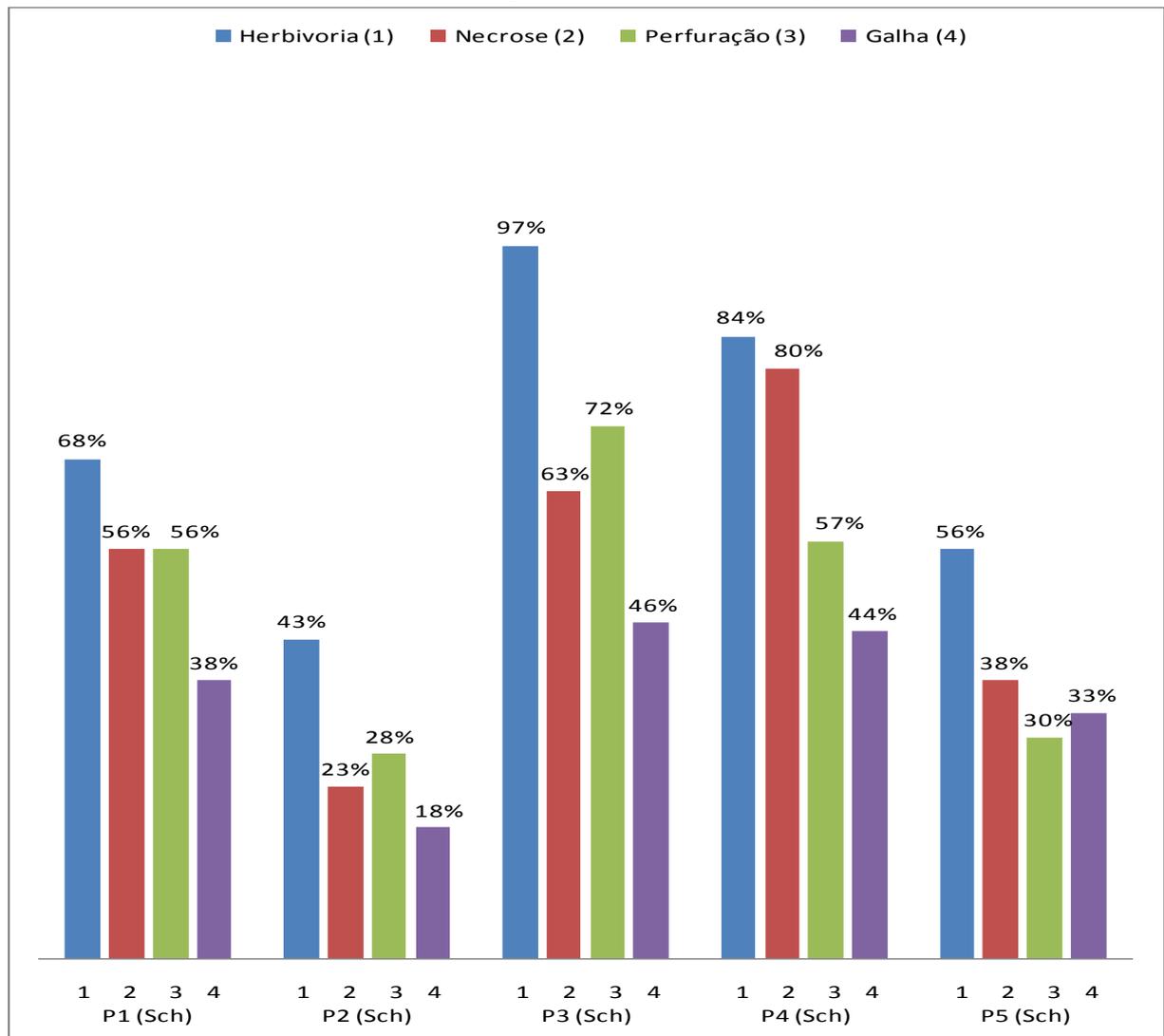
Figura 5.3 – Percentual de alterações morfológicas verificadas nas folhas de *Avicennia schaueriana* (Sch) amostradas em diferentes pontos, manguezal do rio Una, município de Una, BA



Elaboração: a autora.

Em Una, no ponto P1, as alterações dos tipos herbivoria e necrose destacaram-se como as maiores com 82 e 64% respectivamente. Nesse ponto, totalizou-se a maior média de todos os tipos de alterações morfológicas com 62% seguido de P2 com 55%, P3 com 51%, P5 com 47% e finalmente P4 com 30%.

Figura 5.4 – Percentual de alterações morfológicas verificadas nas folhas de *Avicennia schaueriana* (Sch) amostradas em diferentes pontos, manguezal do rio Pardo, município de Canavieiras/BA



Elaboração: a autora.

Na floresta de Una, a herbivoria e a galha no limbo foliar apresentaram forte correlação com o Na.

Em Pardo, o ponto P3 apresentou o maior percentual de herbivoria e de galha em relação aos demais. Isso provavelmente deve estar relacionado, ao pH tendendo à neutralidade (6,84), alta salinidade (30), associadas aos máximos médios de Na, Mg, K, Ca, P e Zn influenciando assim, em maior herbivoria pela ação de insetos generalistas e, uma maior indução de galha por insetos especialistas. Corroborando com Erickson et al. (2004) que, as taxas de herbivoria em manguezais, possuem relação direta com as de nutrientes presentes nas folhas, pois os herbívoros apresentam maior tendência em se alimentar de plantas com altos teores de P.

Diante do exposto desse autor, vale ressaltar que em P3, na floresta de Pardo, a herbivoria com 97% de ocorrências, apresentou forte correlação com Ca, Fe e Zn, já com os nutrientes K e Mn correlação de 0,4 a 0,6. A galha, nesse mesmo manguezal, com 46% dos casos, apresentou forte correlação com o Fe, e moderada com os teores de K, Ca, Mn e Zn. Estatisticamente esse ponto totalizou a maior média de todos os tipos de alterações morfológicas estudadas com 70% seguido de P4 com 66%, P1 com 54%, P5 com 39%, e finalmente P2 com 28%.

Analisando os dois manguezais, a herbivoria apresentou o maior percentual em relação às demais alterações morfológicas, em todos os pontos. Isso provavelmente deve estar relacionado à combinação certa de temperatura, luz, umidade, teor de salinidade de cada ponto e, a relação significativa da herbivoria com os nutrientes Ca e Zn. Corroborando com Faraco e Lana (2004), onde afirmam que existe uma correlação positiva entre a herbivoria e, a disponibilidade de nutrientes em plantas.

Por outro lado, em Una no ponto P4, e Pardo em P2, obtiveram-se os menores percentuais de todos os tipos das alterações morfológicas estudadas. Provavelmente pontos esses associados a áreas de dossel, composição física e química das águas intersticiais, distribuição granulométrica do sedimento, refletindo na solubilidade e mobilidade de nutrientes minerais para a parte aérea da planta, interferindo assim, em menor herbivoria e menor indução de galha, dessa parte do vegetal, por ação de insetos herbívoros. Ratificando assim, os ensinamentos de Ribeiro e Basset (2007) onde afirmam que, folhas de dossel são mais esclerofilas, e por isso, possivelmente, menos atacadas por insetos herbívoros.

Vale salientar, observado em campo, e já referenciado por outros pesquisadores que, as maiores taxas de consumo foliar por herbívoros ocorrem no período chuvoso, devido à maior hidratação da folha, lavagem e retirada dos cristais de sal da superfície adaxial.

Nas duas regiões estudadas as alterações do tipo herbivoria, em folhas de *A. schaueriana*, é provável que tenham sido desenvolvidas por ação de insetos generalistas de hábitos mastigadores e raspadores, já a do tipo galha, de formato globóide, coloração verde-claro, ocupação da região apical até a basal com leve preferência pelo ápice foliar, identificadas em folhas dessa mesma espécie, tenham sido provocadas por ação do inseto galhador da família Cecidomyiidae (Diptera).

Para Maia et al. (2008) e Leite et al. (2009), indutores desse formato de galha, são dessa família de insetos. Vale dizer que, tanto os insetos consumidores como os indutores de galha, demonstram seletividade distinta na escolha de seus hospedeiros.

Por fim, as regiões estudadas, de média a baixa salinidade, de condições climáticas adequadas, favoreceram o bom desempenho da vegetação proporcionando a interação inseto-planta de forma harmoniosa entre o produtor e o consumidor primário.

5.3.3 Biometria foliar

Os testes de comparação de médias realizados entre os pontos pesquisados e dentro de cada ponto de coleta têm seus resultados apresentados na Tabela 5.2.

No manguezal de Una pode-se notar que, o comprimento médio das folhas de *A. schaueriana* variou de 8,20 cm em P4 a 10,43 cm em P5, já para a largura de 4,39 cm em P4 a 5,67 cm em P5. Demonstrando assim que, em P5 se obteve o maior comprimento e largura médios, já em P4 foram obtidos os menores valores médios respectivamente.

A diferença das médias biométricas entre os pontos foi significativa, exceto entre os pontos P1 e P4 para comprimento e largura e os pontos P1 e P3 para o comprimento. Nos cinco pontos onde foram coletadas as folhas dessa espécie, houve diferença significativa entre as médias do comprimento dentro de cada ponto. Em relação à largura, as médias não apresentaram diferenças entre as árvores dentro dos pontos P2 e P5.

Em Pardo as medidas biométricas médias em folhas variaram de 7,75 cm em P5 a 9,41 cm em P4 para o comprimento, já para a largura de 3,76 cm em P5 a 5,06 cm em P4. Demonstrando assim que, em P4 obteve-se o maior comprimento e largura médios, já em P5 foram obtidos os menores valores médios respectivamente.

Foi possível notar diferença significativa tanto no comprimento, quanto na largura dessa espécie entre os pontos P1 e P4 e entre o ponto P5 e os demais pontos. Na largura, além dos pontos citados, foi observada diferença significativa entre os pontos P1 e P3 e entre os pontos P2 e P4.

Tabela 5.2 – Medidas biométricas em centímetros (média ± desvio padrão) das folhas de *Avicennia schaueriana*, por ponto de coleta, manguezais dos rios Una e Pardo, Bahia/Brasil

Ponto	Manguezal		Rio Una		Rio Pardo	
	Árvore	Comprimento	Largura	Comprimento	Largura	
P1	Média	8,56 ± 1,19 A ^T	4,47 ± 0,67 B ^K	8,71 ± 1,75 B ^K	4,54 ± 0,89 B ^K	
	A1	7,95 ± 0,97 a	4,26 ± 0,65 a	9,35 ± 1,72 a	4,93 ± 0,99 a	
	A2	9,62 ± 0,97 b	5,06 ± 0,43 b	9,06 ± 1,18 a	4,62 ± 0,59 a	
	A3	8,12 ± 0,86 a	4,09 ± 0,45 a	7,72 ± 1,87 b	4,08 ± 0,86 b	
P2	Média	9,45 ± 1,36 B ^K	5,17 ± 0,78 a	9,06 ± 1,95 b	4,69 ± 1,07 B ^K	
	A1	9,09 ± 1,03 a	5,41 ± 0,65 a	8,54 ± 1,70 a	4,31 ± 0,83 a	
	A2	9,28 ± 1,78 ab	5,04 ± 0,90 a	8,89 ± 1,20 a	4,37 ± 0,71 a	
	A3	9,97 ± 0,99 b	5,06 ± 0,73 a	9,76 ± 0,83 a	5,40 ± 1,24 b	
P3	Média	8,71 ± 1,53 B ^K	4,81 ± 0,96 B ^K	9,10 ± 1,38 B ^K	4,81 ± 0,74 A ^T	
	A1	8,61 ± 1,26 a	4,36 ± 0,61 a	8,34 ± 1,67 a	4,46 ± 0,75 a	
	A2	9,49 ± 1,96 a	5,52 ± 1,18 b	9,48 ± 0,89 b	5,05 ± 0,62 b	
	A3	8,03 ± 0,83 b	4,54 ± 0,54 a	9,47 ± 1,15 b	4,92 ± 0,74 b	
P4	Média	8,20 ± 1,33 B ^K	4,39 ± 0,68 B ^K	9,41 ± 1,56 a	5,06 ± 0,85 a	
	A1	7,71 ± 0,73 a	4,08 ± 0,44 a	9,32 ± 1,71 a	5,09 ± 0,88 a	
	A2	9,13 ± 1,54 b	4,68 ± 0,68 b	9,56 ± 1,35 a	4,92 ± 0,81 a	
	A3	7,77 ± 1,09 a	4,41 ± 0,76 b	9,36 ± 1,65 a	5,18 ± 0,86 a	
P5	Média	10,43 ± 1,14 A ^T	5,67 ± 0,71 a	7,75 ± 1,61 A ^T	3,76 ± 0,85 B ^K	
	A1	9,79 ± 1,18 a	5,44 ± 0,77 a	6,96 ± 1,62 a	3,15 ± 0,63 a	
	A2	10,98 ± 0,92 b	5,80 ± 0,67 a	7,94 ± 1,15 b	3,70 ± 0,51 b	
	A3	10,53 ± 1,01 b	5,76 ± 0,64 a	8,36 ± 1,71 b	4,45 ± 0,82 b	
Média geral		9,07	4,90	8,81	4,57	
s (±) médio		0,89	0,53	0,64	0,49	
Coef. de Variação (CV)		10%	11%	7%	11%	

Elaboração: a autora.

Nota: Nas médias dos pontos a letra “A” indica a utilização da ANOVA e “B” indica a utilização do teste não paramétrico Kruskal-Wallis para comparação de médias. Letras minúsculas indicam que não há diferenças significativas entre as médias das variáveis avaliadas. Letras maiúsculas indicam que há diferença com 5% de probabilidade pelos testes de comparações múltiplas Kruskal-Wallis^K e Tukey^T. As médias das árvores seguidas de letras distintas diferem significativamente

Nesse mesmo manguezal, nos pontos em que foram coletadas as folhas, houve diferença significativa entre as médias da largura dentro de cada ponto, exceto, no ponto P4. Em relação ao comprimento, as médias não apresentaram diferenças entre as árvores dentro dos pontos de coletas P2 e P4.

Analisando a Tabela 5.2 observou-se que, em Pardo, para o comprimento, houve menor dispersão do CV (7%) em relação a Una com 10%. Inferindo-se assim que, em Pardo, para essa variável, houve uma maior similaridade de valores médios por ponto de coleta.

Vale salientar que, os valores máximos de comprimento e de largura foliar obtidos nos dois manguezais, foram superiores aos encontrados por Garcia (2005) na Baía de Todos os Santos/BA, e por Gonçalves (2010) em Tinharé/BA e Boipeba/BA. Assim, pode-se inferir que, neste estudo, houve um aumento na superfície foliar, o que para Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) classificariam como indicador de boa qualidade ambiental, pois, para esses autores, a redução da superfície foliar sugere uma alteração no seu desenvolvimento.

Em Una, o comprimento foliar apresentou forte correlação com Ca, Zn e Cu, já para a largura, essa mesma interferência foi com Na, Ca, Zn e Cu. No manguezal de Pardo, o comprimento foliar apresentou forte correlação com Ca e Mn, já para a largura, esse manguezal, mostrou forte correlação com K, Ca e Mn, sendo que, para P, Fe e Zn ficaram evidenciadas moderadas correlações. Ratificando assim, para os dois manguezais, que, também em plantas de mangue, a presença de nutrientes minerais principalmente o Zn nas folhas, influencia diretamente a biometria foliar (comprimento e largura) conforme relatos da literatura para diversos vegetais (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Outro ponto importante quanto à biometria foliar e sua relação com os nutrientes é que, a média geral do comprimento e da largura foliar no manguezal de Una foi maior que em Pardo, mesmo esse último manguezal ter apresentado maior teor médio geral para todos os nutrientes minerais aqui estudados, exceto o K com $5,07 \text{ g kg}^{-1}$ e o Fe com $141,85 \text{ mg kg}^{-1}$, ambos em Una. Assim, pode-se inferir que, dentre outros fatores, o maior teor médio de Na em Pardo induziu a uma menor expansão foliar.

Na opinião de Schaeffer-Novelli (1995), modificações nos tecidos foliares têm sido descritas como bioindicador ambiental, demonstrando que a redução de superfície foliar pode ser um dos indicadores de alteração na sua fisiologia.

Finalmente, deve ser destacado que esse tipo de investigação científica que averiguam aspectos biométricos de folhas de mangue no Brasil, relacionando-os com os nutrientes minerais, tem sido muito utilizado para auxiliar na gestão de ambientes costeiros.

5.3.4 Nutrientes minerais

Os valores médios dos teores dos nutrientes minerais avaliados neste trabalho, para os dois manguezais, estão plotados nas Tabelas 5.3 e 5.4, em que os macros estão expressos em (g kg^{-1}) e os micronutrientes aparecem numa escala 1.000 vezes menor, ou seja, em (mg kg^{-1}), conforme (SORREANO et al., 2012).

Tabela 5.3 – Concentração média dos nutrientes minerais determinados em folhas da espécie *Avicennia schaueriana*, manguezal do rio Una, município de Una, Bahia/Brasil

		Macronutrientes (g kg^{-1})					Micronutrientes (mg kg^{-1})					
		Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	K/Na	Ca/Mg
P1	P1A1	17,57	11,82	6,02	4,01	1,08	105,90	180,39	12,97	<LQ	0,34	0,34
	P1A2	21,03	9,85	6,04	3,20	1,37	68,09	88,72	4,85	<LQ	0,29	0,32
	P1A3	23,72	6,42	4,35	2,27	1,06	57,92	60,45	8,42	<LQ	0,18	0,35
Mínimo		17,57	6,42	4,35	2,27	1,06	57,92	60,45	4,85	<LQ	0,18	0,32
Máximo		23,72	11,82	6,04	4,01	1,37	105,90	180,39	12,97	<LQ	0,34	0,35
Média		20,77	9,37	5,47	3,16	1,17	77,31	109,85	8,75	<LQ	0,27	0,34
s (\pm)		3,09	2,73	0,97	0,87	0,17	25,28	62,70	4,07	---	0,08	0,01
Coef. variação		15%	29%	18%	28%	14%	33%	57%	46%	---	30%	4%
P2	P2A1	25,37	10,95	3,90	2,78	1,16	100,48	141,97	5,01	<LQ	0,15	0,25
	P2A2	28,62	7,26	4,83	2,43	1,01	80,47	59,30	12,45	<LQ	0,17	0,33
	P2A3	24,10	7,80	5,83	2,90	1,33	108,88	64,92	8,94	<LQ	0,24	0,37
Mínimo		24,10	7,26	3,90	2,43	1,01	80,47	59,30	5,01	<LQ	0,15	0,25
Máximo		28,62	10,95	5,83	2,90	1,33	108,88	141,97	12,45	<LQ	0,24	0,37
Média		26,03	8,67	4,85	2,70	1,16	96,61	88,73	8,80	<LQ	0,19	0,32
s (\pm)		2,33	1,99	0,97	0,25	0,16	14,59	46,19	3,72	---	0,05	0,06
Coef. variação		9%	23%	20%	9%	14%	15%	52%	42%	---	25%	19%
P3	P3A1	21,61	11,92	2,83	2,88	1,18	207,89	116,14	5,59	<LQ	0,13	0,24
	P3A2	20,98	4,27	4,32	2,40	1,01	106,07	44,87	6,52	<LQ	0,21	0,56
	P3A3	20,78	11,15	5,53	2,85	1,15	243,78	72,53	8,66	<LQ	0,27	0,26
Mínimo		20,78	4,27	2,83	2,40	1,01	106,07	44,87	5,59	<LQ	0,13	0,24
Máximo		21,61	11,92	5,53	2,88	1,18	243,78	116,14	8,66	<LQ	0,27	0,56
Média		21,12	9,11	4,23	2,71	1,12	185,91	77,85	6,93	<LQ	0,20	0,35
s (\pm)		0,43	4,21	1,35	0,27	0,09	71,44	35,93	1,57	---	0,07	0,18
Coef. variação		2%	46%	32%	10%	8%	38%	46%	23%	---	34%	51%
P4	P4A1	11,55	7,20	4,48	2,73	1,16	74,47	143,16	6,00	<LQ	0,39	0,38
	P4A2	20,24	7,54	6,17	3,04	1,22	99,36	132,85	5,39	0,05	0,30	0,40
	P4A3	19,21	4,55	5,64	1,79	1,64	327,74	69,32	4,98	<LQ	0,29	0,39
Mínimo		11,55	4,55	4,48	1,79	1,16	74,47	69,32	4,98	<LQ	0,29	0,38
Máximo		20,24	7,54	6,17	3,04	1,64	327,74	143,16	6,00	0,05	0,39	0,40
Média		17,00	6,43	5,43	2,52	1,34	167,19	115,11	5,45	0,02	0,33	0,39
s (\pm)		4,75	1,64	0,86	0,65	0,26	139,59	39,99	0,52	---	0,05	0,01
Coef. variação		28%	25%	16%	26%	19%	83%	35%	9%	---	16%	3%
P5	P5A1	19,28	7,74	7,52	5,80	1,29	279,01	98,32	12,96	0,28	0,39	0,75
	P5A2	23,63	10,79	4,49	3,23	1,67	135,18	107,43	8,74	<LQ	0,19	0,30
	P5A3	24,43	9,71	4,12	3,09	1,70	132,50	97,21	8,69	<LQ	0,17	0,32
Mínimo		19,28	7,74	4,12	3,09	1,29	132,50	97,21	8,69	<LQ	0,17	0,30
Máximo		24,43	10,79	7,52	5,80	1,70	279,01	107,43	12,96	0,28	0,39	0,75
Média		22,45	9,41	5,38	4,04	1,55	182,23	100,99	10,13	0,10	0,25	0,46
s (\pm)		2,77	1,55	1,87	1,53	0,23	83,82	5,61	2,45	0,16	0,12	0,25
Coef. variação		12%	16%	35%	38%	15%	46%	6%	24%	160%	49%	56%
Mín. médio		17,00	6,43	4,23	2,52	1,12	77,31	77,85	5,45	<LQ	0,19	0,32
Máx. médio		26,03	9,41	5,47	4,04	1,55	185,91	115,11	10,13	0,10	0,27	0,46
Média geral		21,47	8,60	5,07	3,03	1,27	141,85	98,51	8,01	0,03	0,25	0,37
s (\pm) médio		3,25	1,25	0,53	0,61	0,18	51,06	15,27	1,83	0,04	---	---
Coef. variação		15%	15%	10%	20%	14%	36%	16%	23%	133%	---	---

Fonte: Autora, 2015

Legenda: P – Ponto de coleta; A – Amostra do ponto de coleta; LQ – Limite de Quantificação

Tabela 5.4 – Concentração média dos nutrientes minerais determinados em folhas da espécie *Avicennia schaueriana*, manguezal do rio Pardo, Canavieiras, Bahia/Brasil

		Macronutrientes (g kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
		Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	K/Na	Ca/Mg
P1	P1A1	29,58	9,13	5,67	4,53	2,04	137,51	249,41	13,68	0,60	0,19	0,50
	P1A2	19,86	11,82	3,67	4,20	1,58	120,38	189,27	9,94	1,69	0,19	0,36
	P1A3	31,53	8,93	4,63	3,62	1,96	97,59	99,35	15,30	1,29	0,15	0,41
Mínimo		19,86	8,93	3,67	3,62	1,58	97,59	99,35	9,94	0,60	0,15	0,36
Máximo		31,53	11,82	5,67	4,53	2,04	137,51	249,41	15,30	1,69	0,19	0,50
Média		26,99	9,96	4,66	4,12	1,86	118,50	179,34	12,98	1,19	0,17	0,42
s (±)		6,25	1,61	1,00	0,46	0,24	20,03	75,52	2,75	0,55	0,02	0,07
Coef. variação		23%	16%	21%	11%	13%	17%	42%	21%	46%	14%	17%
P2	P2A1	23,26	14,21	2,67	5,11	2,07	144,97	153,33	8,42	0,32	0,11	0,36
	P2A2	28,07	11,63	3,25	4,11	1,64	67,27	111,33	6,78	0,44	0,12	0,35
	P2A3	24,40	7,44	5,21	3,64	1,95	72,89	59,01	8,42	1,54	0,21	0,49
Mínimo		23,26	7,44	2,67	3,64	1,64	67,27	59,01	6,78	0,32	0,11	0,35
Máximo		28,07	14,21	5,21	5,11	2,07	144,97	153,33	8,42	1,54	0,21	0,49
Média		25,25	11,09	3,71	4,29	1,89	95,05	107,89	7,87	0,77	0,15	0,40
s (±)		2,51	3,42	1,33	0,75	0,22	43,33	47,25	0,94	0,67	0,06	0,08
Coef. variação		10%	31%	36%	17%	12%	46%	44%	12%	88%	38%	19%
P3	P3A1	28,78	13,67	4,26	4,10	2,00	103,78	148,02	9,62	0,66	0,15	0,30
	P3A2	31,61	10,82	4,19	6,51	1,90	103,31	156,30	21,34	0,53	0,13	0,60
	P3A3	28,73	8,94	6,68	4,76	1,74	276,54	123,41	19,96	1,11	0,23	0,53
Mínimo		28,73	8,94	4,19	4,10	1,74	103,31	123,41	9,62	0,53	0,13	0,30
Máximo		31,61	13,67	6,68	6,51	2,00	276,54	156,30	21,34	1,11	0,23	0,60
Média		29,71	11,15	5,04	5,12	1,88	161,21	142,58	16,97	0,77	0,17	0,48
s (±)		1,65	2,38	1,42	1,24	0,13	99,88	17,11	6,41	0,30	0,05	0,16
Coef. variação		6%	21%	28%	24%	7%	62%	12%	38%	39%	31%	33%
P4	P4A1	26,15	9,87	2,40	4,36	1,74	130,16	145,57	11,20	0,82	0,09	0,44
	P4A2	18,32	12,78	3,14	4,69	1,82	338,36	149,83	6,60	0,71	0,17	0,37
	P4A3	19,68	8,20	5,67	4,17	1,61	100,39	193,04	10,68	0,28	0,29	0,51
Mínimo		18,32	8,20	2,40	4,17	1,61	100,39	145,57	6,60	0,28	0,09	0,37
Máximo		26,15	12,78	5,67	4,69	1,82	338,36	193,04	11,20	0,82	0,29	0,51
Média		21,38	10,28	3,74	4,41	1,72	189,63	162,81	9,49	0,60	0,18	0,44
s (±)		4,19	2,32	1,71	0,26	0,11	129,66	26,26	2,52	0,29	0,10	0,07
Coef. variação		20%	23%	46%	6%	6%	68%	16%	27%	47%	54%	16%
P5	P5A1	23,81	11,96	2,42	2,79	1,84	123,83	73,93	7,00	0,67	0,10	0,23
	P5A2	18,60	11,32	3,03	2,60	1,54	107,21	63,34	6,00	1,27	0,16	0,23
	P5A3	27,96	9,02	1,99	3,64	1,69	124,38	53,96	7,73	1,00	0,07	0,40
Mínimo		18,60	9,02	1,99	2,60	1,54	107,21	53,96	6,00	0,67	0,07	0,23
Máximo		27,96	11,96	3,03	3,64	1,84	124,38	73,93	7,73	1,27	0,16	0,40
Média		23,46	10,77	2,48	3,01	1,69	118,47	63,74	6,91	0,98	0,11	0,29
s (±)		4,69	1,55	0,52	0,56	0,15	9,76	9,99	0,87	0,30	0,05	0,10
Coef. variação		20%	14%	21%	18%	9%	8%	16%	13%	31%	42%	34%
Mín. médio		21,38	9,96	2,48	3,01	1,69	95,05	63,74	6,91	0,60	0,11	0,29
Máx. médio		29,71	11,15	5,04	5,12	1,89	189,63	179,34	16,97	1,19	0,18	0,48
Média geral		25,36	10,65	3,93	4,19	1,81	136,57	131,27	10,84	0,86	0,16	0,41
s (±) médio		3,20	0,52	0,99	0,76	0,10	38,08	46,21	4,13	0,23	---	---
Coef. variação		13%	5%	25%	18%	6%	28%	35%	38%	27%	---	---

Fonte: Autora, 2015

Legenda: P – Ponto de coleta; A – Amostra do ponto de coleta; LQ – Limite de Quantificação

As variáveis deste estudo foram submetidas à matriz de correlação de Pearson, (Tabelas 5.5 e 5.6) com o objetivo de obter uma indicação da força da relação linear entre as variáveis. Através de interpretação do coeficiente obtido foi possível estabelecer qualitativamente o grau de associação entre duas características a partir de uma série de observações.

Tabela 5.5 – Matriz da correlação de Pearson entre: parâmetros físicos, morfologia, biometria e nutrientes minerais em folhas de *Avicennia schaueriana*, manguezal do rio Una, Bahia/Brasil

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
pH	1														
Salinid.	-0,8	1													
Herbiv.	-0,8	1,0	1												
Galha	-0,9	0,7	0,7	1											
Comp.	-0,3	0,4	0,5	0,2	1										
Larg.	-0,2	0,4	0,4	0,2	1,0	1									
Na	-0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	1								
Mg	-0,7	1,0	1,0	0,5	0,6	0,5	0,6	1							
K	-0,2	-0,2	-0,4	-0,0	0,1	-0,1	-0,3	-0,2	1						
Ca	-0,3	0,5	0,4	0,0	0,8	0,7	0,2	0,6	0,4	1					
P	0,3	-0,3	-0,3	-0,5	0,6	0,5	-0,2	-0,1	0,6	0,7	1				
Fe	0,8	-0,4	-0,4	-0,9	0,2	0,3	-0,4	-0,2	-0,3	0,2	0,5	1			
Mn	0,0	-0,5	-0,6	-0,2	-0,2	-0,4	-0,6	-0,5	0,9	0,1	0,5	-0,2	1		
Zn	-0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,2	0,8	0,3	-0,3	-0,1	1	
Cu	0,1	0,0	0,0	-0,3	0,8	0,8	0,1	0,2	0,4	0,9	0,9	0,5	0,2	0,6	1

Elaboração: a autora.

Tabela 5.6 – Matriz da correlação de Pearson entre: parâmetros físicos, morfologia, biometria e nutrientes minerais em folhas de *Avicennia schaueriana*, manguezal do rio Pardo, Bahia/Brasil

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
pH	1														
Salinid.	-0,3	1													
Herbiv.	0,0	0,4	1												
Galha	-0,2	0,2	0,9	1											
Comp.	0,3	0,6	0,5	0,2	1										
Larg.	0,2	0,6	0,5	0,3	1,0	1									
Na	-0,3	0,8	0,3	0,1	0,1	0,1	1								
Mg	0,7	-0,1	-0,1	-0,3	-0,0	-0,1	0,3	1							
K	-0,3	1,0	0,6	0,4	0,6	0,7	0,8	-0,1	1						
Ca	0,2	0,8	0,7	0,4	0,9	0,9	0,5	0,2	0,9	1					
P	-0,1	0,9	0,0	-0,3	0,5	0,4	0,8	0,3	0,8	0,7	1				
Fe	0,3	0,1	0,9	0,9	0,5	0,6	-0,2	-0,2	0,3	0,5	-0,3	1			
Mn	-0,4	0,8	0,6	0,5	0,7	0,8	0,2	-0,6	0,8	0,6	0,4	0,5	1		
Zn	-0,3	0,8	0,8	0,6	0,4	0,4	0,8	0,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,6	1	
Cu	-0,9	0,1	-0,3	-0,1	-0,6	-0,6	0,3	-0,4	0,0	-0,5	0,1	-0,6	0,0	0,1	1

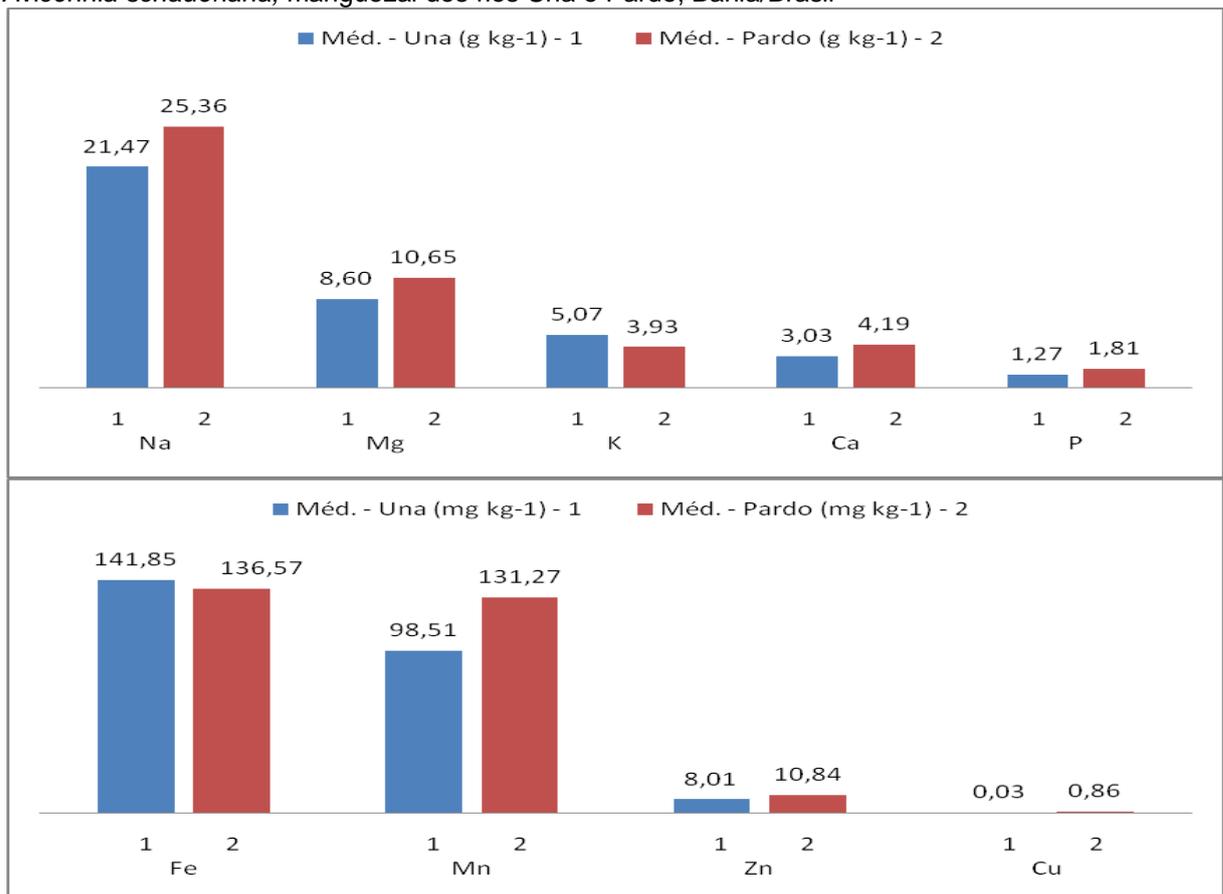
Elaboração: a autora.

No manguezal de Una, dentre os nutrientes estudados, somente o Cu não teve os valores aferidos nos pontos de coleta P1, P2 e P3 por apresentar valores abaixo do Limite de Quantificação (LQ) do ICP OES em todas as amostras, já nos pontos P4 e P5 esse nutriente apresentou valores abaixo do (LQ) em diversas amostras. A relação dessa variável com comprimento, largura, K, Ca, P, Fe e Zn foi de moderada a forte, já com a salinidade e a herbivoria não houve correlação de dependência.

Os demais nutrientes em Una, e todos os nutrientes em Pardo tiveram os valores aferidos em todas as amostras.

Em Una (Figura 5.5) os teores médios gerais dos macronutrientes minerais apresentaram a seguinte ordem de concentração: Na>Mg>K>Ca>P, já para os micronutrientes obteve-se: Fe>Mn>Zn>Cu, já em Pardo (Figura 5.5), obteve-se: Na>Mg>Ca>K>P para os macros, e para os micros: Fe>Mn>Zn>Cu. Observando-se variação intra-específica entre o K e o Ca em ambientes distintos.

Figura 5.5 – Concentração média geral de nutrientes minerais determinados em folhas da espécie *Avicennia schaueriana*, manguezal dos rios Una e Pardo, Bahia/Brasil



Elaboração: a autora.

Trabalho realizado por Santos (2013), com folhas de *Avicennia schaueriana*, obteve para macros: Na>K>Mg>Ca>P e Mn>Fe>Zn>Cu para os micronutrientes, já Bernini et al. (2006) no estuário do rio São Mateus/ES seguiu a ordem: Mg>K>Ca>P e Fe>Mn>Zn>Cu respectivamente.

Comparando os resultados desses dois trabalhos ao deste estudo, foi possível constatar variações intra-específicas entre o Mg e o K, e entre o Fe e o Mn, demonstrando assim, variações de teor nutricional em ambientes distintos. Ratificando a opinião de Oriens et al. (1995), diferenças quanto ao teor químico foliar podem ocorrer entre plantas de diferentes e/ou mesmos tipos de ecossistemas.

Nos dois manguezais desta pesquisa, o Na apresentou maior teor médio geral comparado a trabalhos de outros autores (Tabela 5.7). Naidoo (2006) estudando *Avicennia* constatou que, elevada salinidade no substrato há maior translocação de sódio, causando acúmulo nas folhas. Importante informar que, Santos (2013) para o Na obteve de 0,29 a 3,47 g kg⁻¹, faixa essa, acentuadamente inferior às do presente trabalho.

Tabela 5.7 – Concentração média de nutrientes minerais determinados em folhas de *Avicennia schaueriana*, de trabalhos nacionais

Espécie: <i>A. schaueriana</i> Manguezal	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	Na	Mg	k	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	
Souza et al. (1996) Ilha de Pati, Madre de Deus - BA	---	10,20	13,40	6,40	1,20	183,43	123,21	20,57	6,93	
Araújo (2000) Estuário Rio Itanhém, Alcobaça - BA	18,10	9,10	5,30	5,10	2,20	195,64	145,24	12,98	6,76	
Garcia (2005) São Francisco do Conde e Madre de Deus - BA	20,60	10,50	11,20	3,60	---	100,23	187,23	23,77	11,40	
Sereneski-de Lima et al. (2013) Baía de Antonina - PR	8,20	9,35	13,81	4,41	1,91	---	---	---	---	
Santos (2013) Manguezal de Madre de Deus - BA	20,70	6,67	8,51	5,72	---	72,02	82,52	10,76	3,90	
Madi (2013) Baía de Antonina - PR	8,35	9,2	11,92	4,22	1,95	108	138	12,7	1,4	
Madi (2013) Manguezal de Guaratuba - PR	---	---	---	---	---	98	185	16,9	2,7	
Madi et al. (2015) Manguezal de Guaratuba - PR	8,39	9,71	13,09	4,86	1,63	---	---	---	---	

Fonte: Autora, 2015

Em Una, o Na apresentou de moderada a forte correlação com o comprimento e a largura foliar respectivamente, já em Pardo, essa mesma correlação, foi fraca e positiva.

Tais resultados inferem que, o Na em Una foi mais sinérgico com essas variáveis biométricas, visto que, nesse manguezal, obteve-se a maior média geral (comprimento e largura) em relação a Pardo (Tabela 5.2). Corroborando com Taiz e Zeiger (2013) que, o Na estimula o crescimento da folha mediante intensificação da expansão celular, além de poder, em parte, substituir o K como um soluto osmoticamente ativo.

O teor médio geral de K obtido, nas duas áreas, foi inferior ao dos trabalhos citados na Tabela 5.7. Vale salientar que, em Una, essa variável estabeleceu fraca correlação negativa com o Na (-0,3), já em Pardo, essa mesma variável, apresentou de moderada a forte correlação com comprimento e largura respectivamente.

Em Pardo, o K apresentou forte correlação com o Na, isso pode ser explicado pela máxima correção (1,0) entre o K e a salinidade nesse manguezal.

Santos (2013) para o K obteve de 0,48 a 1,23 g kg⁻¹, faixa essa, inferior às do presente estudo, que no dizer de Mello et al. (1983), em espécies de mangue, a concentração de K pode variar de 5 a 60 g Kg⁻¹.

De modo geral, a faixa de resultados obtidos indica que, os valores médios de K, em plantas de mangue, podem ser considerados normais.

Em Una, a razão K/Na variou de 0,19 a 0,27 com média de 0,3, já em Pardo essa razão foi de 0,11 a 0,18 com média de 0,2, valores esses, similares aos de (GARCIA et al., 2014). Assim, pode-se inferir que, a razão K/Na, neste estudo, também apresentou similar fluxo de massa em transferir K para as folhas, devido à pressão positiva exercida na raiz que empurra a coluna de água para cima, graças à coesão entre as moléculas de água. Para Genc et al. (2007), a elevada razão K/Na é um indicador de resistência à salinidade em algumas plantas.

No dizer de Silveira et al. (2010), na maioria das espécies, incluindo as halófitas, sob condições de elevadas concentrações de Na as concentrações de K são geralmente diminuídas, devido ao mecanismo de competição ou antagonismo entre eles.

A razão de Ca/Mg no rio Una variou de 0,32 a 0,46 com média de 0,4, já em Pardo, de 0,29 a 0,48 com média também de 0,4. Valores que corroboram com os obtidos por (GARCIA et al., 2014). Ratificando o afirmado por Larcher (2000) e Prado (2008) que, entre o Ca e o Mg o efeito é antagônico, ou seja, o excesso de um prejudica a absorção do outro.

Estudos realizados por diversos autores (Tabela 5.7) mostram no tecido foliar um perfil onde o $K > Mg$. Assim, nesses trabalhos científicos, o perfil nutricional para o Mg e o K foi contrário ao encontrado na presente pesquisa, para os dois manguezais, e por Araújo (2000) em *A. schaueriana*, cujos resultados foram $Mg > K$. No dizer de Taiz e Zeiger (2004), para vários pesquisadores, o Mg é tido como de importância nutricional maior que a do K, em função de seu papel nas atividades fotossintéticas.

O teor médio geral de Mg em Una foi de $8,60 \text{ g kg}^{-1}$, já em Pardo $10,65 \text{ g kg}^{-1}$. Esses teores podem ser considerados normais, tendo em vista que, concentrações médias desse nutriente, em plantas de mangue, raramente superam 10 g kg^{-1} conforme estudos realizados por (SOUZA et al., 1996). Santos (2013) para o Mg obteve de $0,29$ a $1,16 \text{ g kg}^{-1}$, faixa essa, bem inferior às do presente trabalho.

Os teores médios gerais de Ca, nos dois manguezais, foram inferiores aos encontrados por autores na Tabela 5.7. Corroborando, de modo geral, com Waisel (1972) onde afirmou que, em plantas halófitas, os teores médios de Ca são de aproximadamente $5,0 \text{ g kg}^{-1}$. Vale informar que, Santos (2013) para o Ca constatou variação de $0,20$ a $1,33 \text{ g kg}^{-1}$, faixa essa, inferior aos desta pesquisa.

Para os dois manguezais, vale ressaltar que, os teores médios de Ca obtidos não foram indicativos suficientes para constatação de sinais de deficiência desse nutriente nas folhas coletadas. Ratificado por Marschner (1995) onde afirma que, várias enzimas do citoplasma são inibidas pelo Ca, ainda que em concentrações muito baixas no citosol, o que reforça a necessidade da manutenção de baixas concentrações desse íon, onde a atividade enzimática é alta. Além de evitar a formação de sais insolúveis de ATP e de outros fosfatos orgânicos.

No dizer de Knight et al. (1997), apesar de ser um íon essencial para as plantas, o Ca necessita ser conservado em baixas concentrações no citoplasma, pois é um sinalizador celular. Afirmando por fim que, o excesso de Ca citosólico é controlado através de transporte apoplástico para compartimentos intercelulares.

O teor médio geral de P, nas duas áreas, foi similar aos dos trabalhos citados na Tabela 5.7. Vale informar que, em Pardo, a maior média desse nutriente mineral ocorreu em P2 com $1,89 \text{ g kg}^{-1}$.

Vale também salientar que, no manguezal de Una, em P5 obteve-se o máximo médio de P ($1,55 \text{ g kg}^{-1}$) favorecendo a biometria foliar, nesse ponto, com maior média de comprimento (10,43 cm) e de largura foliar (5,67 cm). Corroborando com Lynch et al. (1991) e Rodríguez et al. (1998) que, o baixo suprimento de P diminui a área foliar.

Em Pardo, para esse mesmo nutriente, foi observado que o ponto P4 apresentou valores médios, por amostra, entre $1,61$ e $1,82 \text{ g kg}^{-1}$ e obteve-se o menor CV (6%) entre os pontos de coleta. Demonstrando assim, uma maior similaridade de teor dessas amostras.

Vale dizer que, quanto ao P, nos dois manguezais, não foram constatados visualmente nas folhas adultas coletas sinais de deficiência desse nutriente como, por exemplo, o verde-escuro. Ratificando a opinião de Elliott et al. (1997), no que tange à mobilidade, o P é um elemento móvel na planta, portanto esses sinais ocorrem primeiro nas folhas mais velhas.

As concentrações médias foliares dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu, da espécie estudada, de todos os pontos de coleta, estão plotados na Tabela 5.3, e na Tabela 5.4.

Em Una, a ordem de classificação do perfil nutricional nos pontos P2, P3, P4 e P5 foram: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$, e em P1: $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$, já em Pardo nos pontos P3, P4 e P5: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$, e em P1 e P2: $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$, apresentando, entre os pontos, em ambientes distintos, variação intra-específica.

Para os dois manguezais, não ficaram evidenciados entre os micros fortes correlações positivas.

A ordem de classificação geral, por manguezal, de teor médio nutricional, foi à seguinte: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Autores citados na Tabela 5.7, estudando tecidos foliares em *A. schaueriana*, obtiveram: $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$, apresentando, em ambientes distintos, variação intra-específica.

Em Una o médio geral de Fe foi de $141,85 \text{ mg kg}^{-1}$, já em Pardo obteve-se $136,57 \text{ mg kg}^{-1}$, contudo, autores (Tabela 5.7) obtiveram valores médios distintos aos desta pesquisa, que, de modo geral, corroboram com Boaretto et al. (1999) onde afirmam ser o nível de Fe adequado em folhas na faixa de 100 a 400 mg kg^{-1} com variações entre espécies. Santos (2013) para esse micronutriente, registrou de $36,79$ a $100,53 \text{ mg kg}^{-1}$, faixa essa que, de modo geral, apresentou interseção com os resultados obtidos.

Na floresta de Una, o médio geral de Mn foi de 98,51 mg kg⁻¹, já em Pardo de 131,27 mg kg⁻¹, contudo, Araújo (2000), Garcia (2005) e Madi (2013) (Tabela 5.7) obtiveram valor médio superior ao de Pardo, já Santos (2013), nessa mesma tabela, registrou valor médio inferior ao de Una, e obteve de 18,00 a 117,16 mg kg⁻¹, faixa essa que, de modo geral, apresentou interseção com os resultados deste estudo.

Em Una a relação do Mn com o Ca foi fraca (0,1), já em Pardo essa mesma relação foi moderada (0,6). Assim, tendo propriedades químicas semelhantes o Ca pode inibir a absorção e o transporte de Mn, e esse pode inibir o transporte de Ca (MALAVOLTA et al., 1997). Ainda afirmam que, o Mn está envolvido com o hormônio do crescimento (AIA), pois ajuda a controlar os níveis do mesmo. Por isso, quando há carência de Mn, ocorre diminuição na alongação celular.

Vale ressaltar que, em Pardo, o Mn apresentou forte correlação com o comprimento e a largura foliar. Contudo, em P5, obtiveram-se os menores valores médios de comprimento (7,75 cm) e de largura foliar (3,76 cm), associados de forma direta, nesse ponto, com o mínimo médio teor de Mn (63,74 mg kg⁻¹).

Andrade (2011) com *Rhizophora mangle* verificou que, em detrimento de maior concentração de Mn nas folhas, esse elemento não apresentou influência nas medidas biométricas. Enquanto que, uma correlação forte e positiva foi obtida, pela autora, entre os teores de Mn e o comprimento das folhas de *Laguncularia racemosa*.

Isso tudo exposto, evidencia a necessidade de mais estudos a fim de avaliar a importância do Mn para a planta, e esclarecer, já pesquisado por outros autores, se esse elemento desempenha alguma função específica à sobrevivência do vegetal, ou, se a planta apenas apresenta consumo de luxo, tolerando o excesso desse micronutriente em seus tecidos.

O teor de Zn obtido nas duas áreas de estudo foi, de modo geral, inferior aos dos autores (Tabela 5.7).

Vale ressaltar que em Una, em P4, o Zn apresentou o mínimo médio teor de 5,45 mg kg⁻¹, já em Pardo foi no ponto P5 com teor de 6,91 mg kg⁻¹, o que sugere desse micro ter influenciado, de forma direta, no comprimento e na largura foliar nesses respectivos pontos resultando em menores valores médios. Corroborando com Epstein e Bloom (2006) que, a deficiência de Zn na folha causa retardo e redução do crescimento, sendo pequenas, mal conformadas e de entrenós curtos. Já para Broadley et al. (2007), correlações entre os teores de Zn e o comprimento das folhas

está relacionada com a atividade efetiva desse nutriente como co-fator de várias enzimas, estando também envolvido na síntese do triptofano, que por sua vez é o precursor do AIA.

Em Una, a relação do Zn com o comprimento e a largura foliar foi de 0,8. Ressalta-se que em P5, obteve-se a maior média de comprimento e largura foliar em relação aos demais pontos e, o máximo médio teor desse nutriente. Ratificando os ensinamentos, já citados, de (EPSTEIN; BLOOM, 2006; BROADLEY et al., 2007).

Na floresta de Una, pH médio superior ao de Pardo, a relação pH-Zn foi (-0,7) e, obteve-se, em Una, menor médio geral desse micro ($8,01 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação a Pardo ($10,84 \text{ mg kg}^{-1}$). Ratificando o afirmado por Léles et al. (2010) que, o pH é o fator mais importante no controle de disponibilidade de Zn, pois há um decréscimo desse micronutriente quando o pH aumenta.

Em Una o teor médio geral de Cu foi de $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$, em Pardo obteve-se $0,86 \text{ mg kg}^{-1}$, já autores (Tabela 5.7), registraram valores médios superiores. Corroborando com Marschner (1995) que, a maior parte das funções do Cu está relacionada à sua participação em sistemas de oxirredução. Santos (2013), para o Cu, obteve de $1,93$ a $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$, faixa essa, superior aos desta pesquisa.

Na floresta de Una, é importante salientar que, o Cu apresentou valores abaixo do LQ em todas as amostras em P1, P2 e P3. Em relação a Pardo, Una obteve menor teor médio de Ca nesses mesmos pontos, e de Na em P1 e P3. Esses resultados podem ter influenciado positivamente à herbivoria em Una, nesses pontos, a ação de insetos herbívoros.

Notadamente nos três primeiros pontos de coleta, do manguezal de Una, foram observadas nas folhas coletadas, alteração na morfologia foliar tipo bordas revolutas (viradas para baixo) e bordas involutas (viradas para cima). Corroborando com Marschner (1995), Malavolta et al. (1997), Epstein e Bloom (2006) e Marenco e Lopes (2009) que, a deficiência de Cu pode provocar essas modificações foliares.

Em Una, no ponto P4, além de apresentar menor média de comprimento e de largura foliar, obteve-se também o menor percentual de herbivoria (49%) e de galha (22%). Sugerindo-se assim que, tais características devem estar associados, nesse ponto, ao mínimo médio teor de Na, Mg, Ca e Zn obtidos, possuir pH levemente alcalino (7,44) e menor salinidade (10).

Em P5, nesse mesmo manguezal, esse ponto destacou-se por apresentar a maior média de área foliar total em relação aos demais. Esse comportamento deve-se provavelmente ao fato dessa espécie encontrar-se inserida em um ponto de pH (7,02), salinidade (22), ser semi-sombreado, de topografia plana, favorecendo a entrada e saída frequente das águas de marés, e apresentar, nesse ponto, máximo médio teor de Mg, Ca, P, Zn e Cu, demonstrando assim, um maior aproveitamento desses nutrientes no desenvolvimento foliar.

De um modo geral, os manguezais apresentaram fortes correlações positivas entre micros e macros. A exemplo de Una do Zn com Na, Mg e Ca, já em Pardo o Mn com K e Ca, e o Zn com Na, K e Ca.

Finalmente vale ressaltar que, concentrações de nutrientes foliares diferenciados foram observadas nas duas áreas de estudo, apesar delas estarem sob as mesmas relações sinérgicas e antagônicas durante a absorção de nutrientes pela raiz (CUZZUOL; ROCHA, 2012).

Tendo em vista os aspectos foliares observados, acredita-se que, o manguezal dos rios Una e Pardo, devem apresentar desenvolvimento em sua vegetação com maior qualidade nutricional comparativamente a outros trabalhos aqui relacionados.

5.3.5 Análise de componentes principais (PCA)

Na análise de componentes principais (PCA), o comprimento das setas está relacionado com a significância da variável, enquanto que os ângulos entre elas representam as relações entre os atributos. O ângulo entre determinada seta e cada eixo de ordenação representa o grau de correlação com o eixo (ALVARENGA; DAVIDE, 1999).

Em Una (Figura 5.6) houve a formação de três fatores, com autovalores ≥ 1 , que juntos explicaram 94,42% de variância total dos dados.

Os dois (02) primeiros fatores principais (Fator 1 e Fator 2) (Figura 5.6) explicaram 75,67% de variância. O primeiro fator apresentou autovalor de 5,99 representando 46,06% de variância. O segundo fator, autovalor de 3,85 que correspondeu a 29,61% e o terceiro fator, autovalor igual a 2,44, sendo responsável por 18,74% de variância.

As variáveis consideradas fracas na composição de seus respectivos fatores estão representadas pelas setas de menores comprimentos. Considerando que o fator (01) foi o mais expressivo na análise (46,06%), pode-se assim afirmar que, as variáveis no gráfico que representam as maiores amplitudes e estão mais próximas a esse fator são as mais importantes para justificar a ordenação dos dados e o comportamento no ambiente.

Em Pardo, (Figura 5.7) houve a formação de três (03) fatores, com autovalores ≥ 1 , que juntos explicaram 93,14% de variância total dos dados.

Os dois (02) primeiros componentes principais (Fator 1 e Fator 2) (Figura 5.7) explicaram 75,74% de variância. O primeiro fator apresentou autovalor de 6,49 representando 49,96% de variância. O segundo fator, autovalor de 3,35 que correspondeu a 25,78% e o terceiro fator, autovalor igual a 2,26, sendo responsável por 17,41% de variância.

As variáveis consideradas fracas na composição de seus respectivos fatores estão representadas pelas setas de menores comprimentos. Considerando que o fator (01) foi o mais expressivo na análise (49,96%), isso indica que, as características identificadas como as mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo foram também os fatores que mais influenciaram o comportamento desse ecossistema.

5.4 CONCLUSÕES

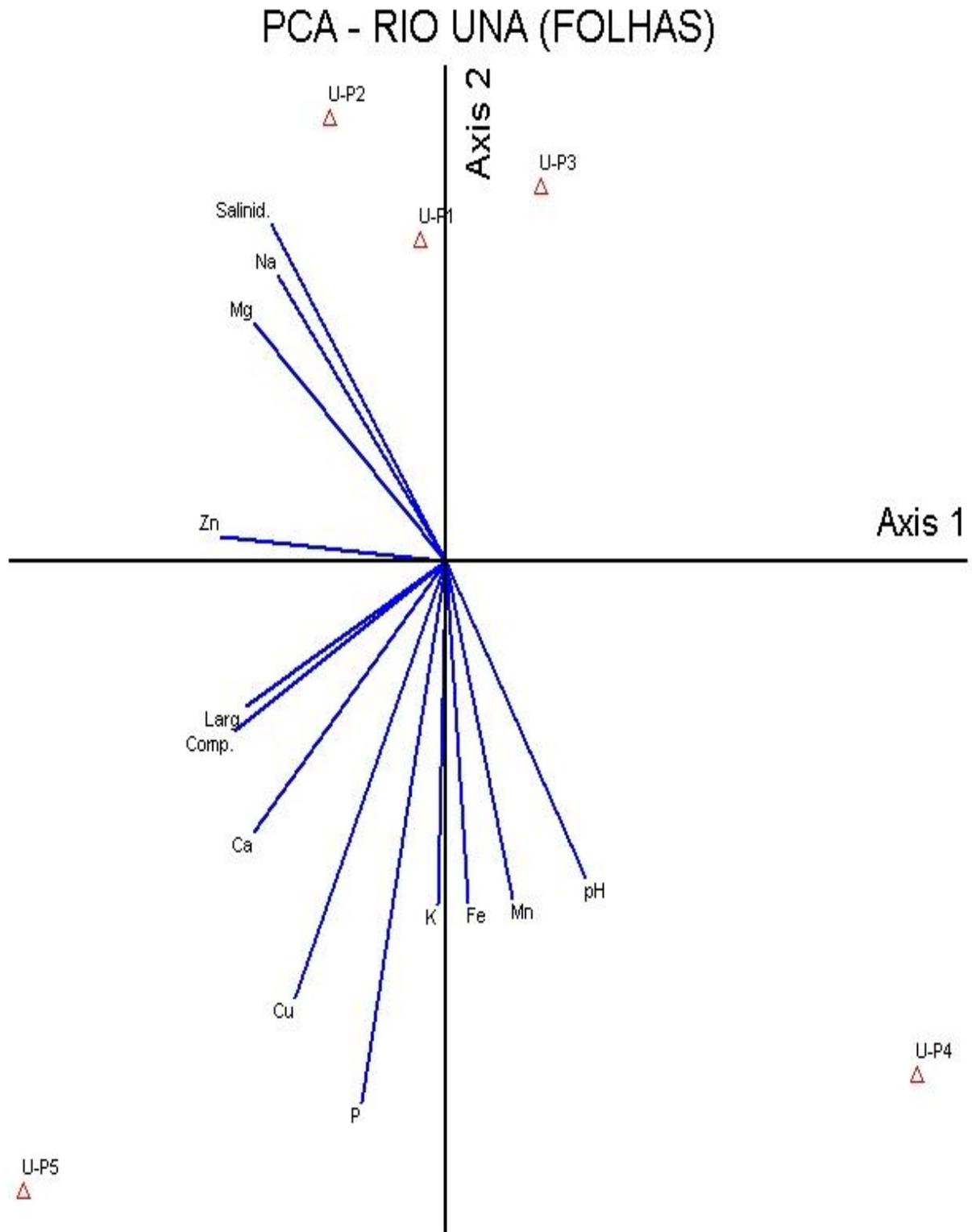
Nesta pesquisa, levando-se em conta o observado em campo no momento da coleta e, os teores dos elementos químicos determinados por amostra, as alterações morfológicas encontradas nas folhas coletadas foram causadas:

1) Por atividades naturais, desempenhadas por insetos herbívoros e/ou galhadores, sendo que, à medida que a planta sofreu herbivoria e/ou foi galhada possibilitou efeito de alterações dos tipos necrose e perfuração;

2) Por deficiência nutricional de Cu em Una, em todas as amostras, nos três primeiros pontos de coleta, provocando alterações foliares tipo bordas revolutas (viradas para baixo) ou bordas involutas (viradas para cima).

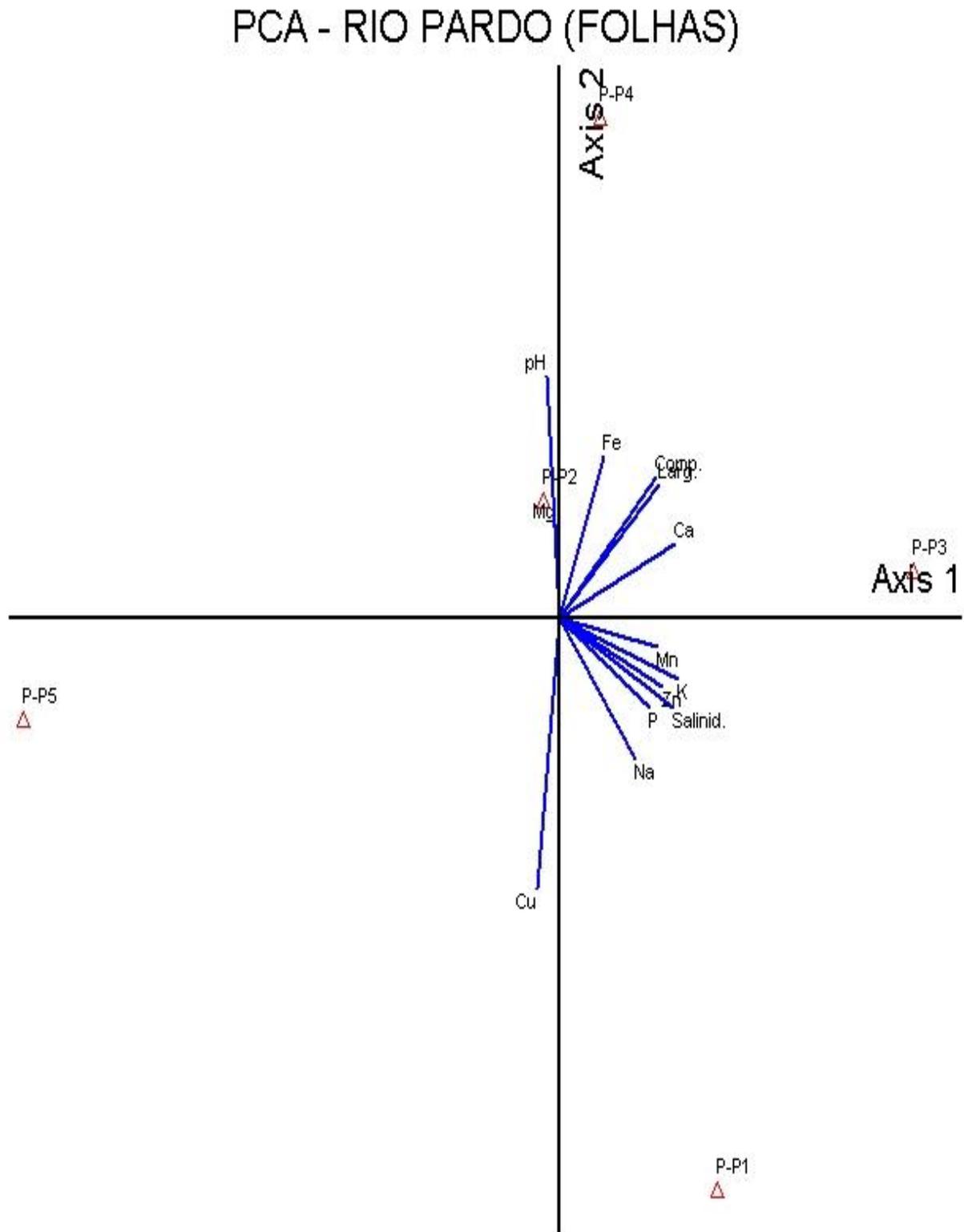
Tendo em vista os aspectos foliares, foi observado que o manguezal do rio Pardo em relação ao de Una, demonstrou um melhor equilíbrio na distribuição espacial dos nutrientes minerais aqui estudados.

Figura 5.6 – Resultado da análise de componentes principais (PCA), nas folhas do gênero *Avicennia* espécie *schaeriana*, manguezal do rio Una, município de Una/Bahia – Brasil



Elaboração: a autora.

Figura 5.7 – Resultado da análise de componentes principais (PCA), nas folhas de *Avicennia* espécie *schaueriana*, manguezal do rio Pardo, Canavieiras/Bahia – Brasil



Elaboração: a autora.

6 ASPECTOS FOLIARES EM UMA FLORESTA DE MANGUEZAL, EXTREMO SUL, BAHIA-BRASIL

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi correlacionar a concentração média dos elementos químicos Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu obtidos nas folhas, na função de nutriente mineral, com a morfologia e biometria foliar (comprimento e largura) em plantas de mangue do gênero *Avicennia*. A área de estudo foi georeferenciada e a coleta foi realizada em uma única campanha de campo. No manguezal do rio Jequitinhonha foi selecionado seis (6) pontos. Em cada ponto, foram realizadas medições de pH, salinidade e coletadas amostras de 90 folhas, a partir do 3º nó, da espécie *Avicennia germinans*. Em laboratório, foi avaliada e quantificada a presença de alterações na morfologia tais como: herbivoria, necrose, perfuração e galha e, logo depois, realizada a biometria foliar. Em seguida as amostras foram liofilizadas, trituradas e encaminhadas à digestão ácida para determinação de teor químico e tratamento estatístico. Os resultados obtidos mostraram que o pH, revelou-se ácido a levemente alcalino e salinidade média de 21. Dos seis pontos de coleta, o primeiro apresentou o maior percentual de folhas herbivoradas e totalizou a maior média de todos os tipos de alterações morfológicas, já no quinto ponto obteve-se o menor percentual de folhas herbivoradas. A relação da herbivoria com o comprimento e a largura foliar apresentou moderada correlação positiva e essa mesma correlação estabeleceu-se com a alteração do tipo galha e os nutrientes Na, K, Ca, P e Fe. Nesse estudo, houve riqueza de galha no limbo foliar na maioria dos pontos. A relação dessa variável com o comprimento, largura, K, P e Fe apresentou-se moderada e positiva, e forte positiva com o Zn e o Cu. Análises comparativas mostraram que, o comprimento e a largura foliar apresentaram forte correlação positiva com Na, Ca e P, já com Zn moderada e positiva. Nesse manguezal para os macros obteve-se: Na>K>Mg>Ca>P, já para os micros constatou-se: Fe>Mn>Zn>Cu. Dos nutrientes minerais estudados, o Ca mostrou Coeficiente de Variação (CV) geral de 39%, e somente o Cu apresentou valores abaixo do Limite de Quantificação (LQ) em diversas amostras de diversos pontos de coleta com (CV) geral de 180%, seguido do Zn com 36%. A razão média de K/Na e de Ca/Mg foi de 0,3. Não ficaram evidenciadas nesse estudo, entre micronutrientes, fortes correlações positivas, exceto o Cu com o Fe e o Cu com o Zn. De um modo geral, os nutrientes não apresentaram fortes correlações positivas entre macros e micros. Exemplo, por exceção, de Fe, Zn e Cu com o K. Houve a formação de quatro fatores com autovalores ≥ 1 que juntos explicaram 94,32% de variância total dos dados. Considerando que o primeiro fator foi o mais expressivo na análise (42,18%), pode-se afirmar que, das variáveis estudadas, Na, K, Ca, Mn e salinidade representaram as maiores amplitudes e estão mais próximas a esse fator, são as mais importantes para justificar a ordenação dos dados e o comportamento no ambiente. Em vista dos resultados apresentados, os valores médios obtidos mostraram concentrações significativas desses nutrientes minerais nas folhas, sua correlação com as alterações morfológicas e desenvolvimento foliar.

Palavras-chave: *Avicennia germinans*, biometria foliar, galha, herbivoria, nutrientes

ABSTRACT

The objective of this research was to correlate the average concentration of the Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn and Cu chemical elements obtained in leaves, mineral nutrient function, leaf morphology and biometry (length and width) in mangrove plants of the genus *Avicennia*. The study area was georeferenced and the collection was carried out in a single field campaign. In the Jequitinhonha river mangrove six (6) points were selected. At each point, measurements of pH, salinity and samples of 90 leaves were taken from the 3rd node of the species *Avicennia germinans*. In the laboratory, the presence of alterations in the morphology such as herbivory, necrosis, perforation and gall was evaluated and quantified, and foliar biometry was performed soon after. Afterwards, the samples were lyophilized, crushed and sent to acid digestion to determine chemical content and statistical treatment. The results obtained showed that pH was slightly alkaline and medium salinity was 21. From the six collection points, the first presented the highest percentage of herbivorous leaves and totaled the highest average of all types of morphological changes, already in the fifth point the lowest percentage of herbivorous leaves was obtained. The relationship of herbivory to leaf length and leaf width showed a moderate positive correlation and the same correlation was established with the change of the gall type and the nutrients Na, K, Ca, P and Fe. In this study, there was a wealth of limb leaf at most points. The relationship of this variable with length, width, K, P and Fe was moderate and positive, and strong positive with Zn and Cu. Comparative analyzes showed that leaf length and leaf width had a strong positive correlation with Na, Ca and P, with moderate and positive Zn. In this mangrove for the macros was obtained: Na>K>Mg>Ca>P, already for the micros it was verified: Fe>Mn>Zn>Cu. Of the mineral nutrients studied, Ca showed a general Coefficient of Variation (CV) of 39%, and only Cu presented values below the Limit of Quantification (LQ) in several samples from several collection points with a general (CV) of 180% followed by Zn with 36%. The mean K/Na and Ca/Mg ratio was 0.3. There were no strong positive correlations among the micronutrients, except Cu with Fe and Cu with Zn. In general, the nutrients did not present strong positive correlations between macros and micros. An exception was made for Fe, Zn and Cu with K. There were four factors with eigenvalues ≥ 1 that together explained 94.32% the total variance of the data. Considering that the first factor was the most expressive in the analysis (42.18%), it can be stated that, of the studied variables, Na, K, Ca, Mn and salinity represented the largest amplitudes and are closer to this factor, the most important to justify the ordering of the data and the behavior in the environment. In view of the presented results, the average values obtained showed significant concentrations of these mineral nutrients in the leaves, their correlation with the morphological alterations and foliar development.

Key-words: *Avicennia germinans*, leaf biometry, gall, herbivory, nutrients

6.1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema de ecótono entre o ambiente marinho e terrestre com desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais entre as latitudes de 30° N e 30° S (FELLER et al., 2010; GIRI et al., 2011).

No Brasil zonas de manguezal estão distribuídas a partir da região Norte, no Estado do Pará, até a região Sul, no Estado de Santa Catarina (KJERFVE; LACERDA, 1993).

Os bosques de mangue são formados por espécies vegetais lenhosas típicas as quais desenvolveram adaptações para fixação em sedimento não consolidado (ESPINOSA; FLORES, 2011)

O desenvolvimento e a distribuição espacial dessa vegetação podem ser influenciados por alguns parâmetros, tais como a salinidade e o pH da água intersticial do sedimento. Também os nutrientes (macro e micro), ocupam papel de destaque nessa dinâmica. Variações desse conjunto de fatores podem ocasionar alterações morfológicas e fisiológicas (tanto na altura de plantas como no tamanho de folhas), adaptações no ambiente, modificação nos níveis de tolerância de espécies vegetais e alterações nos padrões geoquímicos e sedimentológicos desse ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986; MARCHAND et al., 2004).

O manguezal forma um conjunto florestal aberto que importa e exporta matéria orgânica sendo caracterizado por altos índices de produção primária (DUARTE; CEBRIÁN, 1996). Juntamente com a distribuição da vegetação surgiram os insetos herbívoros, galhadores e ovopositores os quais estabeleceram relações complexas ao longo de suas histórias evolutivas, desde as adaptações até as relações tróficas (SCHOONHOVEN et al., 2005).

Em florestas de manguezal as folhas das espécies arbóreas servem de alimento para os herbívoros (SKOV; HARTNOLL, 2002). Segundo Cannicci et al. (2008), a herbivoria envolve o desempenho da planta e o funcionamento do ecossistema e é uma atividade que pode ser vista como um processo de ciclagem de nutrientes e como um impacto positivo sobre os manguezais.

Segundo Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001), habitats distintos apresentam diferentes disponibilidades de recursos para os insetos galhadores. Estas disponibilidades incluem variações nas qualidades intrínsecas das plantas hospedeiras, dos habitats e das frequências de distúrbios.

Os ciclos de nutrientes nos ecossistemas terrestres e aquáticos resultam de reações químicas e bioquímicas semelhantes, expressas em ambientes físicos e químicos diferentes. O intemperismo da rocha e a consequente liberação de novos nutrientes acontecem lentamente, se comparado com a assimilação destes elementos pelo solo e pelas plantas. Portanto, a produtividade da vegetação depende da regeneração dos nutrientes da serapilheira e de outros detritos orgânicos (ODUM; BARRET, 2014).

Um ambiente sujeito a entradas de águas salobras através das marés. Dispõe de matéria orgânica proveniente da decomposição de vegetais e detritos de várias origens, sendo as folhas a responsável pela formação da parte aérea e, portanto oferece a maior contribuição para ciclagem de nutrientes (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

Considerando que, tanto os macronutrientes como os micronutrientes são distribuídos de maneira não uniforme entre as plantas, ou mesmo dentro de uma mesma planta, os insetos herbívoros são diferentemente adaptados a explorar as plantas hospedeiras, onde apenas uma parte do recurso disponível é geralmente utilizada como alimento (STRAUSS; ZANGERL, 2002).

Finalmente, conforme Moreira et al. (1999), concentrações médias de nutrientes em folhas parecem estar relacionadas ao antagonismo recíproco entre os cátions, bem como a variação sazonal que influencia diretamente as concentrações foliares de nutrientes.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar a concentração média dos elementos químicos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Z, e Cu) na função de nutrientes minerais considerados pela literatura como macros ou micronutrientes em folhas, avaliando o estado nutricional, a fim de associá-los aos parâmetros pH e salinidade bem como a integridade foliar e a biometria (comprimento e largura) da espécie *Avicennia germinans* no manguezal do estuário do rio Jequitinhonha, município de Belmonte.

6.1.1 Área de estudo

A área de estudo (Figura 6.1) está localizada na região Extremo Sul do Estado da Bahia, compreendendo o baixo curso rio Jequitinhonha, que banha o município de Belmonte.

6.2.2 Armazenamento das amostras

No ato da coleta, cada amostra foi imediatamente acondicionada em saco de polietileno transparente, de primeiro uso, previamente identificado com etiqueta e lacrado com fita adesiva. Em seguida, as amostras foram armazenadas e mantidas sob refrigeração em caixa térmica com gelo (temperatura de aproximadamente +4°C), até a chegada ao Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO), NEA/IGEO/UFBA, onde foram mantidas congeladas em freezer até posteriores análises laboratoriais.

6.2.3 Desenvolvimento de análises morfológicas e biométricas das folhas

Para as análises, de cada folha coletada, foi feita avaliação visual da integridade morfológica observando-se as características externas do limbo, e quantificando quanto à presença de alterações dos tipos: herbivoria, necrose, perfuração e galha. Foram realizadas também medidas biométricas (comprimento e largura), em centímetros, com auxílio de um paquímetro manual digital de aço inoxidável com precisão de 0,01 mm. Todos os dados obtidos foram anotados em formulário pré-definido.

6.2.4 Determinações analíticas

Para as determinações analíticas dos nutrientes minerais nas folhas, esses vegetais foram liofilizados e triturados em liquidificador, por três minutos, para obtenção de partículas menores e homogêneas (correspondentes à fração <2 mm), conforme metodologia utilizada por Rodrigues et al. (2003) e adaptada para o material coletado neste trabalho.

Para o processo de digestão ácida das amostras de folhas utilizou-se o método EPA – 3052. A programação analítica do forno micro-ondas seguiu a descrita no manual do equipamento, marca Provecto, modelo DGT - 100 plus, adaptada para as amostras obtidas neste estudo.

O controle de qualidade foi realizado através de triplicata de 30% das amostras, além da utilização da prova em branco e do material de referência certificado internacional “NIST 1515” fornecido pelo *Nacional Institute of Standards*

and Tecnology, Apple Leaves - 1515. Esse material de referência certificado foi empregado para confirmação da precisão e exatidão do método usado no tratamento das amostras.

A recuperação para o NIST em todas as amostras atingiu de 86 a 96%, sendo considerada satisfatória. Foram quantificados os elementos (Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu), utilizando-se a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), marca Agilent Technologies 700 series ICP OES.

6.2.5 Realização de tratamento estatístico

Os resultados obtidos foram armazenados em banco de dados utilizando-se o programa Microsoft® Excel 7.0 e transportados para o aplicativo estatístico R, v. 3.1, onde foram desenvolvidos os cálculos para as análises estatísticas. O nível de significância adotado foi de 5% para todas as análises realizadas.

Para interpretação do coeficiente de Pearson, utilizou-se como parâmetro a metodologia desenvolvida por Shimakura (2006), que estabelece um sistema de classificação para esse coeficiente, atribuindo um valor qualitativo aos valores numéricos do coeficiente encontrado. A qual foi adaptada para este trabalho, com o seguinte critério qualitativo:

$0,7 \leq r \leq 1,0$ – correlação forte;

$0,3 \leq r < 0,7$ – correlação moderada;

$0,1 \leq r < 0,4$ – correlação fraca;

$r = 0,0$ – correlação nula.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada com auxílio do software PC-ORD6 (Multivariate Analysis of Ecological Data, Oregon, U.S.A) para verificar possíveis agrupamentos e/ou gradientes de variação funcional da espécie em estudo.

As variáveis submetidas à análise estatística (pH, salinidade, comprimento, largura e os nutrientes minerais: Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu) resultaram em autovalores e porcentagem de variância.

Foi considerado nesse estudo, o valor mínimo dos autovalores para a formação dos componentes principais ≥ 1 .

O processamento e a integração dos dados foram realizados de modo a subsidiar a interpretação dos processos biogeoquímicos atuantes na área em estudo.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área total amostrada do manguezal de Jequitinhonha, foram estudadas plantas de mangue da espécie *germinans*, pertencente ao gênero *Avicennia*.

6.3.1 Parâmetros físicos

Os resultados de pH e salinidade da água intersticial intrínseca ao compartimento, em diferentes pontos de coleta, nesse manguezal, estão expostos na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Resultados obtidos (Mínimo, Máximo, Média, s (\pm) e Coeficiente de Variação (CV)) das variáveis físicas pH e salinidade das águas intersticiais associado ao estuário do manguezal do rio Jequitinhonha, região Extremo Sul do Estado da Bahia/Brasil

Rio Jequitinhonha		
Ponto	pH	Salinidade
1	6,71	22
2	7,11	32
3	6,87	20
4	5,45	22
5	6,58	23
6	6,81	5
Mínimo	5,45	5
Máximo	7,11	32
Média	6,59	21
s (\pm)	0,59	8,76
CV (%)	9%	42%

Fonte: Autora, 2015

O pH da água intersticial do sedimento mostrou-se ácido a levemente alcalino, variando de 5,45 em P4 a 7,11 em P2 com valor médio de 6,59. Estudos realizados por Feller et al. (2007), em dois locais, obtiveram 6,40 e 6,80, valores médios similares ao deste estudo. Por fim, o ponto P4 pode ser classificado como ácido e, os demais como levemente ácidos a levemente alcalino.

O intervalo de pH, obtido, nessa floresta, apresentou valores similares aos encontrados por Cuzzuol e Campos (2001) que variou de 6,5 a 7,7 e, aos de Bernini et al. (2006) de levemente ácido a neutro. Esses autores também afirmam que, o pH tem sido apontado como possível contribuinte de zonação. No entanto, Odum (1988), afirma ser uma medida extremamente variável, sujeita às variações de

marés, não determinando a ocorrência de agrupamentos vegetais, ficando, portanto, a posição relativa de espécies vegetais dependente de outros fatores, como salinidade e, a composição mineralógica do sedimento.

Vale ratificar que, o intervalo de pH obtido está dentro da faixa indicado na literatura. Tais condições demonstram possivelmente a influência de águas marinhas que chegam até os manguezais.

Por fim, devido a sua pouca amplitude, (1,7 unidades de pH), essa variável demonstrou um comportamento conservativo.

A salinidade da água intersticial obtida variou de cinco (5) em P6 a 32 em P2 com média de 21 e uma amplitude de 27 unidades de salinidade. O segundo ponto apresentou valor de transição de água salobra para água salina, enquanto que em P6 o valor apresentado foi de transição de água salobra para água doce. Os demais pontos apresentaram valores estabelecidos como água salobra. Bernini et al. (2006), no estuário do rio São Mateus (Espírito Santo), encontrou variação de 9 a 34 de salinidade. Valores esses similares ao do presente estudo.

Vale informar que, nesse estudo, essa variável apresentou com o Na forte correlação positiva. Corroborando com Hadlich et al. (2010) que, períodos sazonais influenciam no gradiente de salinidade e nas concentrações de Na, tornando-se mais elevados com déficit hídrico.

Esse gênero é reconhecido como aquele que tolera salinidade intersticial muito alta (GARCIA et al., 2007; HOGARTH, 2015). Característica essa, que permite eleger a *Avicennia* como um bom indicador ambiental, em função de apresentar uma boa resistência a uma ampla gama de condições fitofisiográficas e, uma elevada plasticidade (MADI, 2013; GARCIA et al., 2014).

Vale salientar que, a espécie *A. germinans*, se desenvolve também em baixa salinidade, observado em campo no ponto P6 com salinidade cinco (5), principalmente próximos a água fresca. Podendo-se assim inferir, e já tendo sido referenciada por diversos autores, que essa espécie pode ser considerada uma halófita facultativa, ou seja, não necessita de ambiente salino para sobreviver, contudo possui a capacidade de tolerar concentrações elevadas de sais. Na opinião de Suárez e Medina (2005), essa espécie cresce bem sem a adição de sal, provavelmente porque usa o K em vez de Na, como osmótico inorgânico.

Trabalhos desenvolvidos por Cuzzuol e Campos (2001), Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001), Silva et al. (2005), Bernini e Rezende (2010) e Petri et al. (2011), verificaram que a espécie *A. germinans*, predominou em áreas de menor influência salina.

A literatura informa que o Coeficiente de Variação (CV) fornece a variação dos dados obtidos em relação à média. Quanto menor for o seu valor, mais homogêneos são os dados.

De um modo geral, a salinidade apresentou variabilidade significativa por apresentar CV acima de 20%, o que normalmente ocorre em regiões de manguezal, podendo-se inferir que, essa variável pode ser referenciada como dependente das condições climáticas dominantes no período de amostragem e da amplitude da maré.

6.3.2 Morfologia foliar

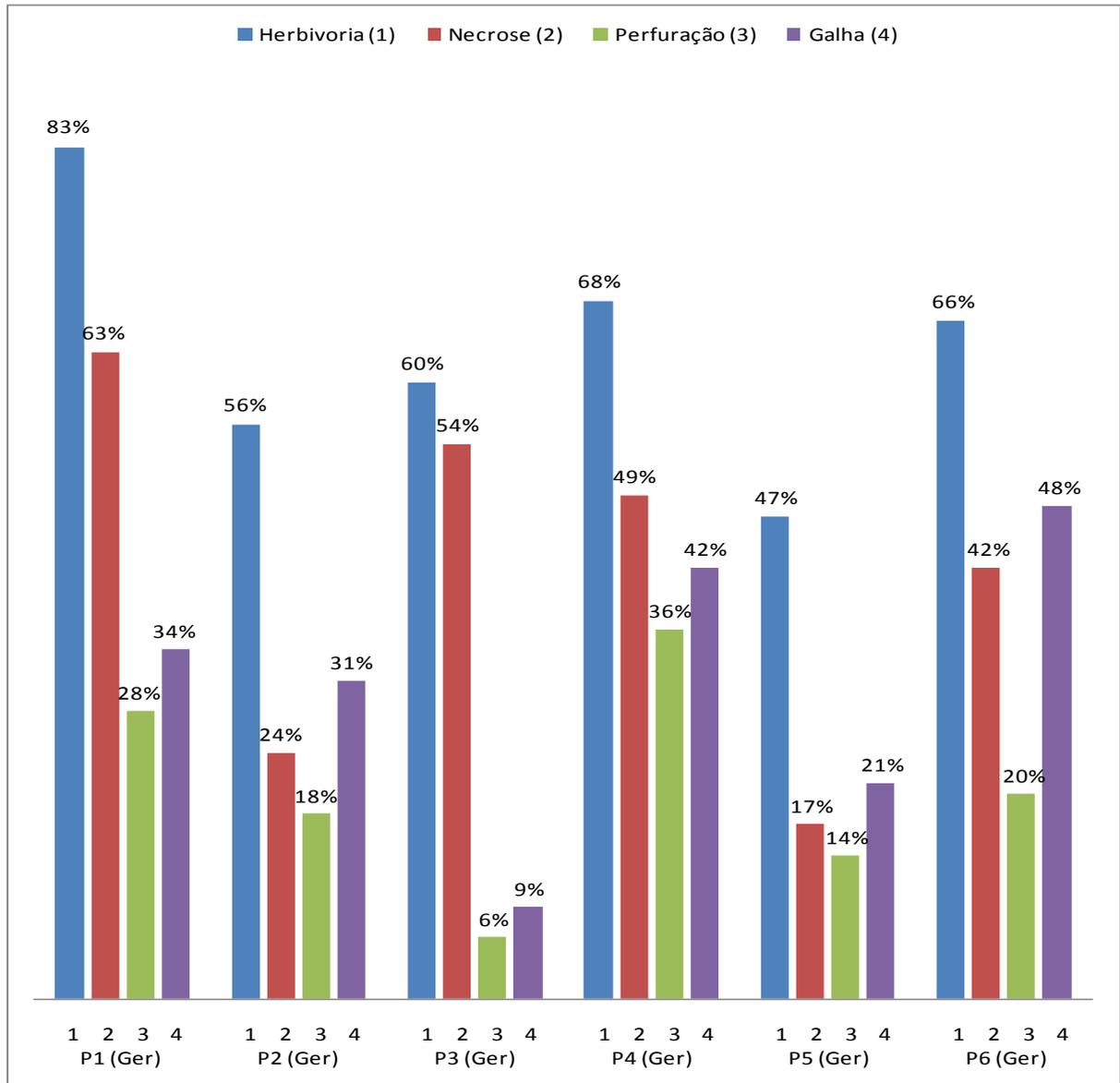
Em Jequitinhonha a *A. germinans* mostrou em suas folhas coletadas, em todos os pontos, alterações dos tipos: herbivoria, necrose, perfuração e galha (Figura 6.2).

A herbivoria esteve presente em grande parte das folhas coletadas. Pode-se ressaltar que, nesse manguezal, as maiores predominâncias encontradas foram folhas dos tipos lanceoladas ou oblongas com base aguda e ápice de agudo a obtuso.

Vale ressaltar que, o ponto de coleta P1 apresentou o maior percentual de folhas herbivoradas, já P5 obteve o menor percentual desse tipo de alteração morfológica.

A relação dessa variável com o comprimento e a largura foliar apresentou-se moderada (0,4 a 0,6), e essa mesma correlação estabeleceu-se com a alteração do tipo galha e os nutrientes minerais Na, K, Ca, P e Fe. Essas alterações morfológicas possuem relação direta com as taxas de nutrientes presentes nas folhas (ERICKSON et al., 2004; MENDONÇA, 2006).

Figura 6.2 – Percentual de alterações morfológicas verificadas nas folhas de *Avicennia germinans* (Ger) amostradas em diferentes pontos, manguezal do estuário do rio Jequitinhonha, Belmonte/BA



Elaboração: a autora.

Vale ressaltar que, o ponto P1 apresentou salinidade 22 e o máximo médio teor de Ca ($2,85 \text{ g kg}^{-1}$) e de P ($1,49 \text{ g kg}^{-1}$), apresentando provavelmente, condição ambiental natural favorável à herbivoria. No ponto de vista de Neveu (2013), as maiores taxas de ataques por herbívoros dão-se em zonas de média a baixa salinidade.

Observado em campo, período chuvoso, um aumento de herbivoria nas folhas da espécie em estudo. Estudos realizados por Garcia et al. (2014) na mesma região, em condições climáticas semelhantes, também constataram um maior percentual de folhas herbivoradas.

Observações essas, também ratificadas por Silva et al. (2011) que presenciaram grande abundância de insetos no período chuvoso, para as diferentes ordens, mostrando um pico de atividade imediatamente após as primeiras chuvas, e por Araújo e Santos (2009) onde verificaram maior abundância de galha no período chuvoso que coincide com o brotamento da planta hospedeira.

Outro fato importante é que P1 totalizou a maior média de todos os tipos de alterações morfológicas com 52% seguido de P4 com 49%, de P6 com 44%, dos pontos P2 e P3 com 32% e finalmente de P5 com 25%. Podendo-se assim inferir que, P1, dentre outros fatores como pH e salinidade, apresentou combinação certa de temperatura, luz e umidade.

Vale informar, observado em campo no momento da coleta, que P1, P4 e P6 possuem características próprias que permitem a penetração de luz solar, e destacaram-se apresentando 83, 68 e 66% de folhas herbivoradas. De acordo com Sagers (1992), espécies que crescem em ambientes com alta incidência luminosa apresentam um maior grau de herbivoria do que aquelas que crescem em ambientes sombreados.

Nesses mesmos pontos de coleta supracitados, de vegetação mais aberta, foram constatados também maiores ocorrências de folhas com galha do que em outros com a vegetação mais fechada. Para Ribeiro e Basset (2007), folhas de dossel são mais esclerófilas e com isso provavelmente menos atacadas por insetos herbívoros. Podendo-se assim, sugerir que, nesses pontos, a maior incidência de luz, associada à disponibilidade de nutrientes minerais nas folhas, criou um ambiente propício para a prática de herbivoria e a formação de galha.

Foi também observado em laboratório que algumas das folhas coletadas, de diversos pontos de coleta, apresentaram-se esclerófilas (coriáceas) e estavam raspadas na parte abaxial (inferior), sendo herbivoradas por insetos de hábito alimentar do tipo raspador. Esse tipo de inseto, dentre os que têm preferência pela espécie *A. germinans*, raspa parte da lâmina foliar na parte abaxial deixando somente a cutícula adaxial que, após alguns dias, necrosa evoluindo para perfuração.

Vale dizer que, em todos os pontos de coleta (Figura 6.2), o percentual de folhas com perfuração foi sempre inferior ao percentual dos outros tipos de alterações morfológicas.

Neste estudo, houve riqueza de galha no limbo foliar em diversos pontos de coleta, exceto em P3 onde foi registrado o menor percentual de 9%. A relação dessa variável com comprimento, largura e os nutrientes K, P e Fe foi moderada, já com os micros Zn e Cu forte e positiva.

Do ponto de vista de Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001), ao mesmo tempo, a luz, a umidade e os distúrbios locais podem influenciar a herbivoria e a ação, nessas plantas hospedeiras, por insetos galhadores. Em conjunto, essas variáveis irão determinar quais espécies e a frequência com que esses insetos ocuparão um habitat qualquer.

Dado o exposto, sugere-se que, em parte já referenciada por autores como Cornell (1983), Coley et al. (1985) e Fernandes e Peria (1995), plantas com altas concentrações de compostos secundários, alto grau de esclerofilia nas folhas e boa taxa de crescimento são determinantes para a herbivoria e a formação de galha. Podendo-se sugerir que, folhas esclerófilas, de cutícula espessa, podem oferecer maior estabilidade, e proteção aos insetos indutores de galha, principalmente em relação aos ventos.

Por fim, comportamentos morfológicos com presença significativa de herbivoria e de galha, em folhas de mangue, corroboram com os estudos realizados por Praxedes et al. (1996) e Cunha (2007), em *A. germinans*, onde afirmam que, essa espécie, entre outras, apresentou as maiores taxas de herbivoria e o maior número de galha na lâmina foliar. Vale dizer finalmente que, tanto os insetos consumidores como os indutores de galha, demonstram seletividade distinta na escolha de seus hospedeiros.

Finalmente, vale salientar que, não foi observado em campo ocorrência de plântulas de forma expressiva, da espécie em estudo no interior do manguezal, mas sim, o surgimento do fenômeno chamado colonização de plântulas, formando um mini-bosque mono-específico margeando e delimitando a largura do rio.

6.3.3 Biometria foliar

Os testes de comparação de médias realizados entre os pontos pesquisados e dentro de cada ponto das folhas têm seus resultados apresentados na Tabela 6.2 e Figura 6.3.

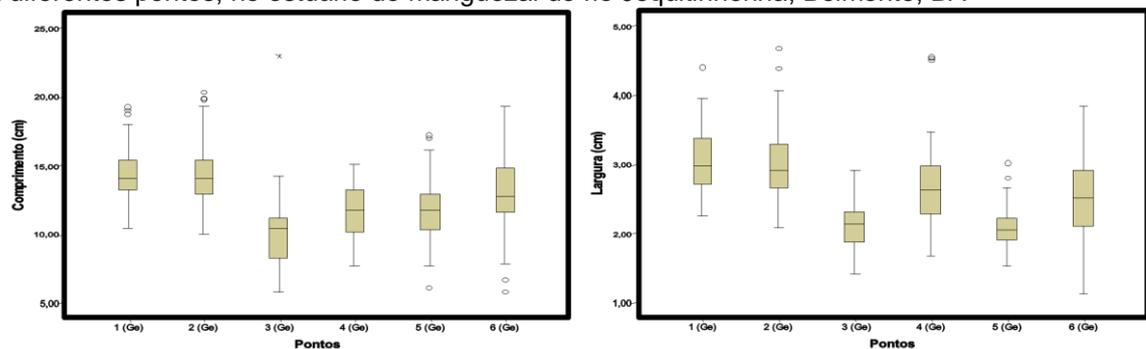
Tabela 6.2 – Medidas biométricas em centímetros (média ± desvio padrão) das folhas de *Avicennia germinans*, por ponto de coleta, manguezal do estuário do rio Jequitinhonha, Belmonte/BA

Ponto	Árvore	Comprimento	Largura
P1	Média	14,32 ± 1,75 b	3,07 ± 0,44 A ^T
	A1	14,02 ± 1,92 a	3,35 ± 0,40 a
	A2	14,47 ± 1,82 a	2,98 ± 0,44 b
	A3	14,48 ± 1,50 a	2,87 ± 0,33 b
P2	Média	14,52 ± 2,39 B ^K	2,98 ± 0,49 B ^K
	A1	13,82 ± 1,86 a	2,76 ± 0,37 a
	A2	16,74 ± 2,13 b	2,98 ± 0,37 ab
	A3	13,00 ± 1,21 c	3,20 ± 0,60 b
P3	Média	10,12 ± 2,41 B ^K	2,13 ± 0,30 B ^K
	A1	9,63 ± 1,29 a	2,04 ± 0,24 a
	A2	11,40 ± 1,50 b	2,06 ± 0,23 a
	A3	9,32 ± 3,37 a	2,28 ± 0,36 b
P4	Média	11,63 ± 1,75 a	2,66 ± 0,52 a
	A1	11,71 ± 1,65 a	2,68 ± 0,53 a
	A2	11,58 ± 1,88 a	2,69 ± 0,53 a
	A3	11,59 ± 1,76 a	2,62 ± 0,52 a
P5	Média	11,69 ± 2,19 B ^K	2,05 ± 0,29 A ^T
	A1	12,54 ± 2,18 a	1,93 ± 0,18 a
	A2	12,22 ± 1,71 a	1,93 ± 0,22 a
	A3	10,30 ± 1,99 b	2,30 ± 0,28 b
P6	Média	12,82 ± 2,57 B ^K	2,47 ± 0,66 B ^K
	A1	13,76 ± 1,96 a	2,94 ± 0,47 a
	A2	12,87 ± 2,18 ab	1,78 ± 0,42 b
	A3	11,84 ± 3,12 b	2,70 ± 0,39 c

Elaboração: a autora.

Nota: Nas médias dos pontos a letra “A” indica a utilização da ANOVA e “B” indica a utilização do teste não paramétrico Kruskal-Wallis para comparação de médias. Letras minúsculas indicam que não há diferenças significativas entre as médias das variáveis avaliadas. Letras maiúsculas indicam que há diferença com 5% de probabilidade pelos testes de comparações múltiplas Kruskal-Wallis^K e Tukey^T. As médias das árvores seguidas de letras distintas diferem significativamente

Figura 6.3 – *Boxplots* das medidas biométricas foliares da espécie *Avicennia germinans* amostradas, em diferentes pontos, no estuário do manguezal do rio Jequitinhonha, Belmonte, BA



Elaboração: a autora.

Dos seis pontos analisados, quatro possuíram diferenças significativas entre as médias do comprimento dentro de cada ponto. Em relação à largura, as médias

não apresentaram diferenças entre as árvores dentro do ponto P4. Esse ponto foi um dos que não apresentou diferença significativa para o comprimento, juntamente com o ponto de coleta P1.

O comprimento médio das folhas variou de 10,12 cm em P3 a 14,52 cm em P2, já para a largura de 2,05 cm em P5 a 3,07 cm em P1. Demonstrando assim que, em P2 obteve-se o maior comprimento médio e em P1 a maior largura média foliar.

Como resultado obtido, vale salientar que, o comprimento foliar apresentou forte correlação com Na, Ca e P, e moderada com o Zn. Em Jequitinhonha, a média geral do comprimento (12,52 cm) e da largura foliar (2,56 cm) foram inferiores às obtidas por Gonçalves-Alvim et al. (2001) nos manguezais de Axixá (14,04; 5,33) cm, Rosário (12,67; 5,64) cm e Iguaíba (13,13; 4,84) cm no Maranhão, nordeste do Brasil e, por Martins et al. (2007) em área de controle (ÁREA 1) (13,00; 3,26) cm, no manguezal do estuário do rio Itabopoana. Corroborado com Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) que, a análise da biometria das folhas também tem sido usada como indicadora de qualidade ambiental, pois a redução da superfície foliar sugere uma alteração no seu desenvolvimento.

Na floresta de Jequitinhonha, a razão foliar comprimento/largura (C/L) foi a maior, comparada às três áreas pesquisadas por Gonçalves-Alvim et al. (2001) e, à de Martins et al. (2007) para a ÁREA 1. Estudos realizados por Medina et al. (2001) sugeriram que, menores valores para a razão C/L poderiam estar relacionados com o acúmulo de sal no tecido foliar. Podendo-se inferir que, no manguezal em estudo em relação aos citados, obteve-se menor média de salinidade.

6.3.4 Nutrientes minerais

Os resultados médios dos teores dos nutrientes avaliados neste trabalho estão plotados na Tabela 6.3 em que, os macros estão expressos em (g kg^{-1}) e os micros aparecem numa escala 1.000 vezes menor, ou seja, em (mg kg^{-1}), conforme (SORREANO et al., 2012).

Tabela 6.3 – Concentração média de nutrientes minerais, por ponto de coleta, determinados em folhas da espécie *A. germinans*, estuário do manguezal do rio Jequitinhonha, Belmonte, Bahia/Brasil

	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹)						
	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	K/Na	Ca/Mg	
P1	P1A1	22,56	6,50	4,99	3,35	1,66	153,57	51,73	11,57	4,00	0,22	0,52
	P1A2	13,40	5,50	6,14	2,59	1,55	41,26	33,69	7,39	1,71	0,46	0,47
	P1A3	16,94	7,40	2,51	2,62	1,25	108,42	30,35	4,98	0,92	0,15	0,35
Mínimo	13,40	5,50	2,51	2,59	1,25	41,26	30,35	4,98	0,92	0,15	0,35	
Máximo	22,56	7,40	6,14	3,35	1,66	153,57	51,73	11,57	4,00	0,46	0,52	
Média	17,64	6,47	4,54	2,85	1,49	101,09	38,59	7,98	2,21	0,28	0,45	
s (±)	4,62	0,95	1,85	0,43	0,21	56,51	11,50	3,33	1,60	0,16	0,08	
Coef. variação	26%	15%	41%	15%	14%	56%	30%	42%	72%	59%	19%	
P2	P2A1	18,50	6,85	4,14	2,70	1,40	57,94	99,40	9,77	0,20	0,22	0,39
	P2A2	18,65	6,55	3,65	1,74	1,29	65,80	75,32	9,32	<LQ	0,20	0,27
	P2A3	20,22	9,64	2,90	2,74	1,24	67,03	119,30	10,45	0,64	0,14	0,28
Mínimo	18,50	6,55	2,90	1,74	1,24	57,94	75,32	9,32	<LQ	0,14	0,27	
Máximo	20,22	9,64	4,14	2,74	1,40	67,03	119,30	10,45	0,64	0,22	0,39	
Média	19,12	7,68	3,56	2,39	1,31	63,59	98,00	9,85	0,28	0,19	0,31	
s (±)	0,95	1,70	0,62	0,57	0,08	4,93	22,02	0,57	0,31	0,04	0,07	
Coef. variação	5%	22%	17%	24%	6%	8%	22%	6%	112%	22%	22%	
P3	P3A1	15,33	8,03	4,20	1,03	0,73	49,04	38,06	4,73	<LQ	0,27	0,13
	P3A2	11,63	9,55	5,37	1,03	0,73	77,00	70,21	6,89	1,38	0,46	0,11
	P3A3	12,99	8,41	5,68	1,19	0,77	111,55	148,70	6,26	0,32	0,44	0,14
Mínimo	11,63	8,03	4,20	1,03	0,73	49,04	38,06	4,73	<LQ	0,27	0,11	
Máximo	15,33	9,55	5,68	1,19	0,77	111,55	148,70	6,89	1,38	0,46	0,14	
Média	13,31	8,66	5,08	1,08	0,74	79,20	85,66	5,96	0,57	0,39	0,13	
s (±)	1,87	0,79	0,78	0,09	0,02	31,31	56,91	1,11	0,75	0,10	0,02	
Coef. variação	14%	9%	15%	9%	3%	40%	66%	19%	131%	26%	13%	
P4	P4A1	11,77	6,40	7,48	1,22	0,76	57,57	21,87	12,21	6,54	0,64	0,19
	P4A2	20,88	5,44	4,99	2,56	1,59	101,90	33,71	9,19	2,33	0,24	0,47
	P4A3	18,78	8,65	2,85	2,01	1,57	59,11	98,53	6,39	<LQ	0,15	0,23
Mínimo	11,77	5,44	2,85	1,22	0,76	57,57	21,87	6,39	<LQ	0,15	0,19	
Máximo	20,88	8,65	7,48	2,56	1,59	101,90	98,53	12,21	6,54	0,64	0,47	
Média	17,14	6,83	5,11	1,93	1,31	72,86	51,37	9,26	2,96	0,34	0,30	
s (±)	4,77	1,65	2,32	0,67	0,47	25,16	41,27	2,91	2,98	0,26	0,15	
Coef. variação	28%	24%	45%	35%	36%	35%	80%	31%	101%	75%	51%	
P5	P5A1	14,78	3,96	2,70	1,45	0,91	47,42	64,11	5,83	<LQ	0,18	0,37
	P5A2	13,09	6,15	2,37	1,77	0,95	72,07	113,78	5,16	<LQ	0,18	0,29
	P5A3	13,31	6,42	3,37	1,63	0,75	102,35	89,62	4,58	0,60	0,25	0,25
Mínimo	13,09	3,96	2,37	1,45	0,75	47,42	64,11	4,58	<LQ	0,18	0,25	
Máximo	14,78	6,42	3,37	1,77	0,95	102,35	113,78	5,83	0,60	0,25	0,37	
Média	13,72	5,51	2,81	1,62	0,87	73,95	89,17	5,19	0,21	0,21	0,30	
s (±)	0,92	1,35	0,51	0,16	0,11	27,51	24,83	0,63	---	0,04	0,06	
Coef. variação	7%	25%	18%	10%	12%	37%	28%	12%	---	20%	19%	
P6	P6A1	14,08	6,87	7,52	1,24	0,91	132,40	165,25	16,80	24,57	0,53	0,18
	P6A2	13,32	5,24	7,27	0,89	1,06	88,12	73,04	10,05	19,06	0,55	0,17
	P6A3	13,47	6,67	7,52	1,13	0,98	129,88	79,05	15,04	20,10	0,56	0,17
Mínimo	13,32	5,24	7,27	0,89	0,91	88,12	73,04	10,05	19,06	0,53	0,17	
Máximo	14,08	6,87	7,52	1,24	1,06	132,40	165,25	16,80	24,57	0,56	0,18	
Média	13,62	6,26	7,44	1,09	0,98	116,80	105,78	13,96	21,25	0,55	0,17	
s (±)	0,40	0,89	0,15	0,18	0,08	24,87	51,59	3,50	2,93	0,01	0,01	
Coef. variação	3%	14%	2%	16%	8%	21%	49%	25%	14%	2%	3%	
Mín. médio	13,31	5,51	2,81	1,08	0,74	63,59	38,59	5,19	0,21	0,19	0,13	
Máx. médio	19,12	8,66	7,44	2,85	1,49	116,80	105,78	13,96	21,25	0,55	0,45	
Média geral	15,76	6,90	4,76	1,83	1,12	84,58	78,10	8,70	4,58	0,32	0,28	
s (±) médio	2,51	1,12	1,59	0,71	0,30	20,15	26,90	3,15	8,24	---	---	
Coef. variação	16%	16%	33%	39%	27%	24%	34%	36%	180%	---	---	

Fonte: Autora, 2015

Legenda: P – Ponto de coleta; A – Amostra do ponto de coleta; LQ – Limite de Quantificação

As variáveis deste estudo foram submetidas à matriz de correlação de Pearson (Tabela 6.4), com o objetivo de obter uma indicação da força da relação linear entre as variáveis. Através de interpretação do coeficiente obtido foi possível estabelecer qualitativamente o grau de associação entre duas características a partir de uma série de observações.

Tabela 6.4 – Matriz da correlação de Pearson entre: parâmetros físicos, morfologia, biometria e nutrientes minerais em folhas de *Avicennia germinans*, manguezal do rio Jequitinhonha, Bahia/Brasil

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	
pH	1															
Salinid.	0,0	1														
Herbiv.	-0,2	-0,2	1													
Galha	-0,4	-0,4	0,4	1												
Comp.	0,3	0,3	0,4	0,5	1											
Larg.	0,0	0,3	0,6	0,5	0,9	1										
Na	-0,1	0,7	0,4	0,3	0,7	0,9	1									
Mg	0,2	0,3	0,0	-0,5	-0,3	0,0	0,1	1								
K	-0,1	-0,9	0,4	0,5	-0,1	0,0	-0,3	0,1	1							
Ca	-0,0	0,6	0,5	0,2	0,8	0,8	0,9	-0,1	-0,5	1						
P	-0,2	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	-0,2	-0,1	0,9	1					
Fe	0,2	-0,9	0,6	0,5	0,2	0,1	-0,4	-0,3	0,8	-0,2	0,0	1				
Mn	0,6	-0,2	-0,7	-0,1	-0,1	-0,5	-0,4	0,1	0,1	-0,6	-0,6	0,0	1			
Zn	0,0	-0,6	0,3	0,8	0,4	0,4	0,1	-0,1	0,8	-0,1	0,3	0,6	0,3	1		
Cu	0,1	-0,9	0,2	0,7	0,1	0,0	-0,4	-0,3	0,9	-0,5	-0,2	0,8	0,4	0,8	1	

Elaboração: a autora.

Neste manguezal, a média dos macros nos cinco primeiros pontos apresentou o seguinte perfil nutricional: Na>Mg>K>Ca>P, exceto em P6, onde obteve-se: Na>K>Mg>Ca>P, apresentando, entre os nutrientes, variação intra-específica. A composição de nutrientes em folhas parece refletir as condições ambientais (LACERDA et al., 1988; ODUM, 1988; MOREIRA et al., 1999).

Dos nutrientes minerais estudados, somente o Cu apresentou valores abaixo do limite de quantificação (LQ) do ICP OES em diversas amostras nos pontos de coleta P2, P3, P4 e P5. Os demais nutrientes tiveram os valores computados em todas as amostras.

A ordem geral de concentração média dos macros nas folhas avaliadas apresentou-se da seguinte forma: Na>Mg>K>Ca>P, já autores (Tabela 6.5) obtiveram: K>Mg>Ca>P, ratificado também por Bernini et al. (2006). Sendo observado variação intra-específica entre o Mg e o K em ambientes distintos. Corroborando com Orians et al. (1995) onde afirmam que, diferenças quanto ao teor químico foliar podem ocorrer entre plantas de diferentes e/ou mesmos tipos de ecossistemas.

Tabela 6.5 – Concentração média de nutrientes determinados em folhas de *Avicennia germinans*, de trabalhos nacionais

Espécie: <i>A. germinans</i>	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹)			
	Na	Mg	k	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
Manguezal									
Araújo (2000) Estuário Rio Itanhém, Alcobaça - BA	9,40	5,40	17,30	3,90	2,60	185,54	108,72	20,54	4,20
Cuzzuol e Campos (2001) Rio Mucuri - BA - região ribeirinha	---	6,4	11	3,2	1,9	145,0	218,6	22,6	3,8
Cuzzuol e Campos (2001) Rio Mucuri - BA - região de bacia	---	7,7	10,8	3,3	1,8	203,6	247,0	22,8	4,8

Fonte: Autora, 2015

A ordem geral de concentração média de micronutrientes dos trabalhos de Araújo (2000) e Bernini et al. (2006), no estuário do rio São Mateus/ES, seguiu o padrão obtido nesta pesquisa: Fe>Mn>Zn>Cu.

No manguezal em estudo, a média geral de Na foi superior ao encontrado por Araújo (2000). Vale salientar que, o teor desse nutriente, em todos os pontos de coleta, foi o que apresentou as maiores concentrações médias. Ratificando as opiniões de Win e Gorham (1983) de que, altos teores de Na nas folhas podem ser justificados pelo fato que, as espécies do gênero *Avicennia* possuem mecanismos excretores de sais que acumulam seletivamente o íon Na, mesmo esse sob baixas concentrações no meio.

A relação do Na com o Ca e P apresentou-se forte, já com o K (-0,3). Salienta-se que, para Marschner (1995), o principal papel do Na em nutrição mineral de plantas é substituir o K em determinadas funções fisiológicas (metabólicas e osmóticas). Finaliza dizendo que, em determinadas espécies, 95% do K no substrato pode ser substituído pelo Na.

O teor médio geral de K obtido ficou abaixo do teor de estudos (Tabela 6.5). Contudo, vale ressaltar que, Araújo (2000) obteve K>Na. Fato esse, não corroborado com os resultados desta pesquisa, onde se obteve em todas as amostras de todos os pontos Na>K. A relação de K com Fe, Zn e Cu apresentou-se forte e positiva.

A média geral de K/Na variou de 0,19 a 0,55, faixa essa inferior a encontrada por Bernini e Rezende (2010) de 0,95 a 1,30.

Vale ressaltar que, neste estudo, a média geral de K/Na foi de 0,3, já para Araújo (2000), essa mesma razão foi de 1,8. Assim, pode-se inferir que, nesta pesquisa, a menor razão média K/Na, traduz-se em um menor potencial

gravitacional positivo exercido na raiz em transferir K, através da coluna de água, para as folhas.

Para Silveira et al. (2010), na maioria das espécies, incluindo as halófitas, sob condições de elevadas concentrações de Na as concentrações de K são geralmente diminuídas devido ao mecanismo de competição ou antagonismo entre eles. Já para Medina e Francisco (1997), essa razão é um indicador da capacidade da planta absorver K na presença de altas concentrações de Na, por estarem envolvidos no balanço osmótico das plantas.

Esse antagonismo, afirmado pelos autores supracitados, é ratificado neste trabalho em P2, onde se obteve a menor média de K/Na (0,19).

Fato também importante é que, o ponto P6 registrou a maior razão média de K/Na (0,55). Na opinião de Malavolta et al. (1997), as plantas, de modo geral, favorecem a absorção de K, especialmente quando em presença de baixas concentrações de Na.

O teor médio geral de Mg obtido, nesse estudo, foi similar ao encontrado por autores (Tabela 6.5). No dizer de Joshi et al. (1974), concentrações médias de Mg, em folhas de plantas de mangue, não devem ultrapassar a 1%, ou seja, 10 g kg^{-1} para não ocorrer inibição fotossintética.

Vale salientar que, nos trabalhos (Tabela 6.5), o perfil nutricional do Mg e do K foi contrário ao encontrado na presente pesquisa, cujo resultado geral foi $\text{Mg} > \text{K}$. Contudo, vale ressaltar que, nos pontos P1 e P4, em amostras, e no ponto P6, em todas as amostras, o perfil nutricional foi $\text{K} > \text{Mg}$.

Cuzzoul e Rocha (2012), de três espécies por eles pesquisadas, a *A. germinans* destacou-se pelas maiores concentrações médias de Mg e K, e apresentou a seguinte ordem: $\text{K} > \text{Mg}$. Assim, sugere-se que, os teores médios de Mg, aqui determinados, estão dentro de níveis aceitáveis para o bom crescimento dessa espécie de planta.

O teor médio geral obtido de Ca foi inferior ao dos estudos com *A. germinans* (Tabela 6.5). Na opinião de Waisel (1972), em plantas halófitas, os teores médios de Ca são aproximadamente de 0,5%.

A relação do Ca com comprimento, largura, Na e P, neste estudo, foi forte e positiva.

Importante informar que, as baixas concentrações de Ca determinada nesta pesquisa podem ser explicadas como uma relação moderada (0,6) com a salinidade,

é também conceituado por Medina et al. (2001) em que, a presença de oxalato de cálcio livre na raiz, favorece a precipitação desse elemento e inibe o seu transporte às folhas.

Na opinião de Hansen e Munns (1988), o Ca é um nutriente particularmente importante em plantas expostas ao estresse salino, porque tem papel fundamental na manutenção da permeabilidade seletiva das membranas, extensão da parede celular, recuperação do estresse celular, e prevenção de absorção do Na em quantidades que causem injúria.

Como resultado obtido, ficou demonstrado que, em P3 obteve-se o mínimo médio de Ca e o máximo médio de Mg. Ratificando o afirmado por Larcher (2000) e Prado (2008) que, entre o Ca e o Mg o efeito é antagônico, ou seja, o excesso de um prejudica a absorção do outro.

A média geral obtida de Ca/Mg variou de 0,13 a 0,45, faixa essa inferior a encontrada por (BERNINI; REZENDE, 2010).

Outro ponto importante a salientar é que, pela correlação de Pearson, o Ca apresentou moderada correlação negativa com o K (-0,5). Inferindo assim que, nessa espécie, observou-se um efeito antagônico entre esses dois nutrientes.

No dizer de Araújo (2000), o K exerce efeito contrário na assimilação do Ca, pois os altos teores do primeiro diminuem a assimilação do segundo. Sendo de acordo também com as opiniões de Epstein e Bloom (2006) onde afirmam que, o Ca é essencial para a integridade da membrana plasmática das células vegetais, e sua deficiência pode levar à perda da integridade da mesma, afetando dessa forma a absorção de íons, principalmente o K.

Nesta pesquisa, o teor médio geral de P foi de $1,12 \text{ g kg}^{-1}$. Vale ressaltar que P1 foi o ponto que apresentou o máximo médio obtido. Em relação à área foliar (comprimento x largura) (Tabela 6.2) esse ponto apresentou a maior média entre os demais, visto que, afirmado por Rodríguez et al. (1988) e Lynch et al. (1991), o baixo suprimento de P diminui a área foliar.

Vale salientar que, em todas as amostras de todos os pontos de coleta, o teor de P foi sempre menor que o de K. Na opinião de Camargo (1970), a concentração de P nas folhas é menor que as de K.

A relação de P com comprimento, largura, Na e Ca, apresentou-se forte e positiva.

As concentrações médias foliares dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu, da

espécie estudada, de todos os pontos de coleta, estão plotados na Tabela 6.3.

Nessa mesma tabela observa-se que, entre os pontos de coleta, P6 apresentou a maior concentração média dos nutrientes estudados, principalmente de micros, já para os macronutrientes, obteve-se o segundo mínimo médio teor de Na ($13,62 \text{ g kg}^{-1}$), e o máximo médio teor de K ($7,44 \text{ g kg}^{-1}$).

Isso provavelmente deve-se ao fato desse ponto não ter influência direta de marés de sizígia, possuir sedimento consolidado, ter área aberta sujeita a evapotranspiração, apresentar pH levemente ácido (6,81), e ser semi-circundado de águas com salinidade cinco (5), estabelecida como águas doces, conforme Resolução CONAMA Nº 357/05 (BRASIL, 2005) já que, em baixas condições de salinidade as plantas mantêm elevada concentração de K e baixas concentrações de Na no citosol (TAIZ; ZEIGER, 1998).

A ordem de classificação do perfil nutricional médio dos micros nos pontos P1 e P4 foram: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$, em P2, P3 e P5: $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$, e para o ponto P6: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Zn}$ apresentando, entre os pontos de coleta, variação intra-específica.

Pela análise de Pearson não ficou evidenciado entre micronutrientes forte correlações positivas, exceto o Cu com o Fe, e o Cu com o Zn.

O teor médio geral de Fe neste estudo foi de $84,58 \text{ mg kg}^{-1}$. Esse nutriente variou de $63,59$ a $116,80 \text{ mg kg}^{-1}$. Corroborando, de modo geral, com o teor médio estabelecido por Epstein (1965) de 100 mg kg^{-1} , considerada adequada para o crescimento de plantas, e por Boaretto et al. (1999) onde afirmam que, o nível de Fe considerado adequado nas folhas está na faixa de 100 a 400 mg kg^{-1} , com variações entre espécies.

A relação do Fe com o K e o Cu se apresentou forte e positiva, e moderada com a herbivoria e o Zn ($0,4$ a $0,6$).

Vale ressaltar que, Caldeira et al. (2006) avaliando teores em micronutrientes, em espécies arbóreas nativas de floresta, foram observados teores de Fe em folhas acima de 100 mg kg^{-1} para a maioria das espécies.

Dennis (1982) afirmou que, em solos com pH abaixo de 6,5, o Fe se apresenta na forma solúvel, ou seja, disponível às plantas. Não corroborando, em parte, com os resultados obtidos nesta pesquisa em que, o pH nos pontos P1 e P6 ficou acima de 6,5 e o teor médio de Fe, nesses pontos, foi superior a 100 mg kg^{-1} . Podendo-se inferir que, esses pontos possam estar inseridos em área de característica de transição (oxidante – redutor), ou em ambiente redutor, típico de

ecossistema manguezal.

Ao comparar o teor de Fe estipulado por Epstein (1965) de 100 mg kg^{-1} , com os do presente estudo, observou-se que, em P2, P3, P4 e P5, os teores médios desse micronutriente foram inferiores a 100 mg kg^{-1} . Podendo-se inferir que, esses pontos, além do pH, de modo geral, não adequado à disponibilização de Fe, possam estar inseridos em área de característica de transição (reduzidor – oxidante), ou em ambiente oxidante. Visto que, em ambiente oxidante, o Fe^{2+} passa para Fe^{3+} dando origem ao hidróxido férrico que é insolúvel e se precipita.

Nos três trabalhos científicos (Tabela 6.5) o teor médio de Mn encontrado por esses autores foram superiores ao deste estudo de $78,10 \text{ mg kg}^{-1}$. Contudo, Epstein (1965) afirma que teor médio de Mn de 50 mg kg^{-1} é concentração típica para o crescimento de plantas, valor médio esse, inferior ao desta pesquisa. A relação do Mn com pH e Cu apresentou-se de forma moderada (0,4 a 0,6).

Vale dizer que, exceto em P6, os valores médios de Mn, ficaram dentro da faixa do que afirma Ross (1994) que, teores desse micro entre 15 e 100 mg kg^{-1} são níveis normais em plantas e que entre 300 e 500 mg kg^{-1} são considerados níveis tóxicos.

Neste estudo, o Mn em P1 apresentou o mínimo médio teor entre todos os pontos de coleta ($38,59 \text{ mg kg}^{-1}$), estabelecendo uma relação inversa, nesse ponto, com a herbivoria (83%), visto que, pela correlação de Pearson essas duas variáveis apresentaram correlação forte e negativa (-0,7).

O teor médio geral de Zn em Jequitinhonha foi de $8,70 \text{ mg kg}^{-1}$. Neste estudo, esse nutriente mineral variou de $5,19$ a $13,96 \text{ mg kg}^{-1}$.

A relação desse micro com a galha e os nutrientes minerais K e Cu foi forte e positiva, e moderada com o Fe.

De modo geral, os resultados médios obtidos do Zn, corroboram com o que afirma Epstein (1965) que, concentração média desse micro de 20 mg kg^{-1} é considerada típica para o crescimento de plantas, já para Ross (1994) teores desse mineral na faixa entre 8 e 400 mg kg^{-1} são considerados níveis normais em plantas, e acima de 400 mg kg^{-1} é considerado nível tóxico.

O teor médio geral de Cu deste trabalho foi $4,58 \text{ mg kg}^{-1}$. Observou-se que, os teores médios obtidos, exceto em P6 com $21,25 \text{ mg kg}^{-1}$, ficaram abaixo do que afirma Ross (1994) que, teores desse mineral em plantas entre 4 e 15 mg kg^{-1} são considerados níveis normais, e que entre 20 e 100 mg kg^{-1} são considerados níveis

tóxicos.

A relação do Cu com a galha e os nutrientes minerais K, Fe e Zn foram forte e positiva (0,7 a 1,0).

Observado em campo, os pontos P2 e P3 apresentaram ambiente com características redutoras, associados à presença de água, e possuir grande teor de matéria orgânica no sedimento, apresentando <LQ de Cu em amostras. Para Marschner (1995) e Malavolta (1996), o Cu é aprisionado pela matéria orgânica mais firmemente que qualquer outro micronutriente, conceito esse, ratificado também por Arend (2010) em mata nativa.

Outro ensinamento de Brun et al. (2012), com plantas nativas, é que, o Cu trocável no solo é fortemente adsorvido pela matéria orgânica, onde o íon é fixado pelo húmus em uma forma mais estável que a trocável. Assim, pode-se inferir que, com base nessas afirmações, em condições de excesso de água, presença de matéria orgânica, esse micronutriente tem disponibilidade diminuída devido sua insolubilização.

Vale salientar que, além de P2 e P3, P4 e P5 também apresentaram, em diversas amostras <LQ de Cu, onde foram constatados sinais de deficiência desse micro nessas folhas, como coloração verde-escuro. Podendo-se sugerir que, mesmo apresentando sinais dessa deficiência, não significa ausência de Cu, visto que, em função do tipo de ambiente, a maior parcela desse micro pode estar retida em outras partes da planta.

É importante dizer que, nos pontos P1 e P6 (ambos com $\text{pH} < 7$) todos os valores das amostras desse micronutriente foram aferidos, pontos esses, com características de planície aluvial e de sedimento consolidado respectivamente, sendo possivelmente, em ambos, pontos de transição entre tipos de ambiente. Corroborando com Brun et al. (2012) que, em um $\text{pH} < 7$ e baixo teor de matéria orgânica no solo, levou-se a uma maior mineralização, é esperado que, a proporção relativa de Cu trocável seja predominante e esteja disponível às plantas.

Vale ressaltar que, P6 apresentou, em todas as amostras, significativos teores de Cu em relação aos demais pontos. De acordo com Dechen e Nachtigall (2006), em altas concentrações, esse micro apresenta mobilidade entre folhas velhas e novas, porém, em baixas concentrações, esse fato parece não ocorrer.

A seguir serão feitas considerações entre todas as variáveis envolvidas neste estudo.

Análises mostraram que, o comprimento e a largura foliar apresentaram forte correlação com Na, Ca e P, já com Zn moderada (0,4). Na opinião de Epstein e Bloom (2006), a presença de nutrientes principalmente do Zn nas folhas influencia diretamente o desenvolvimento foliar em diversos vegetais.

Com base nessa afirmação, vale ressaltar que, em P3 o Zn apresentou o segundo mínimo médio ($5,96 \text{ mg Kg}^{-1}$), influenciando de forma direta, nesse ponto, com o menor comprimento médio foliar (10,12 cm), e com o menor percentual de galha (9%). Corroborando com Furlani (2004) que, a deficiência de Zn nas folhas causa retardo e redução no crescimento, sendo, portanto, pequenas, mal conformadas e de entrenós curtos.

Os máximos médios teores de Na, K, Ca, P, Fe, Mn, Zn e Cu foram registrados em P1, P2 e P6. Observando a Tabela 6.2, nesses pontos, ficou evidente, uma relação direta desses nutrientes com o comprimento e a largura foliar. No ponto de vista de Furlani (2004), a deficiência de nutrientes, principalmente de P nas folhas, causa redução: na expansão foliar, no número de folhas e apresentam coloração verde-escuro, justificando que, a expansão da folha fica mais atrasada que a formação de clorofila e de cloroplastos.

Barroso et al. (2011) afirmam que, o excesso de K pode inibir a absorção de Mg e Ca, chegando muitas vezes a causar deficiência desses dois nutrientes. Relatam ainda que, a deficiência de Ca provoque redução de área foliar.

Essa última afirmação ratifica resultado obtido nesse estudo em que, no ponto P3 obteve-se mínimo médio de Ca ($1,08 \text{ g kg}^{-1}$) e de P ($0,74 \text{ g kg}^{-1}$) influenciando de forma direta, nesse ponto, com a menor média de área foliar ($21,56 \text{ cm}^2$).

As baixas concentrações de Ca e P obtidas em P6, não foram indicativos suficientes para redução significativa da área foliar nesse ponto, visto que, o micronutriente Zn apresentou nesse ponto o máximo médio teor, complementando naturalmente a planta, ativando a expansão foliar (comprimento e largura).

Vale ilustrar ainda que, na amostra P6A2 obteve-se o menor teor de Ca desse ponto com $0,89 \text{ g kg}^{-1}$. Na Tabela 6.2, pode ser observado que, nessa amostra, obteve-se a menor largura foliar média de 1,78 cm. Ratificando assim, a relação direta entre o menor teor de Ca na folha e a redução de área foliar, em particular, nessa amostra, com a menor média de área foliar ($22,91 \text{ cm}^2$).

Diante do exposto, pode-se inferir que, fatores topográficos, a estabilidade dos sedimentos, determinam a frequência e duração das inundações pelas marés,

que, afetam o pH, a salinidade, resultando em padrões complexos de demanda e de oferta de nutrientes que contribuem para a estrutura variável das florestas de mangue.

Finalmente, de um modo geral, em relação aos nutrientes minerais estudados, esse manguezal não apresentou fortes correlações positivas entre os macros e os micronutrientes. Exemplo, por exceção, dos micros Fe, Zn e Cu com o macro K. Dessa forma, visto pelo aspecto foliar, acredita-se que o manguezal do estuário do rio Jequitinhonha, deve apresentar um desenvolvimento de sua vegetação com maior qualidade comparativamente a outros aqui relacionados.

6.3.5 Análise de componentes principais (PCA)

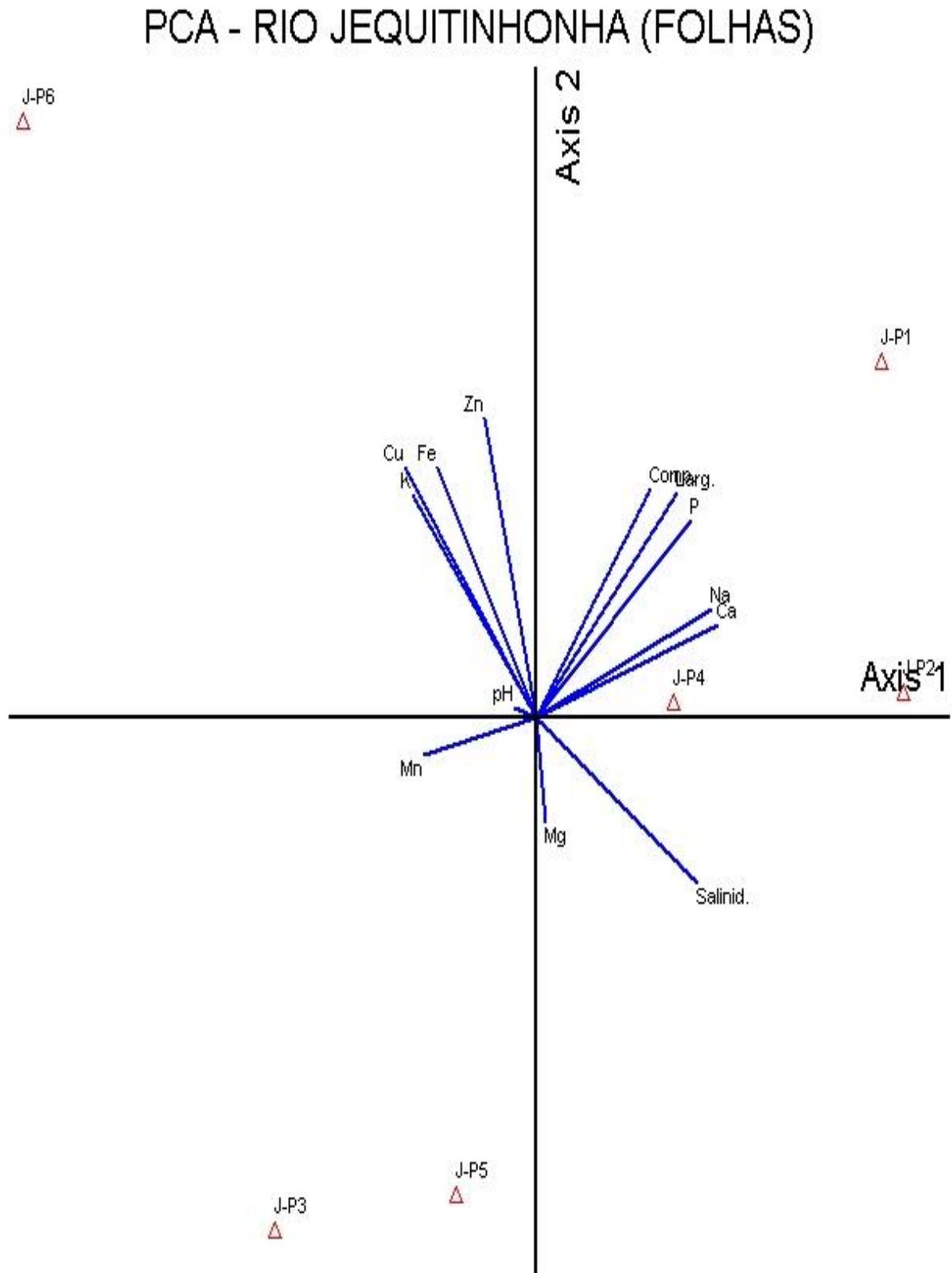
O aspecto multidimensional dos dados levantados da vegetação (folhas), com diversas variáveis interagindo de distintas maneiras, requer tratamento diferenciado para que a maior gama de relações causa-e-efeito sejam compreendidas.

Nesse sentido, na opinião de Correia e Ferreira (2007), PCA é uma ferramenta de grande utilidade, pois permite avaliar o grau de associação de diferentes variáveis e limitar a análise a um menor número de fatores, que englobam as variáveis mais representativas quanto à explicação da variabilidade dos dados. A matriz de dados original é decomposta em matrizes conhecidas como "scores" (relacionadas às amostras) e "loadings" (relacionadas às variáveis).

Em Jequitinhonha (Figura 6.4) houve a formação de quatro fatores, com autovalores ≥ 1 , que juntos explicaram 94,32% de variância total dos dados. Os dois (02) primeiros fatores principais (Fator 1 e Fator 2) explicaram 72,05% de variância. O primeiro fator apresentou autovalor de 5,48 representando 42,18% de variância. O segundo fator, autovalor de 3,88 que correspondeu a 29,87%, o terceiro e o quarto fator, apresentaram autovalores iguais a 1,74 e 1,16, sendo responsável por 13,38 e 8,89% de variância respectivamente.

As variáveis consideradas fracas na composição de seus respectivos fatores estão representadas pelas setas de menores comprimentos. Considerando que o fator (01) foi o mais expressivo na análise (42,18%), pode-se assim afirmar que, as variáveis no gráfico que representam as maiores amplitudes e estão mais próximas a esse fator são as mais importantes para justificar a ordenação dos dados e o comportamento no ambiente.

Figura 6.4 – Resultado da análise de componentes principais (PCA), nas folhas do gênero *Avicennia* espécie *germinans*, manguezal do rio Jequitinhonha, município de Belmonte/Bahia – Brasil



Elaboração: a autora.

6.4 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, levando-se em conta o observado em campo no momento da coleta e, os teores dos elementos químicos por amostra, determinados em laboratório, as alterações morfológicas encontradas nas folhas coletadas foram causadas por atividades naturais, desempenhadas por insetos herbívoros e/ou galhadores, sendo que, à medida que a planta sofreu herbivoria e/ou foi galhada possibilitou o efeito de alterações dos tipos necrose e perfuração.

Este estudo revelou que P1 em relação aos demais pontos obtiveram-se:

- 1) O maior médio de área foliar;
- 2) o maior percentual de herbivoria.

Esses resultados, dentre outros fatores como pH e salinidade, estão associados aos significativos teores médios de P e Zn.

O Na, Ca e P estabeleceram forte correlação com o comprimento e a largura foliar.

A herbivoria estabeleceu moderada correlação com P e Fe, já a galha forte e positiva com o Zn e o Cu.

Levando-se em conta os resultados obtidos, a distribuição dos nutrientes minerais no tecido de folhas seguiu um padrão normal e, a vegetação de plantas de mangue desse bosque se encontra com um bom desenvolvimento em sua distribuição espacial, denotando uma boa qualidade ambiental.

7 CONCLUSÕES GERAIS

A) Levando-se em conta os resultados obtidos, a salinidade nas três regiões dessa pesquisa, demonstrou que, esses manguezais não estão associados a massas de águas de características costeiras, já que se obteve salinidade média abaixo de 35.

B) Em Una, nos pontos de coleta P1, P2, P3 e P5, Pardo nos pontos P3 e P4, e em Jequitinhonha no ponto P1 foram obtidos respectivamente:

- 1) Os maiores médios de áreas foliares;
- 2) os maiores percentuais de herbivoria.

Esses resultados, dentre outros fatores como pH e salinidade, estão associados aos significativos teores médios de P e Zn.

Em vista dos argumentos apresentados, a distribuição de nutrientes minerais no tecido de folhas de plantas de mangue, das três regiões estudadas, seguiu um padrão normal e, a vegetação se encontra com um bom desenvolvimento em sua distribuição espacial, denotando uma boa qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ALONGI, D. M.; TIRENDI, F.; CLOUGH, B. F. Below-ground decomposition of organic matter in forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina* along the arid coast of Western Australia. **Aquatic Botany**, v. 68, p. 97-122, 2000.

_____. Dissolved iron supply limits early growth of estuarine mangroves. **Ecology**, v. 91, n. 11, p. 3229-3241, 2010.

ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, n. 4, p. 933-942, 1999.

ANDRADE, C. L. N de. **Biogeoquímica do ambiente estuarino do rio Passa Vaca em área urbana de Salvador, BA**. Salvador: UFBA, 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

ARAÚJO, B. R. N. **Diagnóstico geoambiental de zonas de manguezal do manguezal do rio Itanhém, município de Alcobaça – região do Extremo Sul do Estado da Bahia**. Salvador: UFBA, 2000, 159f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

ARAÚJO, A. L. L. de. **Complexidade da acumulação de elementos químicos por árvores nativas da mata Atlântica**. Piracicaba: USP, 2009. 113f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 300-303, 2009.

AREND, K. **Substâncias húmicas e formas de cobre em solos de áreas de videira**, Santa Maria: RS, 2010. 116f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BARBOSA, I. C. C.; MÜLLER, R. C. S.; ALVES, C. N.; BERRÊDO, J. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Composição química de sedimento de manguezal do estuário Bragantino (PA) – Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1087-1101, 2015.

BARCELLOS, R. G. S. **Descarga de água subterrânea e fluxo de elementos em ambientes de manguezal Baía de Sepetiba, RJ**. Niterói: UFF, 2006. 144f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, 2006.

BARROSO, A. de A. F.; VIANA, T. de A.; MARINHO, A. B.; COSTA, S.; AZEVEDO, B. de. Teores de macronutrientes em folhas de bananeira cv. *Pacovan apodi*, sob

lâminas de irrigação e doses de potássio. Jaboticabal. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 3, p. 529-538, 2011.

BASTOS, M. N. C.; A importância das formações vegetais da restinga e do manguezal para as comunidades pesqueiras. Belém – Pará: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 11, n. 1, p. 41-56, 1995.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 491-502, 2004.

_____.; _____. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas**, v. 23, n.1, p. 49-60, 2010.

_____.; SILVA, M. A. B. da; CARMO, T. M. S. do; CUZZUOL, G. R. F. Composição química do sedimento e de folhas das espécies do manguezal do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 689-699, 2006.

BOARETTO, A. E.; SCHIAVINATO NETO, P.; MUROAKA, T.; OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. Piracicaba: **Scientia Agriculture**, v. 56, n. 3, p. 621-626, 1999.

BORGES, A. C.; SILVA, V. M. Influência hidrogeoquímica da água subterrânea em manguezais. **Geochimica Brasiliensis**, v. 27, n. 2, p. 98-103, 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 mar. de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 2005.

BROADLEY, M. R.; WHITE, P. J.; HAMMOND, J. P.; ZELKO, I.; LUX, A. Zinc in plants. **New Phytologist**, v. 173, n. 4, p. 677-702, 2007.

BRUN, E. J.; Da ROSA, S. F.; ROPPA, C.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, F. G. K. Avaliação nutricional de espécies nativas utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria – RS. Piracicaba – SP: **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p. 89-111, 2012.

BURROWS, D. W. **The role of insect leaf herbivory on the mangroves *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa***. Austrália: School of Tropical Ecology, 2003, 287f. Tese (Doctor of Philosophy in Zoology and Tropical Ecology) James Cook University, Austrália, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F.; SOARES, R. V.; VALÉRIO, A. F. Teores de micronutrientes em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro, PR. Guarapuava: **Ambiência**, v. 2, n. 1, p. 29-50, 2006.

CALEGARIO, G. **Aspectos estruturais da vegetação do manguezal do estuário do rio São João – RJ**. RJ: UENF, 2012, 61f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

CALOR, A. R. **Insecta**: museu de zoologia virtual. Universidade Federal da Bahia, 2009. Disponível em: <<http://www.mzufba.ufba.br/insetos.html>>.

CAMARGO, P. N. **Princípios de nutrição foliar**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1970. 118 p.

CAMILLERI, J. C., RIBI, G. Leaf thickness of mangroves (*Rhizophora mangle*) growing in different salinities. **Biotropica**, v. 15, p. 139-141, 1983.

CANNICCI, S.; BURROWS, D.; FRATINI, S.; SMITH III, T. J.; OFFENBERG, J.; DAHDOUN-GUEBAS, F. **Faunal impacts on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forest**: a review. *Aquatic Botany*, v. 89, p. 186-200, 2008.

CARMO, T. M. S. Os manguezais ao Norte da Baía de Vitória, ES. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA. Síntese dos conhecimentos. Cananéia – SP. **Academia de Ciências do Estado de São Paulo**, v. 1, p. 173-193, 1987.

CINTRÓN, G.; LUGO, A. E.; POOL, D. J.; MORRIS, G. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Puerto Rico: **Biotropica**, v. 10, p. 110-121, 1978.

_____.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo: UNESCO/ROSTLAC, 1983. 109 p.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica**: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: Manaus, 2000. 409 p.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. III. Resource availability and plant antherbivore defense. **Science**, v. 230, p. 895-899, 1985.

CORNELL, H. V. **The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the Cynipidae (Hymenoptera)**: why and how? *American Midland Naturalist*, v. 110, p. 225-234, 1983.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M. C. **Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados**: explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 481-487, 2007.

CRA-BA. CONSELHO REGIONAL DE ADMINISTRAÇÃO – CRA, 2015. Disponível em: <<http://www.cra-ba.org.br>>.

CRAWLEY, M. J. Insect herbivores and plant population dynamics. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 531-564, 1989.

CUNHA, H. T. C. da. **Herbivoria em folhas de mangue na Península de Ajuruteua, Bragança-PA**. Pará: UFPA, 2007. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança, Pará, 2007.

CUZZUOL, G. R. F.; CAMPOS, A. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do manguezal do rio Mucuri, Bahia, Brasil. São Paulo: **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, n. 24, p. 227-234, 2001.

_____.; ROCHA, A. C. Interação do regime hídrico com as relações nutricionais em ecossistema manguezal. **Acta Botânica Brasílica**, v. 26, n. 1, p. 11-19, 2012.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 327-354, 2006.

DENNIS, E. J. **Micronutrientes**: uma nova dimensão na agricultura. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 124 p.

DUARTE, C. M.; CEBRIÁN, J. The fate of marine autotrophic production. **American Society of Limnology and Oceanography**, v. 41, n. 8, p. 1758-1766, 1996.

DUKE, N. C., BALL, M. C., ELLISON, J. C. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology Biogeography Letters**, v. 7, p. 27-47, 1998.

ELLIOTT, D. E.; REUTER, D. J.; REDDY, G. D.; ABBOT, R. J. Phosphorus nutrition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Effects of phosphorus supply on plant symptoms, yield, components of yield, and plant phosphorus uptake. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 48, p. 855-867, 1997.

EPSTEIN, P. Mineral metabolism. In: BONNER, J.; VARNER, J. E. (Ed.). **Plant biochemistry**. London: Academic Press, p. 438-466, 1965.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006. 401 p.

ERICKSON, A. A.; BELL, S. S.; DAWES, C. J. Does mangrove leaf chemistry help explain crab herbivory patterns? **Biotropica**, v. 36, n. 3, p. 333-343, 2004.

ESPINOSA, L. Y.; FLORES, J. A Review of Sea-Level Rise Effect on Mangrove Forest Species: Anatomical and Morphological Modifications. In: **Global Warming Impacts – Case Studies on the Economy, Human Health, and on Urban and Natural Environments**. CASALEGNO, S. (Ed.). Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, p. 253-276, 2011.

EXCEL. **Microsoft® Office Excel**. Planilha eletrônica. Copyright©, 1985-2007.

FARACO, L. F. D.; LANA, P. C. Leaf-consumption levels in subtropical mangroves of Paranaguá Bay (SE Brazil). **Wetlands Ecology and Management**, v. 12, p. 115-122, 2004.

FELLER, I. C.; LOVELOCK, C. E.; MCKEE, K. L. Nutrient addition differentially affects ecological processes of *Avicennia germinans* in nitrogen versus phosphorus limited mangrove ecosystems. **Ecosystems**, v. 10, p. 347-359, 2007.

_____.; _____.; BERGER, U.; MCKEE, K. L.; JOYE, S. B.; BALL, M. C. Biocomplexity in mangrove ecosystems. **Annual Reviews Marine Science**, v. 2, p. 395-417, 2010.

FERNANDES, G. W. **Gall forming insects**: their economic importance and control. São Paulo: Revista Brasileira de Entomologia, v. 31, p. 379-398, 1987.

FERNANDES, A. J.; PERIA, L. C. S. Características do ambiente. In: SCHAEFFER-NOVELI, Y. (Coord.). **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 13-15, 1995.

FERREIRA, V. O. **Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na Bacia do Rio Jequitinhonha, MG**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 291f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, Brighton, v. 179, n. 4, p. 945-963, 2008.

FREIRE, C. R. F.; FILHO, C. F.; GUIMARÃES JUNIOR, G. S. Valoração monetária de benefícios ambientais: o caso do turismo no litoral do município de Canavieiras-BA. In: CONGRESSO DA SOBER – Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento, 44., 2006, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Fortaleza: SOBER, p. 22, 2006.

FRIESS, D. A.; KRAUSS, K. W.; HORSTMAN, E. M.; BALKE, T.; BOUMA, T. J.; GALLI, D.; WEBB, E. L. Are all intertidal wetlands naturally created equal? Bottlenecks, thresholds and knowledge gaps to mangrove and saltmarsh ecosystems. **Biological Reviews**, v. 87, p. 346-366, 2012.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.

GARCIA, K. S. **Estudos biogeoquímicos em folhas de *Avicennia shaueriana* Stapf & Leechman em zonas de manguezal da região de São Francisco do Conde e Madre de Deus-BA**. Salvador: UFBA, 2005. 159f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

_____.; OLIVEIRA, O. M. C. de; QUEIROZ, A. F. de S.; ARGOLO, J. L. Geoquímica de sedimentos de manguezal em São Francisco do Conde e Madre de Deus, BA. Rio de Janeiro: **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, p. 164-176, 2007.

_____.; NERY, L. A.; ANUNCIÇÃO, S. D.; ARAÚJO, N., R. B. Biogeoquímica das folhas de *Avicennia* e a qualidade ambiental de manguezais nos rios Una, Pardo e Jequitinhonha. Salvador: **Editora da UFBA**, p. 123-125, 2014.

GENC, Y.; MCDONALD, G. K.; TESTER, M. Reassessment of tissue Na^+ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. **Plant, Cell & Environment**, p. 1486-1489, 2007.

GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. **Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas.** Biodiversity and conservation, v. 10, p. 79-98, 2001.

_____.; SANTOS, M. C. F. V.; FERNANDES, G. W. Leaf gall abundance on *Avicennia germinans* along an interstitial salinity gradient. **Biotropica**, v. 33, n. 1, p. 69-77, 2001.

GONÇALVES, M. V. P. **Análise de plantas de mangue como bioindicadoras da qualidade ambiental nas ilhas de Tinharé e Boipeba, município de Cairu, Bahia, Brasil.** Salvador: UFBA, 2010. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental) – Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2010.

GOSTINSKI, L. F.; SAUIAIA, R. M. L.; SOUSA, A. F. A.; SANTOS, J. J. S. Análise comparativa da entomofauna nos períodos chuvoso e de estiagem, no município de raposa – MA. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2008, Uberlândia. **Anais...** CD-ROOM, 2008.

HADLICH, G. M.; CELINO, J. J.; UCHA, J. M. Diferenciação físico-química entre apicuns, manguezais e encostas na Baía de Todos os Santos, Nordeste do Brasil. São Paulo: **Editora da UNESP**, v. 29, n. 4, p. 633-641, 2010.

HANSEN, E. H.; MUNNS, D. N. Effect of CaSO_4 and NaCl on mineral content of *Leucaena leucocephala*. **Plant Soil**, v.107, p.101-105, 1988.

HERZ, R. Estrutura física dos manguezais da costa do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: síntese dos conhecimentos, 1., 1987. **Anais...** Academia de Ciência do Estado de São Paulo: ACIESP, p. 117-126, 1987.

_____. **Manguezais do Brasil.** SP. Instituto Oceanográfico, USP, 1991. 227 p.

HOGARTH, P. J. **The biology of mangroves and seagrasses.** 3th ed. 2015. 304 p.

IBGE-BA. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Dados gerais dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte. Disponível: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=29&search=bahia>>.

ISLAM, M. S.; IKEJIMA, K. Gear type, species composition and economic value of fisheries in the mangroves of Pak Phanang, Thailand. **Wetlands Ecology Management**, v. 18, n. 1, p. 27-36, 2010.

JOSHI, V.; JAMALE, B. B.; BOSALE, I. Ion regulation in mangroves. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOLOGY AND MANAGEMENT MANGROVES. 1974. Honolulu. **Proceedings...** Florida: Institute Food and Agricultural Sciences, v. 2, p. 595-607, 1974.

JOU, Y. Vacuolar acidity, protein profile, and crystal composition of epidermal bladder cells of the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum*. **Functional plant biology**, v. 34, n. 4, p. 353-359, 2007.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40, p. 81-251, 2001.

KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. Mangroves of Brasil. In: LACERDA, L. D. (Ed.). **Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions**. International Society for Mangrove Ecosystems, 1993.

KNIGHT, H.; TREWAVAS, A. J.; KNIGHT, M. R. Calcium signaling in *Arabidopsis thaliana* responding to drought and salinity. **The Planet Journal**, v. 12, p. 1067-1078, 1997.

KOCHIAN, L. V. Molecular physiology of mineral nutrient acquisition, transport and utilization. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Eds.). **Biochemistry and Molecular Biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, p. 1204-1247, 2000.

KRISTENSEN, E.; BOUILLON, S.; DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystem. **Aquatic Botany**, v. 89, p. 201-219, 2008.

LACERDA, L. D.; JOSÉ, D. M. V.; FRANCISCO, M. C. F. Nutritional status and chemical composition of mangrove seedlings during development. **Revista Brasileira de Biologia**, p. 401-405, 1988.

_____. Os Manguezais do Brasil. In: VANNUCCI, M. **Os Manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: USP, p. 196, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1999. 527 p.

LEITE, R. F.; FERREIRA, M. S.; MAGENTA, M. A. G. Caracterização da galha em folhas de *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae). **Revista Cecilliana**, v. 1, n. 2, p. 131-135, 2009.

LÉLES, E. P.; FERNANDES, D. M. Da SILVA, J. I. C.; FUMES, L. A. A. Interação de doses de cálcio e zinco nas características morfológicas e nos componentes de produção da mamoneira. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 501-509, 2010.

LIMA, M. S.; SANTOS, B. J. B.; MOURA, P. C.; MELO, F. M.; CUNHA, M. F.; SOUZA, C. A. S. **Diversidade da entomofauna e distribuição trófica na Reserva Biológica da Praia Sul, Ilha Grande-RJ.** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 2004, Brasília. **Anais...** CD-ROOM, 2004.

LUGO, A. E. **Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges.** *Madera y Bosques*, p. 5-25, 2002.

LYNCH, J.; LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, v. 31, p. 380-387, 1991.

MADI, A. P. L. M. **Estrutura vegetal, status nutricional do componente arbóreo e do solo dos manguezais do Sul do Brasil.** Curitiba: UFPR, 2013. 79f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

_____.; BOEGER, M. R. T.; REISSMANN, C. B. Composição química do solo e das folhas e eficiência do uso de nutrientes por espécies de manguezal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 5, p. 433-438, 2015.

MAIA, V. C.; MAGENTA, M. A. G.; MARTINS, S. E. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em áreas de restinga de Bertioga, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 167-197, 2008.

MALAVOLTA, E. Nutri-Fatos – Arquivo do Agrônomo N° 10, **Potafos**, 1996.

_____.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba, SP: Potafos, 1997. 319 p.

_____. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARCHAND, C.; BALTZER, F.; LALLIER-VERGES, E.; ALBERIC, P. **Pore-water chemistry in mangrove sediments: relationship with species composition and developmental stages.** *French Guiana: Marine Geology*, v. 208, p. 361-381, 2004.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 486 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, R. A. C.; BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Biometria foliar e herbivoria de espécies do manguezal do estuário do rio Itabapoana, divisa entre os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007.

MARTINS, M. B. G.; MOREIRA, V. L. Caracterização histológica das folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Avicenniaceae). Bebedouro, SP: **Revista Fafibe On Line**, n. 3, 2007.

MEDINA, E.; FRANCISCO, A. M. Osmolaty and $d^{13}C$ of leaves tissues of mangrove species from environments of contrasting rainfall and salinity. **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 45, p. 337-344, 1997.

_____.; GIARRIZZO, T.; MENEZES, M.; CARVALHO-LIRA, M.; CARVALHO, E. A.; PERES, A.; SILVA, B.; VILHENA, R.; REISE, A.; BRAGA, F. C. **Mangal communities of the “Salgado Paraense”**: ecological heterogeneity along the Bragança peninsula assessed through soil and leaf analysis. Pará: Amazoniana, v. 16, n. 3/4, p. 397-416, 2001.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.

MENDONÇA, J. R. A de. **Taxas de decomposição das folhas de *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* no Furo Grande, Bragança – Pará**. Pará: UFPA, 2006, 45f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

MENEZES, L. F. T.; PEIXOTO, A. L. Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 715-724, 2009.

MOORE, W. S. **The subterranean estuary**: a reaction zone of ground water and sea water. *Marine Chemistry*, v. 65, p. 111-125, 1999.

MOREIRA, A. C.; PAIVA, J. F.; BOTELHO, M. J. R. S. Análise das cheias e secas do mangue e do rio Ceará em relação às fases da lua. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES, 5., ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UECE, 8., 1999, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Fortaleza, p. 9, 1999.

MORRISEY, D. J.; SWALES, A.; DITTMANN, S.; MORRISON, M. A.; LOVELOCK, C. E.; BEARD, C. M. The ecology and management of temperate mangroves. **Oceanography and Marine Biology**, v. 48, p. 43-160, 2010.

NAGELKERKEN, I.; FAUNCE, C. H. What makes mangroves attractive to fish? Use of artificial units to test the influence of water depth, cross-shelf location, and presence of root structure. **Estuarine, Coastal and shelf Science**, v. 79, p. 559-565, 2008.

NAIDOO, G. Factors contributing to dwarfing in the mangrove *Avicennia marina*. **Annals of Botany**, v. 97, p. 1095-1101, 2006.

NASCIMENTO, J. B. Fatores que afetam a liberação e a eficiência de parasitóides no controle biológico de insetos-praga. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 550-570, 2011.

NEUMANN, P. M. Rapid and reversible modifications of extension capacity of cell walls in elongating maize leaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. **Plant, Cell and Environment**, v. 16, p. 1107-1114, 1993.

NEVEU, D. **Growth and herbivory of the black mangrove, *Avicennia germinans*, along a salinity gradient**. South Florida: USF, 2013, 49f. Graduate Theses and Dissertations, University of South Florida, South Florida, 2013.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

_____.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2014. 612 p.

OLIVER, J. The geographic and environmental aspects of mangrove communities: Climate. In: CLOUGH, B. F. (Ed.). **Mangrove ecosystems in Australia – structure, function and management**. Canberra, Australia: ANU Press, p. 19-30, 1982.

ORIAN, G. H.; DIRZO, R.; CUSHMAN, J. H.; MEDINA, E.; WRIGHT, J. S. Tropical forests. In: HEYWOOD, V. H. (Ed.). **Global biodiversity assessment. Biodiversity and ecosystem function: ecosystem analyses**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 339-345, 1995.

PARIDA, A. K.; Das A. B.; MOHANTY P. Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 531-542, 2004.

PETRI, D. J. C.; BERNINI, E.; SOUZA, L. M. e REZENDE, C. E. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 107-116, 2011.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407 p.

PRAXEDES, C. L. B.; MELLO, C. F.; OHANA, F. M.; ANJOS, C. R. Análises preliminares da frequência de galhas em plantas de mangue do rio Curuperé-Curuçá (PA). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Curuperé-Curuçá. **Anais...** Curuperé-Curuçá, PA, 1996.

PRICE, P. W. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. **Oikos**, v. 62, p. 244-251, 1991.

PRITCHARD, D. W. What is an estuary: physical viewpoint. In: LAUFF G. H. (Ed.). Estuaries. **American Association for the Advancement of Science**, v. 83, p. 37-44, 1992.

PROFICE, S. R.; KAMEYAMA, C.; CÔRTEZ, A. L. A.; BRAZ, D. M.; INDRIUMAS, A.; VILAR, T.; PESSOA, K.; EZCURRA, C.; WASSHAUSEN, D. 2010. Acanthaceae. In: FORZZA, R. C. et al., (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, p. 570-584, 2010.

RAMAN, A. **Insect-Induced plant galls of Índia: unresolved questions**. Current Science, v. 92, n. 6, p. 748-757, 2007.

RIBEIRO, J. E. L. da S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA-DFID, 1999. 816 p.

RIBEIRO, S. P.; BASSET, Y. **Gall-forming and free-feeding herbivory along vertical gradients in a lowland tropical rainforest**: the importance of leaf sclerophylly. *Ecography*, v. 30, p. 663-672, 2007.

RODRÍGUEZ, D.; KELTJENS, W. G.; GOUDRIAAN, J. Plant leaf area expansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing under low phosphorus conditions. **Plant and Soil**, v. 200, p. 227-240, 1998.

RODRIGUES, K. M. R.; SANTOS JÚNIOR, W. S. D. dos; ROCHA, S. R. S.; ARAÚJO, B. R. N. de. Avaliação dos teores de cátions metálicos encontrados em folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, em zonas de manguezal do município de São Francisco do Conde – BA, comparação de diferentes processos de trituração. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL MANGROVE, 2003, Salvador. **Mangrove 2003**: Connecting research and participative management of estuaries and mangroves, p. 249-249, 2003.

ROSS, S. M. **Toxic metals in soil-plant systems**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 484 p.

SAGERS, C. L. **Manipulation of host plant quality**: herbivores keep leaves in the dark. *Functional Ecology*, v. 6, p. 741-743, 1992.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4. ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SANTOS, I. R.; BURNETT, W. C.; CHANTON, J.; MWASHOTE, B.; SURYAPUTRA, I. G. N. A.; DITTMAR, T. Nutrient biogeochemistry in a Gulf of Mexico subterranean estuary and groundwater derived fluxes to the coastal ocean. **Limnology and Oceanography**, v. 53, p. 705-718, 2008.

SANTOS, L. O. **Disponibilidade de elementos químicos em apicuns e em sedimentos e folhas de manguezais do município de Madre de Deus, Bahia, Brasil**. Salvador: UFBA, 2013. 95f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SANTOS, R. C. O.; FERNANDES, M. E. B.; MARTINS, M. B. Are the species of the genus *Avicennia* L. (Acanthaceae) a “Superhost” plants of gall-inducing arthropods in mangrove forests? In: BARROS, B.; FERNANDES, M. E. B. (Eds.). **Herbivory**, p. 17-32, 2013.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. **Guia para estudos de áreas de manguezal**: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.

_____. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação especial do Instituto Oceanográfico**, v. 7, p. 1-16, 1989.

_____ (coord.). **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2005. 421 p.

SCHULZE, E. D.; E. BECK; MÜLLER-HOHENSTEIN. **Plant Ecology**. Heidelberg, Germany: Springer, 2002. 702 p.

SCHÜÜRMAN, G.; MARKERT, B. **Ecotoxicology**. Amsterdam: John Wiley, 1998. 900 p.

SCHWARZBACH, A. E.; MCDADE, L. A. Phylogenetic relationships of the mangrove family *Avicenniaceae* based on chloroplast and nuclear ribosomal DNA sequences. **Systematic Botany**, v. 27, p. 84-98, 2002.

SERENESKI-DE LIMA, C.; TORRES-BOEGER, M. R.; PELOZZO, A.; SOFFIATTI, P. Esclerofilia em espécies de árvores de mangue do Sul do Brasil. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 84, p. 1159-1166, 2013.

SHABALA, L.; MACKAY, A.; TIAN, Y.; JACOBSEN, S. E.; ZHOU, D.; SHABALA, S. Oxidative stress protection and stomatal patterning as components of salinity tolerance mechanism in quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Physiologia Plantarum**, v. 146, p. 26-38, 2012.

SHIMAKURA, S. E. **Interpretação do coeficiente de correlação**. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

SILVA, M. A. B.; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 465-471, 2005.

SILVA, P. S. D.; ALMEIDA-SANTOS, B.; TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Occurrence of gall complexes along a topographic gradient in an undisturbed lowland forest of central Amazonia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, p. 133-138, 2011.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza/CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, cap. 11, p. 161-180, 2010.

SKOV, M. W.; HARTNOLL, R. G. **Paradoxical selective feeding on a low-nutrient diet**: why do mangrove crabs eat leaves? *Oecologia*, v. 131, p. 1-7, 2002.

SNEDAKER, S. C. **Mangrove species zonation**: why? In: SEN, D. N.; RAJPUROHIT, K. S. (Eds.). *Contributions to the ecology of halophytes*. Netherlands: Springer, v. 2, p. 111-125, 1982.

SOARES, M. L. G. Zonação e as Marés. In: Shaeffer-Novelli, Y. (ed.) **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. 1. ed., SP: Caribbean Ecological Research, p. 23-27, 1995.

_____.; CHAVES, F. O.; ESTRADA, G. C. D.; CAVALCANTE, V. F.; PORTUGAL, A. M. M.; BARBOSA, B. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas (Bahia, Brasil). **Boletim Técnico Científico**, v. 16, n. 5, p. 23-41, 2008.

SORREANO, M. C. M.; RODRIGUES, R. R.; BOARETTO, A. E. **Guia de nutrição para espécies florestais nativas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 254 p.

SOUZA, H. F.; GUEDES, M. L. S.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, E. S. Alguns aspectos fitossociológicos e nutricionais do manguezal da Ilha de Pati, Bahia, Brasil. **Sitientibus**, v. 15, p. 151-165, 1996.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 704 p.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World atlas of mangroves**. London: Earthscan, 2010. 319 p.

STILING, P. D. **Ecology**: theories and applications. 3th ed. New Nersey: Prentice Hall, 1999. 638 p.

STRAUSS, S. Y.; ZANGERL, A. R. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (Eds.). **Plant-animal interactions – An evolutionary approach**. Oxford: Blackwell Publishing Company, p. 77-106, 2002.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD R. **Insects on plants**: community patterns and mechanisms. Oxford: Blackwell Scientific, 1984. 313 p.

SUÁREZ, N.; MEDINA, E. Salinity effects on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans* (L.). **Trees**, v. 19, p. 721-727, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2nd ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 104 p.

_____.; _____. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

_____.; _____. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 413 p.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: USP, 2003. 276 p.

WASEL, Y. **Biology of halophytes**. New York: Academic Press, 1972. 396 p.

WAKUSHIMA, S.; KURAISHI, S.; SAKURAI, N.; SUPAPPIBUL, K.; SIRIPATANADILOK, S. Stable soil pH of thai mangroves in dry and rainy seasons and its relation to zonal distribution of mangroves. **Journal of Plant Research**, v. 107, p. 47-52, 1994.

WANG Y.; NIL N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, p. 623-627, 2000.

WIN, J. R. G.; GORHAM, J. Osmoregulation. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H. (Eds.). **Physiological plant ecology III**. Berlim: Springer, p. 35-58, 1983.

APÊNDICES

Apêndice A – Coordenadas planas (UTM) dos pontos de coleta dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha referente à campanha do mês de maio/2013

Ponto	Rio Una mai/13	Rio Pardo mai/13	Rio Jequitinhonha mai/13
1	X: 8315307 Y: 500002	X: 8263200 Y: 506232	X: 8248482 Y: 514476
2	X: 8314314 Y: 500315	X: 8264226 Y: 506057	X: 8248577 Y: 514797
3	X: 8313336 Y: 500206	X: 8265038 Y: 506057	X: 8249431 Y: 514066
4	X: 8312963 Y: 500159	X: 8265619 Y: 505315	X: 8247496 Y: 513479
5	X: 8308649 Y: 498738	X: 8265371 Y: 504487	X: 8247874 Y: 513093
6	----- -----	----- -----	X: 828409 Y: 513581

Apênde B – Dados morfologia foliar, por amostra, *Avicennia schaueriana*, rio Una

Ponto	Árvore	Folhas	Herbivoria	Necrose	Perfuração	Galha
1	1	30	27	16	20	13
	2	30	29	25	21	11
	3	30	18	17	5	21
Total			74	58	46	45
Percentual			82%	64%	51%	50%
Mínimo			18	16	5	11
Máximo			29	25	21	21
Média			25	19	15	15
s (±)			6	5	9	5
CV (%)			24%	26%	58%	35%
2	1	30	25	9	21	19
	2	30	29	15	21	16
	3	30	19	3	4	17
Total			73	27	46	52
Percentual			81%	30%	51%	58%
Mínimo			19	3	4	16
Máximo			29	15	21	19
Média			24	9	15	17
s (±)			5	6	10	2
CV (%)			21%	67%	64%	9%
3	1	30	25	19	14	6
	2	30	28	15	20	18
	3	30	20	7	5	5
Total			73	41	39	29
Percentual			81%	46%	43%	32%
Mínimo			20	7	5	5
Máximo			28	19	20	18
Média			24	14	13	10
s (±)			4	6	8	7
CV (%)			17%	45%	58%	75%
4	1	30	9	1	6	2
	2	30	21	7	18	15
	3	30	14	2	10	3
Total			44	10	34	20
Percentual			49%	11%	38%	22%
Mínimo			9	1	6	2
Máximo			21	7	18	15
Média			15	3	11	7
s (±)			6	3	6	7
CV (%)			41%	96%	54%	109%
5	1	30	28	3	25	16
	2	30	27	7	23	9
	3	30	15	3	10	5
Total			70	13	58	30
Percentual			78%	14%	64%	33%
Mínimo			15	3	10	5
Máximo			28	7	25	16
Média			23	4	19	10
s (±)			7	2	8	6
CV (%)			31%	53%	42%	56%
% por Manguezal		450	74%	33%	50%	39%

Apêndice C – Dados morfologia foliar, por amostra, *Avicennia schaueriana*, rio Pardo

Ponto	Árvore	Folhas	Herbivoria	Necrose	Perfuração	Galha
1	1	30	22	20	20	11
	2	30	21	14	14	7
	3	30	18	16	16	16
Total			61	50	50	34
Percentual			68%	56%	56%	38%
Mínimo			18	14	14	7
Máximo			22	20	20	16
Média			20	17	17	11
s (±)			2	3	3	5
CV (%)			10%	18%	18%	40%
2	1	30	5	2	2	5
	2	30	10	0	6	1
	3	30	24	19	17	10
Total			39	21	25	16
Percentual			43%	23%	28%	18%
Mínimo			5	0	2	1
Máximo			24	19	17	10
Média			13	7	8	5
s (±)			10	10	8	5
CV (%)			76%	149%	93%	85%
3	1	30	28	21	15	10
	2	30	29	13	27	16
	3	30	30	23	23	15
Total			87	57	65	41
Percentual			97%	63%	72%	46%
Mínimo			28	13	15	10
Máximo			30	23	27	16
Média			29	19	22	14
s (±)			1	5	6	3
CV (%)			3%	28%	28%	24%
4	1	30	24	24	18	15
	2	30	25	22	12	8
	3	30	27	26	21	17
Total			76	72	51	40
Percentual			84%	80%	57%	44%
Mínimo			24	22	12	8
Máximo			27	26	21	17
Média			25	24	17	13
s (±)			2	2	5	5
CV (%)			6%	8%	27%	35%
5	1	30	19	16	14	9
	2	30	7	3	5	5
	3	30	24	15	8	16
Total			50	34	27	30
Percentual			56%	38%	30%	33%
Mínimo			7	3	5	5
Máximo			24	16	14	16
Média			17	11	9	10
s (±)			9	7	5	6
CV (%)			52%	64%	51%	56%
% por Manguezal		450	70%	52%	48%	36%

Apêndice D – Dados morfologia foliar, por amostra, *Avicennia germinans*, rio Jequitinhonha

Ponto	Árvore	Folhas	Herbivoria	Necrose	Perfuração	Galha
1	1	30	30	26	17	13
	2	30	25	16	6	10
	3	30	20	15	2	8
Total			75	57	25	31
Percentual			83%	63%	28%	34%
Mínimo			20	15	2	8
Máximo			30	26	17	13
Média			25	19	8	10
s (±)			5	6	8	3
CV (%)			20%	32%	93%	24%
2	1	30	17	11	9	14
	2	30	14	4	0	3
	3	30	19	7	7	11
Total			50	22	16	28
Percentual			56%	24%	18%	31%
Mínimo			14	4	0	3
Máximo			19	11	9	14
Média			17	7	5	9
s (±)			3	4	5	6
CV (%)			15%	48%	89%	61%
3	1	30	17	15	4	3
	2	30	17	15	0	2
	3	30	20	19	1	3
Total			54	49	5	8
Percentual			60%	54%	6%	9%
Mínimo			17	15	0	2
Máximo			20	19	4	3
Média			18	16	2	3
s (±)			2	2	2	1
CV (%)			10%	14%	125%	22%
4	1	30	14	11	10	14
	2	30	22	12	12	12
	3	30	25	21	10	12
Total			61	44	32	38
Percentual			68%	49%	36%	42%
Mínimo			14	11	10	12
Máximo			25	21	12	14
Média			20	15	11	13
s (±)			6	6	1	1
CV (%)			28%	38%	11%	9%
5	1	30	19	9	3	14
	2	30	10	4	1	5
	3	30	13	2	9	0
Total			42	15	13	19
Percentual			47%	17%	14%	21%
Mínimo			10	2	1	0
Máximo			19	9	9	14
Média			14	5	4	6
s (±)			5	4	4	7
CV (%)			33%	72%	96%	112%
6	1	30	16	12	7	15
	2	30	25	25	2	11
	3	30	18	1	9	17
Total			59	38	18	43
Percentual			66%	42%	20%	48%
Mínimo			16	1	2	11
Máximo			25	25	9	17
Média			20	13	6	14
s (±)			5	12	4	3
CV (%)			24%	95%	60%	21%
% por Manguezal		540	49%	31%	16%	25%

Apêndice E – Dados biometria foliar, por amostra, *Avicennia schaueriana*, rio Una

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.	Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
1	1	1	8,55	4,55	1	2	20	9,80	5,11
1	1	2	7,59	3,89	1	2	21	9,68	4,77
1	1	3	7,47	3,67	1	2	22	8,08	5,07
1	1	4	7,20	4,08	1	2	23	9,96	4,50
1	1	5	7,73	3,92	1	2	24	8,70	4,65
1	1	6	7,56	4,27	1	2	25	7,57	4,61
1	1	7	7,09	3,40	1	2	26	9,75	5,39
1	1	8	8,73	4,12	1	2	27	10,82	5,59
1	1	9	8,16	4,51	1	2	28	11,63	4,85
1	1	10	8,45	4,05	1	2	29	11,52	5,37
1	1	11	6,87	4,12	1	2	30	10,55	4,39
1	1	12	8,22	3,98	1	3	1	10,03	5,11
1	1	13	7,29	4,21	1	3	2	8,74	4,37
1	1	14	7,46	3,71	1	3	3	9,07	4,45
1	1	15	8,23	4,09	1	3	4	9,20	4,66
1	1	16	10,10	5,76	1	3	5	9,14	4,55
1	1	17	8,03	4,61	1	3	6	8,82	3,98
1	1	18	8,85	5,20	1	3	7	8,94	3,98
1	1	19	8,01	4,20	1	3	8	8,58	4,36
1	1	20	6,30	3,44	1	3	9	8,02	4,26
1	1	21	6,47	3,81	1	3	10	8,89	4,76
1	1	22	6,74	3,56	1	3	11	6,98	4,21
1	1	23	6,81	3,86	1	3	12	8,12	4,31
1	1	24	8,50	4,07	1	3	13	7,16	3,77
1	1	25	8,26	3,35	1	3	14	8,25	4,40
1	1	26	6,81	4,24	1	3	15	7,42	4,03
1	1	27	8,81	5,35	1	3	16	7,66	4,09
1	1	28	9,78	5,80	1	3	17	7,18	4,09
1	1	29	8,96	4,85	1	3	18	8,65	4,53
1	1	30	9,40	4,99	1	3	19	8,35	3,93
1	2	1	9,94	4,51	1	3	20	8,22	4,06
1	2	2	9,24	4,72	1	3	21	7,57	3,93
1	2	3	9,24	5,06	1	3	22	9,52	4,23
1	2	4	9,72	5,53	1	3	23	8,20	3,95
1	2	5	9,11	5,19	1	3	24	6,71	3,00
1	2	6	8,93	4,29	1	3	25	7,18	3,06
1	2	7	9,73	5,26	1	3	26	7,52	3,81
1	2	8	9,25	5,11	1	3	27	7,05	3,60
1	2	9	8,26	5,20	1	3	28	7,10	3,60
1	2	10	10,11	4,68	1	3	29	7,87	3,85
1	2	11	10,59	5,49	1	3	30	7,60	3,73
1	2	12	11,43	5,57					
1	2	13	9,18	4,80					
1	2	14	9,93	5,27					
1	2	15	8,73	4,35					
1	2	16	9,13	5,70					
1	2	17	9,51	5,51					
1	2	18	8,80	5,75					
1	2	19	9,68	5,41					

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	1	1	8,82	5,58
2	1	2	9,56	5,85
2	1	3	10,38	6,57
2	1	4	9,27	5,02
2	1	5	10,92	6,18
2	1	6	10,45	6,46
2	1	7	10,04	5,93
2	1	8	9,41	5,69
2	1	9	9,78	5,58
2	1	10	10,25	6,50
2	1	11	8,33	5,64
2	1	12	10,04	5,89
2	1	13	7,13	3,98
2	1	14	8,16	4,86
2	1	15	9,21	5,43
2	1	16	8,54	4,96
2	1	17	10,13	5,87
2	1	18	6,89	4,71
2	1	19	9,71	5,36
2	1	20	8,43	5,09
2	1	21	8,68	5,14
2	1	22	7,72	4,14
2	1	23	8,18	4,72
2	1	24	10,19	5,88
2	1	25	9,42	5,63
2	1	26	9,38	5,68
2	1	27	8,49	5,02
2	1	28	9,35	5,26
2	1	29	8,10	4,59
2	1	30	7,74	5,06
2	2	1	10,91	6,68
2	2	2	9,46	5,22
2	2	3	11,56	5,76
2	2	4	8,26	6,06
2	2	5	9,82	4,90
2	2	6	8,26	4,22
2	2	7	9,93	5,19
2	2	8	10,99	6,10
2	2	9	10,72	5,34
2	2	10	8,11	3,68
2	2	11	11,17	5,31
2	2	12	8,71	4,41
2	2	13	8,62	4,34
2	2	14	8,04	4,13
2	2	15	9,07	4,49
2	2	16	5,47	4,07
2	2	17	8,43	5,02
2	2	18	11,45	6,40
2	2	19	10,12	5,27

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	2	20	10,71	4,71
2	2	21	9,87	5,04
2	2	22	10,26	5,51
2	2	23	10,42	6,20
2	2	24	12,36	6,77
2	2	25	10,35	5,77
2	2	26	7,94	4,54
2	2	27	7,82	4,34
2	2	28	8,50	4,18
2	2	29	5,46	4,16
2	2	30	5,51	3,29
2	3	1	10,68	5,08
2	3	2	11,65	5,75
2	3	3	8,57	4,34
2	3	4	9,22	4,47
2	3	5	9,44	4,81
2	3	6	10,08	4,72
2	3	7	9,39	4,41
2	3	8	11,10	5,40
2	3	9	11,52	5,98
2	3	10	11,92	5,59
2	3	11	10,33	4,78
2	3	12	9,28	4,45
2	3	13	10,88	6,26
2	3	14	8,94	5,06
2	3	15	10,32	5,47
2	3	16	9,78	5,22
2	3	17	11,31	5,20
2	3	18	10,90	5,18
2	3	19	9,98	5,15
2	3	20	10,39	5,75
2	3	21	10,01	5,93
2	3	22	9,71	5,94
2	3	23	10,61	6,05
2	3	24	8,65	4,04
2	3	25	8,69	4,02
2	3	26	9,34	5,58
2	3	27	8,91	4,01
2	3	28	8,12	3,12
2	3	29	9,39	5,15
2	3	30	9,95	4,96

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	1	1	9,55	4,80
3	1	2	9,72	4,60
3	1	3	10,16	4,73
3	1	4	9,20	4,65
3	1	5	10,77	5,40
3	1	6	9,57	5,00
3	1	7	9,49	5,42
3	1	8	8,62	4,10
3	1	9	10,11	5,42
3	1	10	10,04	5,22
3	1	11	9,37	4,52
3	1	12	9,12	4,27
3	1	13	6,37	3,12
3	1	14	6,19	3,51
3	1	15	5,19	3,41
3	1	16	8,46	4,34
3	1	17	8,00	4,15
3	1	18	9,27	4,59
3	1	19	9,26	4,30
3	1	20	9,20	4,52
3	1	21	7,90	4,27
3	1	22	8,10	4,13
3	1	23	8,19	3,68
3	1	24	9,07	4,84
3	1	25	8,62	4,03
3	1	26	8,18	4,48
3	1	27	7,84	3,85
3	1	28	7,90	3,30
3	1	29	7,44	4,38
3	1	30	7,31	3,78
3	2	1	13,10	8,13
3	2	2	12,18	7,25
3	2	3	12,85	7,46
3	2	4	12,47	7,26
3	2	5	11,68	6,32
3	2	6	10,74	6,15
3	2	7	10,18	6,06
3	2	8	10,56	6,37
3	2	9	9,93	5,57
3	2	10	9,46	6,22
3	2	11	8,86	5,42
3	2	12	9,16	5,00
3	2	13	8,09	4,65
3	2	14	8,70	4,96
3	2	15	8,97	4,96
3	2	16	5,74	3,13
3	2	17	7,65	4,60
3	2	18	6,78	3,67
3	2	19	7,15	4,90

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	2	20	7,84	4,44
3	2	21	7,20	5,35
3	2	22	7,70	4,90
3	2	23	7,80	4,61
3	2	24	8,31	4,92
3	2	25	10,40	4,77
3	2	26	8,89	3,93
3	2	27	8,88	5,23
3	2	28	9,54	5,74
3	2	29	11,48	6,94
3	2	30	12,29	6,54
3	3	1	9,40	5,45
3	3	2	9,60	4,90
3	3	3	9,00	5,33
3	3	4	7,90	4,46
3	3	5	7,83	4,34
3	3	6	7,12	3,79
3	3	7	6,72	3,66
3	3	8	7,70	4,51
3	3	9	9,01	5,12
3	3	10	8,23	5,24
3	3	11	7,68	4,33
3	3	12	7,79	4,67
3	3	13	8,17	4,87
3	3	14	8,12	4,74
3	3	15	6,50	3,60
3	3	16	6,63	3,75
3	3	17	6,90	3,43
3	3	18	6,98	3,82
3	3	19	8,12	4,74
3	3	20	7,69	4,35
3	3	21	8,80	4,84
3	3	22	8,70	4,80
3	3	23	8,82	4,66
3	3	24	7,86	4,29
3	3	25	7,96	4,55
3	3	26	8,13	4,86
3	3	27	7,32	4,32
3	3	28	9,00	5,37
3	3	29	8,68	4,87
3	3	30	8,52	4,63

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	1	1	9,00	5,07
4	1	2	9,44	4,72
4	1	3	9,19	4,87
4	1	4	8,12	4,23
4	1	5	7,89	4,31
4	1	6	8,42	4,67
4	1	7	8,09	3,93
4	1	8	7,82	3,99
4	1	9	8,25	4,06
4	1	10	7,24	4,34
4	1	11	7,57	4,44
4	1	12	7,40	3,83
4	1	13	7,95	4,09
4	1	14	8,17	4,34
4	1	15	8,03	4,18
4	1	16	7,69	3,55
4	1	17	7,40	4,50
4	1	18	7,93	4,23
4	1	19	7,77	4,24
4	1	20	7,65	4,01
4	1	21	7,91	4,16
4	1	22	7,23	3,84
4	1	23	7,39	3,59
4	1	24	6,57	3,46
4	1	25	7,22	3,53
4	1	26	7,03	3,73
4	1	27	6,54	3,94
4	1	28	6,64	3,69
4	1	29	6,96	3,69
4	1	30	6,65	3,17
4	2	1	11,36	5,62
4	2	2	10,56	5,78
4	2	3	9,87	5,46
4	2	4	9,75	5,47
4	2	5	11,09	5,43
4	2	6	9,73	5,66
4	2	7	10,64	4,32
4	2	8	10,64	4,87
4	2	9	9,62	5,38
4	2	10	10,41	5,43
4	2	11	10,96	5,28
4	2	12	9,61	4,80
4	2	13	11,60	5,42
4	2	14	10,72	5,06
4	2	15	8,95	4,99
4	2	16	9,23	4,21
4	2	17	8,82	4,99
4	2	18	8,80	4,16
4	2	19	8,80	4,23

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	2	20	9,19	4,10
4	2	21	8,42	4,11
4	2	22	8,47	4,30
4	2	23	8,54	3,88
4	2	24	7,06	3,78
4	2	25	6,85	4,17
4	2	26	7,03	3,82
4	2	27	6,38	3,94
4	2	28	6,50	3,99
4	2	29	7,01	3,86
4	2	30	7,25	3,89
4	3	1	10,17	5,97
4	3	2	10,38	6,20
4	3	3	9,09	5,20
4	3	4	8,37	4,50
4	3	5	8,49	4,19
4	3	6	8,50	4,31
4	3	7	7,91	4,32
4	3	8	8,66	5,28
4	3	9	7,39	5,04
4	3	10	7,93	4,78
4	3	11	7,47	3,91
4	3	12	7,02	4,39
4	3	13	7,48	3,69
4	3	14	8,36	4,35
4	3	15	7,60	4,78
4	3	16	7,87	4,31
4	3	17	7,32	4,31
4	3	18	7,70	4,15
4	3	19	7,48	4,07
4	3	20	9,31	5,92
4	3	21	6,65	3,48
4	3	22	7,35	4,33
4	3	23	7,71	4,33
4	3	24	7,50	4,19
4	3	25	7,90	4,34
4	3	26	6,36	3,76
4	3	27	6,91	3,61
4	3	28	5,15	2,69
4	3	29	6,30	3,78
4	3	30	6,90	3,99

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	1	1	12,49	6,74
5	1	2	9,52	5,92
5	1	3	12,60	7,74
5	1	4	10,87	5,52
5	1	5	10,30	5,15
5	1	6	11,51	5,54
5	1	7	9,43	6,00
5	1	8	9,64	5,28
5	1	9	9,42	5,68
5	1	10	10,71	5,69
5	1	11	9,67	5,48
5	1	12	9,84	4,98
5	1	13	10,47	4,16
5	1	14	10,32	4,60
5	1	15	9,76	3,95
5	1	16	9,08	5,03
5	1	17	10,21	6,20
5	1	18	10,40	5,75
5	1	19	9,05	6,22
5	1	20	9,02	4,93
5	1	21	9,38	5,33
5	1	22	8,96	5,96
5	1	23	8,06	6,09
5	1	24	6,86	5,48
5	1	25	8,76	5,00
5	1	26	10,70	5,74
5	1	27	9,64	4,92
5	1	28	8,89	4,50
5	1	29	9,00	4,63
5	1	30	9,03	4,92
5	2	1	12,65	7,41
5	2	2	11,86	6,97
5	2	3	11,76	5,58
5	2	4	11,78	6,21
5	2	5	10,87	5,21
5	2	6	11,68	6,02
5	2	7	11,76	6,02
5	2	8	11,76	6,66
5	2	9	11,61	6,30
5	2	10	12,14	6,30
5	2	11	12,14	6,08
5	2	12	10,90	6,85
5	2	13	11,91	6,23
5	2	14	11,40	6,06
5	2	15	11,49	6,18
5	2	16	11,49	6,10
5	2	17	10,56	5,57
5	2	18	10,57	5,11
5	2	19	10,81	5,38

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	2	20	10,51	5,55
5	2	21	10,65	5,07
5	2	22	10,75	4,79
5	2	23	10,12	5,46
5	2	24	10,12	4,74
5	2	25	9,98	5,12
5	2	26	9,51	4,94
5	2	27	9,47	5,17
5	2	28	9,83	5,47
5	2	29	10,39	5,49
5	2	30	9,01	5,97
5	3	1	12,00	7,10
5	3	2	11,80	6,75
5	3	3	11,50	6,28
5	3	4	11,02	6,17
5	3	5	11,01	6,20
5	3	6	11,50	6,02
5	3	7	10,13	5,42
5	3	8	10,50	5,60
5	3	9	11,60	6,30
5	3	10	11,52	6,19
5	3	11	11,10	6,20
5	3	12	12,14	6,70
5	3	13	11,62	6,30
5	3	14	11,30	6,09
5	3	15	12,01	6,70
5	3	16	10,40	5,70
5	3	17	10,32	5,52
5	3	18	10,28	5,50
5	3	19	9,83	5,00
5	3	20	9,02	5,00
5	3	21	9,30	4,92
5	3	22	9,51	5,00
5	3	23	10,02	5,01
5	3	24	9,83	5,01
5	3	25	9,16	4,98
5	3	26	10,01	5,80
5	3	27	9,30	4,78
5	3	28	9,00	5,50
5	3	29	10,13	5,60
5	3	30	9,05	5,50

Apêndice F – Dados biometria foliar, por amostra, *Avicennia schaueriana*, rio Pardo

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.	Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
1	1	1	13,11	7,30	1	2	20	9,77	4,36
1	1	2	12,88	6,80	1	2	21	9,16	5,39
1	1	3	11,02	6,25	1	2	22	8,30	3,73
1	1	4	11,19	5,98	1	2	23	8,13	4,31
1	1	5	10,43	5,66	1	2	24	7,94	3,54
1	1	6	10,55	5,28	1	2	25	7,12	3,60
1	1	7	10,54	5,11	1	2	26	6,56	3,96
1	1	8	10,04	5,48	1	2	27	7,19	4,32
1	1	9	9,79	5,75	1	2	28	7,89	4,31
1	1	10	10,88	5,36	1	2	29	8,84	3,79
1	1	11	10,44	4,98	1	2	30	6,71	4,18
1	1	12	9,94	4,98	1	3	1	11,10	5,31
1	1	13	9,89	5,15	1	3	2	10,85	5,65
1	1	14	9,70	5,15	1	3	3	11,47	5,67
1	1	15	10,54	5,39	1	3	4	10,81	5,14
1	1	16	9,84	5,00	1	3	5	9,36	4,01
1	1	17	9,72	5,10	1	3	6	9,86	5,03
1	1	18	8,73	4,18	1	3	7	9,40	4,91
1	1	19	8,03	4,47	1	3	8	8,22	4,91
1	1	20	8,64	4,78	1	3	9	8,42	4,00
1	1	21	7,41	4,42	1	3	10	7,16	4,19
1	1	22	7,44	4,20	1	3	11	7,33	4,43
1	1	23	8,81	4,05	1	3	12	6,57	4,70
1	1	24	7,38	5,19	1	3	13	7,48	3,96
1	1	25	7,40	4,67	1	3	14	6,96	4,78
1	1	26	7,55	3,86	1	3	15	7,89	4,00
1	1	27	8,00	3,68	1	3	16	7,52	3,71
1	1	28	7,47	3,02	1	3	17	7,75	4,27
1	1	29	6,58	3,58	1	3	18	7,54	4,21
1	1	30	6,58	3,00	1	3	19	7,71	3,81
1	2	1	10,01	4,80	1	3	20	7,91	3,25
1	2	2	10,25	4,80	1	3	21	8,17	3,71
1	2	3	10,35	4,71	1	3	22	6,53	3,13
1	2	4	10,83	5,09	1	3	23	6,67	3,99
1	2	5	10,97	4,47	1	3	24	6,63	3,79
1	2	6	10,31	5,24	1	3	25	6,78	3,87
1	2	7	10,57	5,56	1	3	26	6,18	2,78
1	2	8	9,80	4,91	1	3	27	5,72	2,99
1	2	9	10,03	5,92	1	3	28	5,59	2,63
1	2	10	9,17	5,68	1	3	29	3,72	2,47
1	2	11	9,31	4,79	1	3	30	4,39	3,09
1	2	12	9,31	4,78					
1	2	13	9,25	4,87					
1	2	14	9,22	4,57					
1	2	15	9,35	4,57					
1	2	16	8,72	4,52					
1	2	17	8,72	4,52					
1	2	18	8,95	4,52					
1	2	19	8,95	4,86					

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	1	1	11,58	5,71
2	1	2	11,57	5,77
2	1	3	11,29	5,75
2	1	4	11,13	5,51
2	1	5	11,44	5,36
2	1	6	10,05	5,36
2	1	7	9,48	5,28
2	1	8	9,48	5,38
2	1	9	9,51	4,76
2	1	10	9,45	4,11
2	1	11	8,83	4,70
2	1	12	8,50	4,09
2	1	13	9,70	4,06
2	1	14	9,33	3,83
2	1	15	7,91	4,43
2	1	16	7,17	4,23
2	1	17	7,08	3,47
2	1	18	7,75	3,61
2	1	19	6,95	3,77
2	1	20	7,30	3,47
2	1	21	7,37	3,78
2	1	22	7,73	4,08
2	1	23	7,80	3,57
2	1	24	7,23	3,39
2	1	25	7,18	3,40
2	1	26	7,06	3,91
2	1	27	6,59	3,63
2	1	28	7,21	3,29
2	1	29	7,10	3,49
2	1	30	5,45	4,05
2	2	1	8,17	4,12
2	2	2	7,90	4,29
2	2	3	10,02	5,11
2	2	4	8,25	3,32
2	2	5	6,85	4,29
2	2	6	8,52	4,77
2	2	7	9,64	4,76
2	2	8	7,90	3,42
2	2	9	7,87	3,42
2	2	10	11,55	5,61
2	2	11	10,62	5,06
2	2	12	10,53	5,48
2	2	13	9,46	4,68
2	2	14	7,90	3,61
2	2	15	7,77	3,49
2	2	16	8,04	3,77
2	2	17	9,50	4,38
2	2	18	8,02	3,23
2	2	19	9,15	4,69

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	2	20	11,58	5,04
2	2	21	8,70	4,55
2	2	22	8,32	4,19
2	2	23	8,70	4,29
2	2	24	9,00	4,18
2	2	25	8,58	4,57
2	2	26	7,03	3,09
2	2	27	8,60	4,51
2	2	28	8,90	4,79
2	2	29	8,98	4,73
2	2	30	10,60	5,64
2	3	1	13,38	7,53
2	3	2	13,38	7,10
2	3	3	13,09	7,10
2	3	4	12,74	6,28
2	3	5	12,74	6,21
2	3	6	12,93	6,09
2	3	7	12,03	6,32
2	3	8	11,25	6,81
2	3	9	11,04	5,87
2	3	10	10,74	5,58
2	3	11	11,55	5,58
2	3	12	10,83	5,43
2	3	13	11,08	6,08
2	3	14	10,56	5,14
2	3	15	10,35	6,62
2	3	16	9,96	5,94
2	3	17	8,50	5,37
2	3	18	8,88	5,26
2	3	19	9,40	4,90
2	3	20	7,68	6,10
2	3	21	10,28	4,76
2	3	22	9,10	5,70
2	3	23	7,75	5,70
2	3	24	7,90	3,80
2	3	25	6,93	3,72
2	3	26	6,68	3,50
2	3	27	5,84	3,69
2	3	28	5,88	3,39
2	3	29	5,02	3,24
2	3	30	5,17	3,14

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	1	1	10,02	5,41
3	1	2	9,88	5,41
3	1	3	11,63	5,72
3	1	4	10,35	5,18
3	1	5	9,61	4,74
3	1	6	10,84	5,39
3	1	7	10,98	5,58
3	1	8	9,61	4,35
3	1	9	9,25	4,59
3	1	10	9,78	4,59
3	1	11	9,21	4,07
3	1	12	7,05	4,65
3	1	13	8,28	4,11
3	1	14	8,57	4,48
3	1	15	8,69	4,22
3	1	16	9,04	4,78
3	1	17	8,22	4,01
3	1	18	7,78	4,78
3	1	19	8,44	4,49
3	1	20	7,63	4,60
3	1	21	5,30	2,73
3	1	22	5,77	2,73
3	1	23	6,63	3,56
3	1	24	6,73	5,20
3	1	25	6,20	4,02
3	1	26	7,60	4,02
3	1	27	5,88	4,41
3	1	28	6,86	3,40
3	1	29	7,04	4,58
3	1	30	7,26	3,94
3	2	1	10,69	5,92
3	2	2	10,46	5,92
3	2	3	10,79	4,87
3	2	4	10,31	5,13
3	2	5	10,48	5,20
3	2	6	9,80	6,47
3	2	7	10,29	6,37
3	2	8	10,29	5,46
3	2	9	9,45	4,56
3	2	10	10,63	4,99
3	2	11	10,81	5,41
3	2	12	10,16	4,67
3	2	13	8,74	5,03
3	2	14	7,96	4,83
3	2	15	7,85	5,52
3	2	16	8,24	4,64
3	2	17	8,91	4,65
3	2	18	7,99	5,01
3	2	19	8,55	4,77

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	2	20	9,98	5,37
3	2	21	9,28	5,91
3	2	22	9,28	4,93
3	2	23	9,28	4,58
3	2	24	9,03	4,10
3	2	25	9,00	4,00
3	2	26	9,80	4,90
3	2	27	9,40	4,52
3	2	28	9,29	5,09
3	2	29	8,60	4,42
3	2	30	9,20	4,23
3	3	1	12,24	5,68
3	3	2	10,85	4,47
3	3	3	9,83	5,34
3	3	4	9,83	5,52
3	3	5	9,83	5,16
3	3	6	9,84	5,24
3	3	7	10,93	4,46
3	3	8	10,07	4,73
3	3	9	10,50	5,49
3	3	10	10,98	6,31
3	3	11	9,57	6,56
3	3	12	9,42	5,56
3	3	13	10,07	5,24
3	3	14	9,87	4,99
3	3	15	8,72	3,72
3	3	16	9,14	4,72
3	3	17	9,12	4,09
3	3	18	10,79	5,64
3	3	19	7,59	5,95
3	3	20	9,76	5,27
3	3	21	8,26	3,99
3	3	22	7,84	4,72
3	3	23	8,37	4,56
3	3	24	9,03	3,88
3	3	25	8,96	5,01
3	3	26	9,51	4,22
3	3	27	9,76	4,19
3	3	28	8,89	4,09
3	3	29	7,20	4,92
3	3	30	7,38	3,98

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	1	1	12,52	6,41
4	1	2	12,20	5,44
4	1	3	11,53	6,53
4	1	4	11,95	6,56
4	1	5	11,47	6,21
4	1	6	11,16	5,82
4	1	7	9,98	5,85
4	1	8	9,98	5,85
4	1	9	9,96	5,85
4	1	10	10,35	5,85
4	1	11	10,51	5,06
4	1	12	10,01	5,83
4	1	13	9,82	5,03
4	1	14	9,80	5,66
4	1	15	9,80	4,65
4	1	16	8,99	4,50
4	1	17	8,86	4,97
4	1	18	8,53	4,93
4	1	19	8,89	4,61
4	1	20	8,31	5,47
4	1	21	8,39	4,78
4	1	22	7,76	3,86
4	1	23	7,24	4,11
4	1	24	8,14	4,53
4	1	25	7,51	4,19
4	1	26	8,82	4,53
4	1	27	6,54	4,51
4	1	28	7,17	4,21
4	1	29	7,13	3,76
4	1	30	6,25	3,22
4	2	1	11,78	6,13
4	2	2	11,83	6,13
4	2	3	11,53	6,25
4	2	4	11,30	5,90
4	2	5	10,90	5,08
4	2	6	10,69	5,48
4	2	7	10,30	5,24
4	2	8	10,12	5,48
4	2	9	10,30	5,48
4	2	10	10,22	5,62
4	2	11	10,49	5,62
4	2	12	9,88	5,28
4	2	13	10,28	4,58
4	2	14	10,16	4,71
4	2	15	9,29	4,98
4	2	16	9,82	4,39
4	2	17	9,29	5,11
4	2	18	9,30	4,31
4	2	19	8,88	4,31

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	2	20	8,65	4,31
4	2	21	8,45	5,06
4	2	22	9,05	5,16
4	2	23	8,41	5,51
4	2	24	9,36	4,35
4	2	25	8,96	4,83
4	2	26	8,87	4,47
4	2	27	7,90	3,94
4	2	28	7,01	3,06
4	2	29	6,93	3,83
4	2	30	6,75	3,12
4	3	1	12,37	6,56
4	3	2	12,37	5,52
4	3	3	11,69	6,39
4	3	4	11,92	6,53
4	3	5	11,51	6,00
4	3	6	11,19	5,77
4	3	7	10,05	5,76
4	3	8	10,03	5,90
4	3	9	9,83	5,58
4	3	10	10,18	5,87
4	3	11	10,52	5,88
4	3	12	10,21	5,08
4	3	13	9,97	5,88
4	3	14	9,83	4,88
4	3	15	9,61	5,06
4	3	16	8,90	5,77
4	3	17	9,05	4,56
4	3	18	8,44	4,99
4	3	19	8,57	4,94
4	3	20	8,15	4,53
4	3	21	8,44	5,54
4	3	22	8,52	4,79
4	3	23	7,80	3,82
4	3	24	7,26	4,07
4	3	25	7,76	4,57
4	3	26	7,52	4,17
4	3	27	7,94	5,44
4	3	28	6,71	4,48
4	3	29	7,17	3,74
4	3	30	7,17	3,24

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	1	1	10,24	4,49
5	1	2	9,24	4,45
5	1	3	9,14	4,05
5	1	4	9,03	3,85
5	1	5	9,58	3,97
5	1	6	9,58	3,34
5	1	7	9,58	3,80
5	1	8	8,03	3,90
5	1	9	7,21	3,46
5	1	10	7,06	3,07
5	1	11	6,97	2,87
5	1	12	6,97	3,18
5	1	13	6,47	2,68
5	1	14	5,96	2,90
5	1	15	5,91	2,88
5	1	16	6,31	3,05
5	1	17	5,99	2,39
5	1	18	5,89	2,34
5	1	19	5,93	2,98
5	1	20	6,66	2,88
5	1	21	6,12	2,78
5	1	22	6,40	3,33
5	1	23	7,36	3,69
5	1	24	6,46	3,16
5	1	25	5,44	2,55
5	1	26	5,44	2,55
5	1	27	5,44	2,55
5	1	28	5,44	2,49
5	1	29	4,79	2,46
5	1	30	4,08	2,31
5	2	1	9,75	4,75
5	2	2	9,76	4,56
5	2	3	9,40	4,07
5	2	4	8,83	4,34
5	2	5	10,06	4,44
5	2	6	8,44	4,12
5	2	7	8,46	3,92
5	2	8	8,42	4,08
5	2	9	8,83	3,77
5	2	10	8,62	3,92
5	2	11	8,61	4,10
5	2	12	9,04	4,10
5	2	13	8,23	3,86
5	2	14	7,98	3,35
5	2	15	7,28	3,72
5	2	16	8,34	3,61
5	2	17	8,33	3,79
5	2	18	7,96	3,43
5	2	19	7,76	3,44

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	2	20	7,15	3,69
5	2	21	7,74	3,62
5	2	22	7,73	3,61
5	2	23	7,18	3,52
5	2	24	6,70	3,21
5	2	25	6,03	2,92
5	2	26	6,44	3,35
5	2	27	6,79	2,92
5	2	28	6,63	2,94
5	2	29	5,87	2,88
5	2	30	5,94	2,87
5	3	1	11,41	5,52
5	3	2	11,70	5,78
5	3	3	11,28	5,64
5	3	4	10,49	5,51
5	3	5	9,70	5,86
5	3	6	9,93	5,63
5	3	7	9,93	5,27
5	3	8	8,77	5,60
5	3	9	8,16	4,65
5	3	10	9,07	3,91
5	3	11	8,69	4,36
5	3	12	8,16	4,21
5	3	13	7,84	3,88
5	3	14	8,73	3,88
5	3	15	8,35	4,01
5	3	16	9,10	4,01
5	3	17	8,85	4,01
5	3	18	7,99	4,70
5	3	19	7,99	4,85
5	3	20	6,94	4,63
5	3	21	7,32	4,41
5	3	22	8,58	3,99
5	3	23	7,54	3,99
5	3	24	6,97	3,72
5	3	25	6,72	3,40
5	3	26	8,25	3,93
5	3	27	6,25	3,93
5	3	28	4,19	2,93
5	3	29	5,80	3,20
5	3	30	6,13	4,00

Apêndice G – Dados biometria foliar, por amostra, *Avicennia germinans*, rio Jequitinhonha

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
1	1	1	18,69	3,67
1	1	2	18,01	3,50
1	1	3	16,48	3,17
1	1	4	16,34	2,88
1	1	5	15,26	2,66
1	1	6	14,76	3,26
1	1	7	15,77	3,65
1	1	8	14,79	3,95
1	1	9	14,42	3,77
1	1	10	15,70	3,57
1	1	11	15,34	2,96
1	1	12	14,40	2,67
1	1	13	14,80	3,22
1	1	14	13,40	3,44
1	1	15	12,85	3,84
1	1	16	13,42	3,64
1	1	17	12,39	2,89
1	1	18	14,77	3,89
1	1	19	13,44	3,90
1	1	20	13,45	3,70
1	1	21	12,55	3,78
1	1	22	12,72	3,24
1	1	23	12,02	3,36
1	1	24	13,50	3,04
1	1	25	11,59	2,85
1	1	26	13,06	2,96
1	1	27	12,81	2,66
1	1	28	10,46	3,46
1	1	29	11,39	3,57
1	1	30	11,98	3,30
1	2	1	16,34	3,27
1	2	2	16,00	3,82
1	2	3	14,57	2,80
1	2	4	13,52	3,42
1	2	5	14,57	2,55
1	2	6	17,02	2,93
1	2	7	19,00	2,96
1	2	8	19,18	2,53
1	2	9	15,34	2,74
1	2	10	13,39	2,66
1	2	11	14,00	2,62
1	2	12	13,53	3,20
1	2	13	12,18	2,92
1	2	14	12,72	3,50
1	2	15	12,84	4,39
1	2	16	14,11	3,19
1	2	17	13,26	2,46
1	2	18	13,98	2,52
1	2	19	14,06	2,42

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
1	2	20	13,19	2,55
1	2	21	12,44	2,97
1	2	22	13,97	2,83
1	2	23	11,93	2,54
1	2	24	15,02	2,66
1	2	25	17,02	3,26
1	2	26	15,84	3,36
1	2	27	14,34	3,30
1	2	28	13,86	3,04
1	2	29	13,92	2,89
1	2	30	12,90	3,16
1	3	1	17,85	2,80
1	3	2	17,42	2,96
1	3	3	16,73	3,34
1	3	4	15,70	2,53
1	3	5	15,72	2,54
1	3	6	15,35	3,46
1	3	7	15,34	2,89
1	3	8	15,20	3,32
1	3	9	13,40	2,61
1	3	10	14,62	2,71
1	3	11	14,33	3,25
1	3	12	13,56	2,93
1	3	13	14,40	3,40
1	3	14	15,70	2,75
1	3	15	14,31	3,40
1	3	16	13,90	2,88
1	3	17	11,90	2,80
1	3	18	13,22	2,51
1	3	19	15,34	2,42
1	3	20	14,44	3,02
1	3	21	11,20	2,24
1	3	22	13,14	2,47
1	3	23	13,61	2,81
1	3	24	14,56	2,63
1	3	25	13,85	2,85
1	3	26	11,76	2,43
1	3	27	13,81	2,97
1	3	28	13,95	2,93
1	3	29	15,31	3,18
1	3	30	14,76	2,94

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	1	1	17,92	2,81
2	1	2	17,34	2,96
2	1	3	16,35	2,83
2	1	4	15,36	2,45
2	1	5	15,34	2,39
2	1	6	15,17	3,09
2	1	7	16,34	2,72
2	1	8	14,65	3,03
2	1	9	14,65	3,04
2	1	10	14,76	2,91
2	1	11	14,73	2,53
2	1	12	14,01	3,36
2	1	13	14,11	2,89
2	1	14	13,49	2,45
2	1	15	13,77	3,06
2	1	16	13,87	2,08
2	1	17	12,93	3,36
2	1	18	12,64	2,50
2	1	19	14,56	2,33
2	1	20	11,92	2,93
2	1	21	12,34	2,73
2	1	22	13,04	2,35
2	1	23	13,38	2,69
2	1	24	13,38	3,42
2	1	25	11,81	2,43
2	1	26	12,63	2,62
2	1	27	10,86	3,09
2	1	28	9,98	3,24
2	1	29	11,27	2,39
2	1	30	11,99	2,10
2	2	1	20,30	3,06
2	2	2	19,80	2,75
2	2	3	19,75	2,76
2	2	4	19,01	3,49
2	2	5	19,00	2,75
2	2	6	19,00	3,71
2	2	7	19,20	3,61
2	2	8	19,75	3,04
2	2	9	15,90	2,72
2	2	10	15,60	3,15
2	2	11	16,40	2,79
2	2	12	15,34	3,80
2	2	13	15,35	3,48
2	2	14	15,34	2,53
2	2	15	15,12	2,96
2	2	16	14,63	2,93
2	2	17	17,50	2,89
2	2	18	18,10	2,32
2	2	19	17,50	2,45

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
2	2	20	18,34	2,86
2	2	21	17,60	3,10
2	2	22	17,58	3,25
2	2	23	16,34	3,30
2	2	24	15,22	2,76
2	2	25	14,89	2,86
2	2	26	13,16	2,65
2	2	27	13,83	2,78
2	2	28	13,20	2,93
2	2	29	14,28	3,15
2	2	30	15,10	2,55
2	3	1	14,27	2,73
2	3	2	14,28	2,73
2	3	3	12,18	3,01
2	3	4	13,04	2,56
2	3	5	14,04	3,17
2	3	6	13,57	2,29
2	3	7	15,40	2,34
2	3	8	12,41	2,51
2	3	9	11,15	4,06
2	3	10	13,67	3,44
2	3	11	14,71	3,09
2	3	12	13,97	3,77
2	3	13	13,92	3,69
2	3	14	12,42	3,27
2	3	15	12,94	3,61
2	3	16	11,99	2,42
2	3	17	12,61	2,47
2	3	18	12,61	3,36
2	3	19	12,86	3,27
2	3	20	14,04	3,72
2	3	21	14,95	3,69
2	3	22	13,11	3,81
2	3	23	12,02	4,66
2	3	24	10,60	4,37
2	3	25	12,87	2,98
2	3	26	13,75	2,82
2	3	27	10,72	2,98
2	3	28	11,94	2,87
2	3	29	11,76	2,87
2	3	30	12,09	3,32

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	1	1	11,05	2,25
3	1	2	10,76	2,14
3	1	3	10,35	1,86
3	1	4	9,41	2,24
3	1	5	10,71	2,18
3	1	6	8,20	2,26
3	1	7	10,70	2,23
3	1	8	9,01	2,05
3	1	9	10,78	1,85
3	1	10	10,46	1,78
3	1	11	10,91	2,14
3	1	12	7,92	1,69
3	1	13	8,13	1,95
3	1	14	9,68	2,23
3	1	15	9,25	2,16
3	1	16	9,37	1,77
3	1	17	7,92	1,67
3	1	18	10,84	2,04
3	1	19	8,72	2,20
3	1	20	9,82	2,00
3	1	21	10,06	1,90
3	1	22	10,75	2,04
3	1	23	8,33	2,67
3	1	24	9,51	2,16
3	1	25	11,14	2,27
3	1	26	6,93	1,77
3	1	27	11,04	2,15
3	1	28	10,41	1,56
3	1	29	10,34	1,84
3	1	30	6,53	2,07
3	2	1	12,01	1,81
3	2	2	12,56	2,04
3	2	3	13,59	2,31
3	2	4	12,33	1,98
3	2	5	13,19	2,26
3	2	6	12,73	2,11
3	2	7	10,40	1,97
3	2	8	12,46	2,10
3	2	9	11,79	2,02
3	2	10	11,07	1,87
3	2	11	9,61	2,16
3	2	12	10,25	1,81
3	2	13	11,04	1,84
3	2	14	12,27	2,24
3	2	15	11,84	1,81
3	2	16	12,20	2,29
3	2	17	13,24	2,08
3	2	18	14,20	1,93
3	2	19	12,73	1,82

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
3	2	20	12,77	2,41
3	2	21	10,53	2,06
3	2	22	10,53	2,45
3	2	23	8,37	2,37
3	2	24	10,61	2,21
3	2	25	10,54	2,36
3	2	26	10,90	2,10
3	2	27	10,91	2,19
3	2	28	9,29	1,83
3	2	29	9,15	1,40
3	2	30	8,77	2,07
3	3	1	22,93	2,36
3	3	2	12,74	2,76
3	3	3	12,72	2,76
3	3	4	11,84	2,66
3	3	5	10,07	2,33
3	3	6	6,97	2,49
3	3	7	6,56	2,07
3	3	8	7,32	2,01
3	3	9	7,62	1,80
3	3	10	13,28	2,17
3	3	11	7,41	2,41
3	3	12	7,41	2,28
3	3	13	7,54	2,33
3	3	14	7,73	1,67
3	3	15	5,78	1,86
3	3	16	7,76	2,32
3	3	17	11,83	2,40
3	3	18	10,52	2,73
3	3	19	9,56	2,50
3	3	20	7,58	1,65
3	3	21	7,70	2,29
3	3	22	6,60	1,97
3	3	23	7,50	2,27
3	3	24	10,51	2,91
3	3	25	11,15	2,65
3	3	26	7,77	1,69
3	3	27	5,95	1,87
3	3	28	10,51	2,70
3	3	29	6,90	1,97
3	3	30	9,86	2,45

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	1	1	15,11	2,59
4	1	2	14,05	3,15
4	1	3	14,05	3,15
4	1	4	13,77	2,26
4	1	5	13,54	2,26
4	1	6	13,54	2,34
4	1	7	13,54	2,16
4	1	8	13,22	2,28
4	1	9	12,90	3,04
4	1	10	12,35	3,04
4	1	11	11,67	4,53
4	1	12	12,36	2,55
4	1	13	12,29	1,99
4	1	14	11,49	2,86
4	1	15	11,55	3,43
4	1	16	11,05	2,97
4	1	17	11,32	2,97
4	1	18	12,11	2,43
4	1	19	11,83	2,72
4	1	20	11,09	2,53
4	1	21	9,68	2,76
4	1	22	10,18	2,91
4	1	23	10,18	2,85
4	1	24	9,95	2,77
4	1	25	9,17	2,51
4	1	26	10,43	1,68
4	1	27	9,87	2,91
4	1	28	9,62	2,08
4	1	29	9,46	2,22
4	1	30	9,86	2,54
4	2	1	15,12	2,61
4	2	2	14,06	3,16
4	2	3	14,07	3,14
4	2	4	13,78	2,27
4	2	5	13,55	2,28
4	2	6	13,56	2,35
4	2	7	13,57	2,17
4	2	8	13,22	2,29
4	2	9	12,91	3,05
4	2	10	12,36	3,03
4	2	11	11,66	4,54
4	2	12	12,37	2,56
4	2	13	12,31	1,98
4	2	14	11,51	2,87
4	2	15	11,56	3,45
4	2	16	11,06	2,98
4	2	17	11,35	2,96
4	2	18	12,12	2,42
4	2	19	11,84	2,73

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
4	2	20	11,11	2,55
4	2	21	9,66	2,75
4	2	22	10,19	2,93
4	2	23	10,17	2,86
4	2	24	9,96	2,77
4	2	25	9,18	2,52
4	2	26	10,44	1,66
4	2	27	7,88	2,92
4	2	28	7,63	2,23
4	2	29	9,47	2,09
4	2	30	9,87	2,55
4	3	1	13,99	3,03
4	3	2	13,99	3,11
4	3	3	15,05	2,51
4	3	4	13,67	2,19
4	3	5	12,13	2,34
4	3	6	11,56	2,86
4	3	7	10,84	2,93
4	3	8	12,37	2,33
4	3	9	13,50	2,18
4	3	10	11,50	4,49
4	3	11	11,84	3,21
4	3	12	12,30	3,02
4	3	13	12,91	2,18
4	3	14	12,73	3,04
4	3	15	11,64	2,84
4	3	16	10,73	2,35
4	3	17	10,38	2,79
4	3	18	9,36	2,74
4	3	19	12,15	2,01
4	3	20	9,45	2,10
4	3	21	9,43	2,77
4	3	22	11,04	1,82
4	3	23	7,59	2,39
4	3	24	10,21	2,10
4	3	25	11,69	2,72
4	3	26	13,46	2,30
4	3	27	13,26	2,30
4	3	28	9,68	2,97
4	3	29	9,73	2,63
4	3	30	9,39	2,23

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	1	1	16,97	2,08
5	1	2	17,14	2,08
5	1	3	14,63	2,08
5	1	4	15,09	2,06
5	1	5	15,34	2,06
5	1	6	14,22	1,94
5	1	7	14,10	1,79
5	1	8	13,16	2,05
5	1	9	13,66	2,24
5	1	10	13,69	1,77
5	1	11	12,27	1,98
5	1	12	11,76	1,90
5	1	13	13,24	2,04
5	1	14	11,33	1,89
5	1	15	10,07	1,73
5	1	16	13,19	2,27
5	1	17	12,68	1,71
5	1	18	12,69	1,92
5	1	19	12,63	1,92
5	1	20	12,36	2,02
5	1	21	12,35	1,90
5	1	22	11,37	1,73
5	1	23	11,37	1,73
5	1	24	12,55	1,70
5	1	25	10,41	1,99
5	1	26	10,41	1,99
5	1	27	9,18	1,87
5	1	28	11,82	2,21
5	1	29	8,33	1,69
5	1	30	8,17	1,53
5	2	1	16,02	2,04
5	2	2	16,05	2,18
5	2	3	15,34	2,16
5	2	4	14,99	2,14
5	2	5	14,61	2,23
5	2	6	13,58	2,15
5	2	7	12,14	2,05
5	2	8	12,55	2,30
5	2	9	12,17	2,00
5	2	10	12,64	1,92
5	2	11	11,98	2,16
5	2	12	12,67	1,92
5	2	13	11,36	1,93
5	2	14	12,17	2,05
5	2	15	10,85	1,59
5	2	16	11,81	1,84
5	2	17	11,80	1,95
5	2	18	11,68	1,99
5	2	19	11,68	1,99

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
5	2	20	11,19	2,05
5	2	21	12,00	2,10
5	2	22	11,76	1,68
5	2	23	10,73	1,82
5	2	24	10,91	1,56
5	2	25	11,53	1,76
5	2	26	10,81	1,96
5	2	27	10,60	1,72
5	2	28	11,91	1,61
5	2	29	10,36	1,55
5	2	30	8,59	1,55
5	3	1	14,54	2,60
5	3	2	13,77	2,35
5	3	3	12,91	2,35
5	3	4	12,90	2,80
5	3	5	12,80	1,94
5	3	6	12,90	2,29
5	3	7	12,03	2,08
5	3	8	11,29	2,61
5	3	9	10,66	2,61
5	3	10	11,47	2,66
5	3	11	11,62	2,28
5	3	12	9,99	3,01
5	3	13	11,17	2,43
5	3	14	10,32	2,43
5	3	15	9,95	2,43
5	3	16	9,95	2,38
5	3	17	9,29	2,26
5	3	18	9,58	1,97
5	3	19	9,43	2,09
5	3	20	8,93	2,07
5	3	21	8,56	2,16
5	3	22	8,83	2,11
5	3	23	8,09	2,39
5	3	24	7,72	1,97
5	3	25	8,50	2,50
5	3	26	8,50	2,19
5	3	27	9,59	1,91
5	3	28	9,41	2,36
5	3	29	8,36	1,91
5	3	30	6,06	1,92

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
6	1	1	18,00	3,29
6	1	2	17,10	3,59
6	1	3	16,01	2,57
6	1	4	15,34	3,33
6	1	5	15,05	3,67
6	1	6	14,89	2,65
6	1	7	15,70	2,91
6	1	8	15,37	2,58
6	1	9	15,19	2,65
6	1	10	15,16	3,06
6	1	11	13,45	3,21
6	1	12	15,10	2,72
6	1	13	15,15	2,61
6	1	14	15,80	2,51
6	1	15	14,23	3,62
6	1	16	13,27	2,97
6	1	17	12,04	2,92
6	1	18	12,86	3,36
6	1	19	12,69	2,27
6	1	20	12,69	2,61
6	1	21	12,11	2,75
6	1	22	12,37	2,75
6	1	23	11,58	3,74
6	1	24	11,87	2,30
6	1	25	11,27	3,82
6	1	26	11,71	3,26
6	1	27	12,73	2,41
6	1	28	9,98	3,30
6	1	29	13,00	2,45
6	1	30	10,97	2,36
6	2	1	16,58	2,56
6	2	2	16,03	1,75
6	2	3	17,33	2,32
6	2	4	14,09	2,22
6	2	5	12,20	2,03
6	2	6	13,75	2,24
6	2	7	11,72	2,04
6	2	8	12,26	1,76
6	2	9	15,08	1,36
6	2	10	13,65	1,61
6	2	11	15,16	2,55
6	2	12	10,27	2,09
6	2	13	14,20	2,10
6	2	14	12,86	1,75
6	2	15	13,92	2,11
6	2	16	13,15	2,24
6	2	17	12,84	2,03
6	2	18	14,10	1,18
6	2	19	11,99	1,47

Ponto	Árvore	Folha	Comp.	Larg.
6	2	20	11,89	1,37
6	2	21	11,73	1,32
6	2	22	9,33	1,69
6	2	23	14,13	1,19
6	2	24	13,69	1,85
6	2	25	11,29	1,54
6	2	26	8,16	1,22
6	2	27	12,11	1,73
6	2	28	13,64	1,67
6	2	29	8,91	1,13
6	2	30	10,03	1,25
6	3	1	18,41	2,62
6	3	2	19,24	2,73
6	3	3	16,19	2,49
6	3	4	16,51	2,92
6	3	5	14,71	3,30
6	3	6	13,23	2,58
6	3	7	14,23	3,26
6	3	8	12,70	2,30
6	3	9	12,57	2,41
6	3	10	12,90	2,89
6	3	11	12,07	2,96
6	3	12	12,17	2,76
6	3	13	12,17	3,18
6	3	14	12,17	2,95
6	3	15	11,35	3,50
6	3	16	10,35	2,50
6	3	17	10,82	2,09
6	3	18	11,58	3,08
6	3	19	11,92	2,98
6	3	20	10,25	2,14
6	3	21	8,50	2,74
6	3	22	9,40	2,46
6	3	23	8,95	2,42
6	3	24	9,38	2,41
6	3	25	10,11	2,41
6	3	26	10,07	2,04
6	3	27	12,93	2,44
6	3	28	7,82	2,50
6	3	29	6,64	2,40
6	3	30	5,78	3,44

Apêndice H – Teores médios de nutrientes minerais, por amostra, manguezal do rio Una

		Macronutrientes (g kg ⁻¹)				Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
		Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	P1A1	17,57	11,82	6,02	4,01	1,08	105,90	180,39	12,97	0,01
	P1A2	21,03	9,85	6,04	3,20	1,37	68,09	88,72	4,85	0,01
	P1A3	23,72	6,42	4,35	2,27	1,06	57,92	60,45	8,42	0,01
P2	P2A1	25,37	10,95	3,90	2,78	1,16	100,48	141,97	5,01	0,01
	P2A2	28,62	7,26	4,83	2,43	1,01	80,47	59,30	12,45	0,01
	P2A3	24,10	7,80	5,83	2,90	1,33	108,88	64,92	8,94	0,01
P3	P3A1	21,61	11,92	2,83	2,88	1,18	207,89	116,14	5,59	0,01
	P3A2	20,98	4,27	4,32	2,40	1,01	106,07	44,87	6,52	0,01
	P3A3	20,78	11,15	5,53	2,85	1,15	243,78	72,53	8,66	0,01
P4	P4A1	11,55	7,20	4,48	2,73	1,16	74,47	143,16	6,00	0,01
	P4A2	20,24	7,54	6,17	3,04	1,22	99,36	132,85	5,39	0,05
	P4A3	19,21	4,55	5,64	1,79	1,64	327,74	69,32	4,98	0,01
P5	P5A1	19,28	7,74	7,52	5,80	1,29	279,01	98,32	12,96	0,28
	P5A2	23,63	10,79	4,49	3,23	1,67	135,18	107,43	8,74	0,01
	P5A3	24,43	9,71	4,12	3,09	1,70	132,50	97,21	8,69	0,01
Média		21,47	8,60	5,07	3,03	1,27	141,85	98,51	8,01	0,03

Legenda: P = Ponto de coleta A = Amostra do ponto de coleta

Apêndice I – Teores médios de nutrientes minerais, por amostra, manguezal do rio Pardo

		Macronutrientes (g kg ⁻¹)				Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
		Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	P1A1	29,58	9,13	5,67	4,53	2,04	137,51	249,41	13,68	0,60
	P1A2	19,86	11,82	3,67	4,20	1,58	120,38	189,27	9,94	1,69
	P1A3	31,53	8,93	4,63	3,62	1,96	97,59	99,35	15,30	1,29
P2	P2A1	23,26	14,21	2,67	5,11	2,07	144,97	153,33	8,42	0,32
	P2A2	28,07	11,63	3,25	4,11	1,64	67,27	111,33	6,78	0,44
	P2A3	24,40	7,44	5,21	3,64	1,95	72,89	59,01	8,42	1,54
P3	P3A1	28,78	13,67	4,26	4,10	2,00	103,78	148,02	9,62	0,66
	P3A2	31,61	10,82	4,19	6,51	1,90	103,31	156,30	21,34	0,53
	P3A3	28,73	8,94	6,68	4,76	1,74	276,54	123,41	19,96	1,11
P4	P4A1	26,15	9,87	2,40	4,36	1,74	130,16	145,57	11,20	0,82
	P4A2	18,32	12,78	3,14	4,69	1,82	338,36	149,83	6,60	0,71
	P4A3	19,68	8,20	5,67	4,17	1,61	100,39	193,04	10,68	0,28
P5	P5A1	23,81	11,96	2,42	2,79	1,84	123,83	73,93	7,00	0,67
	P5A2	18,60	11,32	3,03	2,60	1,54	107,21	63,34	6,00	1,27
	P5A3	27,96	9,02	1,99	3,64	1,69	124,38	53,96	7,73	1,00
Média		25,36	10,65	3,93	4,19	1,81	136,57	131,27	10,84	0,86

Legenda: P = Ponto de coleta A = Amostra do ponto de coleta

Apêndice J – Teores médios de nutrientes minerais, por amostra, manguezal do rio Jequitinhonha

		Macronutrientes (g kg ⁻¹)				Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
		Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	P1A1	22,56	6,50	4,99	3,35	1,66	153,57	51,73	11,57	4,00
	P1A2	13,40	5,50	6,14	2,59	1,55	41,26	33,69	7,39	1,71
	P1A3	16,94	7,40	2,51	2,62	1,25	108,42	30,35	4,98	0,92
P2	P2A1	18,50	6,85	4,14	2,70	1,40	57,94	99,40	9,77	0,20
	P2A2	18,65	6,55	3,65	1,74	1,29	65,80	75,32	9,32	0,01
	P2A3	20,22	9,64	2,90	2,74	1,24	67,03	119,30	10,45	0,64
P3	P3A1	15,33	8,03	4,20	1,03	0,73	49,04	38,06	4,73	0,01
	P3A2	11,63	9,55	5,37	1,03	0,73	77,00	70,21	6,89	1,38
	P3A3	12,99	8,41	5,68	1,19	0,77	111,55	148,70	6,26	0,32
P4	P4A1	11,77	6,40	7,48	1,22	0,76	57,57	21,87	12,21	6,54
	P4A2	20,88	5,44	4,99	2,56	1,59	101,90	33,71	9,19	2,33
	P4A3	18,78	8,65	2,85	2,01	1,57	59,11	98,53	6,39	0,01
P5	P5A1	14,78	3,96	2,70	1,45	0,91	47,42	64,11	5,83	0,01
	P5A2	13,09	6,15	2,37	1,77	0,95	72,07	113,78	5,16	0,01
	P5A3	13,31	6,42	3,37	1,63	0,75	102,35	89,62	4,58	0,60
P6	P6A1	14,08	6,87	7,52	1,24	0,91	132,40	165,25	16,80	24,57
	P6A2	13,32	5,24	7,27	0,89	1,06	88,12	73,04	10,05	19,06
	P6A3	13,47	6,67	7,52	1,13	0,98	129,88	79,05	15,04	20,10
Média		15,76	6,90	4,76	1,83	1,12	84,58	78,10	8,70	6,34

Legenda: P = Ponto de coleta A = Amostra do ponto de coleta

Apêndice K – Médios, por ponto de coleta, rio Una, geradores da correlação de Pearson

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	6,62	25	74	45	8,56	4,47	20,77	9,37	5,47	3,16	1,17	77,31	109,85	8,75	0,01
P2	6,84	22	73	52	9,45	5,17	26,02	8,66	4,85	2,70	1,16	96,61	88,73	8,80	0,01
P3	7,19	22	73	29	8,71	4,81	21,12	9,11	4,22	2,71	1,11	185,91	77,85	6,93	0,01
P4	7,44	10	44	20	8,20	4,39	16,99	6,43	5,42	2,52	1,34	167,19	115,11	5,45	0,02
P5	7,02	22	70	30	10,43	5,67	22,45	9,41	5,37	4,04	1,55	182,23	100,99	10,13	0,10

Apêndice L – Médios, por ponto de coleta, rio Pardo, geradores da correlação de Pearson

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	6,38	30	61	34	8,71	4,54	26,98	9,96	4,66	4,12	1,9	118,50	179,34	12,98	1,19
P2	6,91	25	39	16	9,06	4,69	25,24	11,09	3,71	4,28	1,9	95,05	107,89	7,87	0,77
P3	6,84	30	87	41	9,10	4,81	29,71	11,14	5,04	5,12	1,9	161,21	142,58	16,97	0,77
P4	6,87	22	76	40	9,41	5,06	21,39	10,28	3,74	4,40	1,72	189,63	162,81	9,49	0,60
P5	6,76	15	50	30	7,75	3,76	23,46	10,77	2,48	3,01	1,68	118,47	63,74	6,91	0,98

Apêndice M – Médios, por ponto de coleta, rio Jequitinhonha, geradores da correlação de Pearson

	pH	Salinid.	Herbiv.	Galha	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P1	6,71	22	75	31	14,32	3,07	17,64	6,47	4,54	2,85	1,49	101,09	38,59	7,98	2,21
P2	7,11	32	50	28	14,52	2,98	19,12	7,68	3,56	2,39	1,31	63,59	98,00	9,85	0,28
P3	6,87	20	54	8	10,12	2,13	13,31	8,66	5,08	1,08	0,74	79,20	85,66	5,96	0,57
P4	5,45	22	61	38	11,63	2,66	17,14	6,83	5,10	1,93	1,31	72,86	51,37	9,26	2,96
P5	6,58	23	42	19	11,69	2,05	13,72	5,51	2,81	1,62	0,87	73,95	89,17	5,19	0,21
P6	6,81	5	59	43	12,82	2,47	13,62	6,26	7,44	1,08	0,97	116,80	105,78	13,96	21,25

Apêndice N – Médios, por ponto de coleta, rio Una, geradores do PCA

5 objetos
13 argumentos

	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q
	pH	Salinid.	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
U-P1	6,62	25	8,56	4,47	20,77	9,37	5,47	3,16	1,17	77,31	109,85	8,75	0,01
U-P2	6,84	22	9,45	5,17	26,03	8,67	4,85	2,70	1,16	96,61	88,73	8,80	0,01
U-P3	7,19	22	8,71	4,81	21,12	9,11	4,23	2,71	1,12	185,91	77,85	6,93	0,01
U-P4	7,44	10	8,20	4,39	17,00	6,43	5,43	2,52	1,34	167,19	115,11	5,45	0,02
U-P5	7,02	22	10,43	5,67	22,45	9,41	5,38	4,04	1,55	182,23	100,99	10,13	0,10

***** PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS -- objetos in argument space *****

PC-ORD, 6.0

30 Sep 2015, 16:23:40

PCA - RIO UNA (FOLHAS)

Cross-products matrix contains CORRELATION COEFFICIENTS among argument

VARIANCE EXTRACTED, FIRST 13 AXES

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Broken-stick Eigenvalue
1	5.988	46.063	46.063	3.180
2	3.849	29.609	75.672	2.180
3	2.437	18.743	94.415	1.680
4	0.726	5.585	100.000	1.347
5	0.000	0.000	100.000	1.097

Apêndice O – Médios, por ponto de coleta, rio Pardo, geradores do PCA

5 objetos
13 argumentos

	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q
	pH	Salinid.	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
P-P1	6,38	30	8,71	4,54	26,99	9,96	4,66	4,12	1,86	118,50	179,34	12,98	1,19
P-P2	6,91	25	9,06	4,69	25,25	11,09	3,71	4,29	1,89	95,05	107,89	7,87	0,77
P-P3	6,84	30	9,10	4,81	29,71	11,15	5,04	5,12	1,88	161,21	142,58	16,97	0,77
P-P4	6,87	22	9,41	5,06	21,38	10,28	3,74	4,41	1,72	189,63	162,81	9,49	0,60
P-P5	6,76	15	7,75	3,77	23,46	10,77	2,48	3,01	1,69	118,47	63,74	6,91	0,98

***** PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS -- objetos in argument space *****

PC-ORD, 6.0

30 Sep 2015, 16:30:56

PCA - RIO PARDO (FOLHAS)

Cross-products matrix contains CORRELATION COEFFICIENTS among argument

VARIANCE EXTRACTED, FIRST 13 AXES

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Broken-stick Eigenvalue
1	6.494	49.957	49.957	3.180
2	3.352	25.782	75.738	2.180
3	2.263	17.406	93.144	1.680
4	0.891	6.856	100.000	1.347
5	0.000	0.000	100.000	1.097

Apêndice P – Médios, por ponto de coleta, rio Jequitinhonha, geradores do PCA

6 objetos
13 argumentos

	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q	q
	pH	Salinid.	Comp.	Larg.	Na	Mg	K	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu
J-P1	6,71	22	14,32	3,07	17,64	6,47	4,54	2,85	1,49	101,09	38,59	7,98	2,21
J-P2	7,11	32	14,52	2,98	19,12	7,68	3,56	2,39	1,31	63,59	98,00	9,85	0,28
J-P3	6,87	20	10,12	2,13	13,31	8,66	5,08	1,08	0,74	79,20	85,66	5,96	0,57
J-P4	5,45	22	11,63	2,66	17,14	6,83	5,11	1,93	1,31	72,86	51,37	9,26	2,96
J-P5	6,58	23	11,69	2,05	13,72	5,51	2,81	1,62	0,87	73,95	89,17	5,19	0,21
J-P6	6,81	5	12,82	2,47	13,62	6,26	7,44	1,09	0,98	116,80	105,78	13,96	21,25

***** PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS -- objetos in argument space *****

PC-ORD, 6.0

30 Sep 2015, 16:35:13

PCA - RIO JEQUITINHONHA (FOLHAS)

Cross-products matrix contains CORRELATION COEFFICIENTS among argument

VARIANCE EXTRACTED, FIRST 13 AXES

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Broken-stick Eigenvalue
1	5.484	42.183	42.183	3.180
2	3.883	29.866	72.049	2.180
3	1.740	13.382	85.431	1.680
4	1.155	8.885	94.316	1.347
5	0.739	5.684	100.000	1.097
6	0.000	0.000	100.000	0.897