UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

SAYMON FELIPE EUGÊNIO BITENCOURT

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO EM SOLOS DE MANGUEZAL DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CONCHA D'OSTRA, GUARAPARI-ES.

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2015

SAYMON FELIPE EUGÊNIO BITENCOURT

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO EM SOLOS DE MANGUEZAL DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CONCHA D'OSTRA, GUARAPARI-ES.

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Pablo de Azevedo Rocha
Coorientador: André Luiz Lopes de Faria

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2015

SAYMON FELIPE EUGÊNIO BITENCOURT

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO EM SOLOS DE MANGUEZAL DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CONCHA D'OSTRA, GUARAPARI-ES.

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em Geografia.

APROVADA: 19 de junho de 2015.

Pablo de Azevedo Rocha (Orientador) (UFV)	Prof. André Luiz Lopes de Faria (Coorientador) (UFV)
Prof. Liovando Marciano da Costa (UFV)	José João Lelis Leal de Souza (UFV)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por suas infinitas misericórdias, pela vida, saúde, sabedoria, oportunidades de estudo, aprendizado e por mais essa conquista.

À minha família que me apoiou em todas as decisões, em todos os momentos de aperto, aos meus pais, Rogério e Lucelena, que se dedicaram a minha educação e nunca deixaram faltar nada. Ao meu irmão Jordhan, por todo companheirismo e momentos juntos, você é meu pato no Xbox, a Marcela, minha namorada, por ser meu porto seguro.

Ao Prof. Dr. André Luiz Lopes de Faria por todas as oportunidades que me ofereceu durante este período de 4,5 anos, pelo aprendizado e amizade.

Ao meu orientador e amigo MSc. Pablo de Azevedo Rocha pelo fornecimento de dados de sua tese de doutorado, além da oportunidade de ser estagiário no laboratório de Geoquímica, onde pude aprender e me capacitar profissional e pessoalmente.

Ao Prof. Dr. Liovando Marciano da Costa e ao Dr. José João Lelis Leal de Souza por aceitarem fazer parte da banca examinadora, com suas sugestões e ensinamentos.

Não posso deixar de agradecer a minha "panelinha", Gabriel Franco, Victor Rosado, William Xisto, Guilherme Galvão, Natanael Junior, Ítala Andrade e Maíra Massensini, por todas as risadas, brincadeiras, viagens e companheirismo nesses anos de graduação.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Geografia e ao Departamento de Solos por todas as oportunidades que me foram oferecidas.

Obrigado a todos vocês que de forma direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse ate aqui.

Muito Obrigado!

“Só chega ao cume, quem conheceu todas as alturas e profundidades do amor de Cristo que segue todo o entendimento.” Pregador Luo.

RESUMO

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FÓSFORO EM SOLOS DE MANGUEZAL DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CONCHA D'OSTRA, GUARAPARI-ES.

Os manguezais são um ecossistema de transição entre o ambiente terrestre e marinho e podem ser encontrados em praticamente toda a costa brasileira. As regiões costeiras sempre foram utilizadas durante a história de ocupação no Brasil. Tal fato mostra a relevância social e ecológica dos manguezais. O manguezal em estudo encontra-se na reserva de desenvolvimento sustentável Concha D'Ostra, localizada no município de Guarapari-ES. A cidade é um dos maiores pontos turísticos do estado e atrai centenas de milhares de visitantes todos os anos, o que acarreta em uma grande pressão sobre os recursos naturais e sobre o manguezal. Diante das escassas informações sobre a reserva, se faz necessário um estudo para a compreensão das características do local como a distribuição das frações granulométricas do solo e os teores de fósforo para a análise de possíveis alterações antrópicas. Foram coletadas amostras de solo buscando representar os diversos ambientes existentes no manguezal. As amostras foram tratadas e levadas para análises química, física, quantificação de matéria orgânica do solo e fósforo total. Com base nos dados obtidos das análises é possível observar a variação das frações do solo ao longo da reserva com a presença de ilhas de frações grossas e finas, ligadas ao tipo de ambiente como apicuns e manguezal. Foram observados valores muito elevados de fósforo (3388,65 ppm) em setores com forte alteração antrópica, de textura franco arenosa que sofrem com os efeitos da maré. Diante do panorama encontrado é possível afirmar que 55,11% da reserva está enquadrada como moderadamente poluída por fósforo segundo índice de Zhang (2008). O fósforo se mostrou como bom indicador de alterações antrópicas no ambiente de manguezal.

Palavras-chave: Manguezal; distribuição espacial; fósforo; granulometria; krigagem.

Sumário

1 Introdução 7
2 Referencial Teórico 8
2.1 O Ecossistema Manguezal 8
2.2 Aspectos socioambientais 10
2.3 Geoestatística 11
2.4 Fósforo no Ambiente 12
3 Material e Métodos 13
3.1 Localização da Área de Estudo 13
3.2 Área de Estudo - Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra 14
3.3 Aspectos Físicos 15
3.4 Coleta 16
3.5 Análises Laboratoriais 17
3.6 Tratamento dos Dados 18
3.7 Geoestatística 18
4 Resultados 18
4.1 Estatística Descritiva 18
4.2 Geoestatística 21
5 Discussões 27
6 Conclusões 32
7 Referências Bibliográficas 32

1 Introdução

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre o ambiente terrestre e marinho localizados predominantemente na região intertropical e com máxima expressão no Equador. No Brasil é possível encontrar o ecossistema manguezal em praticamente todo o litoral, indo desde o Estado do Amapá até Santa Catarina. Com o histórico do desenvolvimento populacional brasileiro se dando a partir do litoral desde a colônia, torna este ambiente um local com grande alteração ao longo de vários anos de ocupação. A manutenção deste sistema é de fundamental importância, pois possuem importante papel ecológico, social e econômico dentro e fora de seus limites (SCHAEFFER-NOVELLI, 1991).

O estudo das áreas costeiras permite, além da sua caracterização, definir processos que controlaram sua evolução até os dias atuais e a criação de cenários para o seu uso e ocupação ordenada. Atualmente com a questão ambiental presente em nossa sociedade é muito importante o estudo deste ecossistema.

Não diferente de outras áreas do litoral brasileiro, o manguezal localizado no município de Guarapari-ES vem sofrendo ações antrópicas, como lançamento de esgoto *in natura*, aterros, ocupação irregular, implantação de infraestruturas urbanas, e etc, causando grande impactos em todo o ecossistema. Em especial vale destacar algumas características do município, como por exemplo: o grande fluxo de turismo em épocas de veraneio, podendo atingir segundo dados da prefeitura 700 mil turistas ano, o que trás uma grande pressão para os recursos disponíveis. Tendo em vista todos esses fatores, este tipo de pesquisa pode contribuir para o entendimento das dinâmicas locais, consequência dos processos de alteração destes ambientes e contribuir para o processo de planejamento e gestão.

Com a escassez de informações sobre a área, é necessário um estudo para a compreensão das características e dinâmicas existentes. Possibilitando a avaliação do cenário atual e dos possíveis impactos do processo de urbanização da cidade no manguezal. Para abranger todas as características da área e de seus ambientes, foram coletadas amostras em 17 setores em quadrantes de 50 m por 50 m, que após a realização de pré-tratamentos foram obtidos valores de granulometria, cálcio trocável, fósforo e matéria orgânica do solo (M.O.S.). Para a espacialização dos dados foi

utilizado ferramentas de geoestatística, como correlogramas e a krigagem ordinária para predição de áreas não amostradas.

2 Referencial Teórico

2.1 O Ecossistema Manguezal

Os manguezais são uma área sujeita aos regimes de marés, dando a ele características visuais que mudam durante o dia, podendo estar com o solo a mostra em períodos de maré baixa, como com suas áreas mais baixas totalmente alagadas pelo efeito das marés altas. No Brasil encontram-se presentes desde o estado do Amapá até o município de Laguna em Santa Catarina. Estimativas mais recentes sobre a área total de mangues do Brasil variam de 1,01 a 1,38 milhões de hectares (VANNUCCI, 1999), correspondendo a cerca de 50% da área total dos mangues das Américas (KJERFVE & LACERDA, 1993, apud FONSECA).

Manguezal, segundo Vannucci (1999) é um ecossistema formado pela associação de animais e plantas que vivem na faixa entre-marés das costas intertropicais. São formados às margens de baías, barras, enseadas, reentrâncias costeiras e foz de rios. Sempre onde ocorre o encontro das águas dos rios com o mar. Segundo Villwock (2005):

> *Os processos de sedimentação conduzem ao assoreamento de estuários e lagunas, construindo, nas partes mais abrigadas de suas margens, as planícies de marés, onde a vegetação se instala, originando marismas e manguezais. (...). Nesses ambientes, o desenvolvimento da vegetação promove uma aceleração nos processos de assoreamento, mediante o aprisionamento de sedimentos detríticos e o acúmulo de matéria orgânica.*

Possuem uma grande especificidade biológica, sendo berçários naturais de várias espécies de animais, tanto para espécies características deste ambiente como para peixes e outros animais. Este ambiente é importante também para as populações locais que o utilizam para atividades de mariscagem entre outras. A vegetação dos manguezais brasileiros é composta por três gêneros predominantes, Rhizophora, Avicennia e Laguncularia. (Figura 1)

Figura 1: Gêneros predominantes nos manguezais brasileiros, A-Avicennia, B-Laguncularia, C-Rhizophora. Fonte: Google Imagens.

Os solos de manguezais apresentam processos pedo-biogeoquímicos de formação bastante específicos, relacionados às condições de alagamento permanente às quais estão submetidos: decomposição anaeróbia da matéria orgânica, o que leva a seu acúmulo em quantidades significativas (ALONGI *et al*., 2001).

A composição mineralógica é bastante variada nesses solos, onde podem ocorrer quartzo, halita, pirita e jarosita (MARIUS & LUCAS, 1991), sendo encontrada com maior frequência sequências relativas de montmorilonita, caulinita, illita e clorita (PRAKASA & SWAMY, 1987), os manguezais brasileiros têm apresentado composição mineralógica formada por pirita, esmectita, mica, caulinita, quartzo, feldspato, anatásio e gibbsita (PRADA-GAMERO *et al*., 2004).

Os metais distribuem-se amplamente nos sistemas aquáticos e úmidos. Estão em solução, compõem os minerais, ou ainda estão adsorvidos a partículas orgânicas e inorgânicas (ácidos húmicos, argilas e óxidos ou hidróxidos de Fe e Mn), podendo acumular-se diretamente nos sedimentos de fundo ou entrar na cadeia alimentar através de organismos filtradores e detritívoros (EVANS *et al*., 2003).

A retenção de metais em zonas estuarinas é processo bem conhecido, o que é determinado pelas condições anaeróbicas geralmente encontradas em seus sedimentos (FÖRSTNER, 1983), aliadas a outros condicionantes (granulometria predominantemente fina, pH ácido etc.). Sedimentos de manguezais são tipicamente redutores e agem como “sumidouros” ou “aprisionadores” de metais (TAM & WONG, 1996). Muitos estudos indicam que sedimentos finos ricos em matéria orgânica, acumulados sob condições redutoras e anóxicas, podem reduzir os efeitos deletérios potenciais dos metais aos seres vivos, uma vez que dificultam a sua remobilização e disponibilidade (ONG CHE, 1999).

Nos últimos anos, com a importância cada vez maior da proteção de ecossistemas que preservem as reservas naturais de carbono, o manguezal se encaixa como um ator importante, contribuindo com aproximadamente 10% do carbono orgânico dissolvido nos oceanos (CARBON, 2006). Outros estudos como o de Hutchison (2013) confirmam a importância do ecossistema manguezal na estocagem de carbono.

2.2 Aspectos socioambientais

O manguezal possui uma importância social alta, principalmente para as populações de baixa renda que fazem limites com esse ambiente. Muitas famílias fazem o uso da coleta de caranguejos, plantação de cocos, pesca artesanal, coleta de moluscos e crustáceos, entre outras atividades. Essas famílias mantêm uma grande relação de dependência com os recursos oferecidos pelo manguezal, pois em muitos casos é a única fonte de alimentação e renda. Desta forma, o manguezal não tem apenas função ambiental, como também social, que no caso da área pesquisada possui título de Reserva de Desenvolvimento Sustentável, que segundo o Sistema Nacional De Unidades de Conservação – SNUC é:

> *(...) uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica. (LEI No 9.985, 2000)*

Com a pressão exercida pelos centros urbanos, que historicamente ocuparam as áreas litorâneas no Brasil, este ambiente é muito influenciado pela presença antrópica, realizando despejo de resíduos vindos da construção civil, produtos químicos, resíduos domésticos sendo lançados *in natura* sobre este ambiente, além de outros fatores como a caça em épocas de reprodução, retirada de madeira, etc.

2.3 Geoestatística

A Geoestatística é uma ferramenta da Estatística Espacial utilizada para inferir propriedades de um determinado fenômeno espacial. Ela nasceu da necessidade da modelização de recursos geológicos, e hoje os métodos geoestatísticos são usados nos mais diversos domínios das ciências da Terra e do ambiente para a modelização de fenómenos espaciais ligados a eles (SOARES, 2006).

A Geoestatística tem por objetivo a caracterização espacial de uma variável de interesse por meio do estudo de sua distribuição e variabilidade espaciais, com determinação das incertezas associadas. (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

O fenômeno espacial em termos estatísticos representa toda a população onde amostras foram coletadas, amostras que possuem valores para uma variável possível. Para se analisar um fenômeno espacial é necessário que tenha o total conhecimento sobre a variável, porém como isto é praticamente impossível, é realizado então uma amostragem desta população. A amostragem deve ocorrer após um planejamento prévio, para que tal amostragem possa ter representatividade, em distribuição e variabilidade espaciais sobre o fenômeno estudado.

Com a amostragem é possível a reprodução das características do local onde está o fenômeno espacial. Para essa reprodução, segundo Yamamoto & Landim (2013) é necessário o uso de interpoladores ou estimadores para os pontos não amostrados, que é feito pelo ajuste de funções matemáticas locais (pontos próximos ao ponto não amostrado) ou globais (todos os pontos amostrais).

A Krigagem é uma ferramenta dentro da geoestatística capaz de estimar valores a variáveis distribuídas no espaço/tempo. É um método parecido com os tradicionais da estatística espacial, entretanto seu diferencial é apresentar estimativas não tendenciosas e a mínima variância associada ao valor estima (YAMAMOTO & LANDIM, 2013). Foi com o engenheiro de minas sul-africano Daniel G. Krige, que desenvolveu de forma empírica uma técnica de estimativa para o cálculo de reservas minerais, cujo nome em sua homenagem é Krigagem, que é o estudo das chamadas variáveis regionalizadas, ou seja, variáveis com condicionamento espacial/temporal.

A krigagem é atualmente muito utilizada em estudos e pesquisas em vários âmbitos do conhecimento científico, como a Geologia (OLIVEIRA & ROCHA, 2011), Geografia (ASSUMPÇÃO, 2002), áreas da saúde (CAMPOS, *et al*, 2002), Climatologia(CARVALHO, *et al*, 2006) e ciências do solo (MACHADO, *et al*, 2007),

demonstrando seu potencial como excelente ferramenta de visualização espacial de variáveis, ajudando de diversas formas no entendimento dos fenômenos estudados. A Krigagem ordinária é recomendada em análises de dados físico-químicos obtidos de sedimentos (YIN, *et al*, 2009), além de ser o método mais utilizado, pela simplicidade e resultados que proporciona (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

2.4 Fósforo no Ambiente

A disponibilidade de nutrientes no solo de manguezal está ligada às vias de entradas de material como a cheia de rios, a maré e as partículas finas que são depositadas no ambiente. O fósforo pode ter origem em fontes naturais como as rochas e de fontes antrópicas como o esgoto urbano/industrial ou de produtos usados na agricultura.

Em solos muito intemperizados o teor de fósforo é muito baixo e o teor de argila é geralmente alto, podendo fornecer ao solo um caráter-dreno. Este caráter-dreno faz com que o solo possua uma grande capacidade de reter determinados nutrientes não o disponibilizando para as plantas. Ao contrário de um solo menos intemperizado e com baixos teores de argila, que possibilita um caráter-fonte de nutrientes para as plantas. A causa básica do caráter-dreno de fósforo em solos intemperizados e com altos teores de argila é o aumento de cargas positivas, pois nesta situação ocorre grande adsorção química, caracterizada por ligações covalentes, logo de baixa reversibilidade.

O solo pode reter o fósforo através da adsorção por oxi-hidróxidos de ferro e alumínio e pela matéria orgânica do solo (M.O.S.). A M.O.S. e os óxidos estão envolvidos tanto na adsorção como na dessorção deste fósforo. A capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) de um solo pode aumentar com o incremento de M.O.S., pois os ácidos orgânicos vão bloquear os sítios de adsorção impossibilitando a complexação do fósforo pelo solo, que é uma forma manejável de alterar a adsorção de fósforo. Há também os complexos de minerais amorfos que podem absorver o fósforo presente no ambiente, podendo ser tão importantes quanto os minerais com melhor cristalinidade.

A dissolução do fósforo vai depender de algumas características físico-químicas do ambiente como; pH e potencial de oxirredução (ALONGI *et al*., 1992), ou mecanismos como bioturbação, causada pelos caranguejos, e pela ação do vento (HAKANSON & JANSSON, 1983).

Segundo Fonseca (2009) os manguezais possuem uma elevada capacidade de retenção de fósforo, capaz de minimizar o impacto dos efluentes antrópicos e esta capacidade pode ser distinguida entre áreas de reconhecida contaminação e áreas com características naturais. Como o ambiente de manguezal possui como características locais com altos teores de argila e de M.O.S. esta capacidade de retenção pode se tornar maior. A quantificação desses teores possibilita a observação da qualidade do ambiente manguezal, principalmente em áreas com a forte presença antrópica.

O esgoto doméstico possui entre nutrientes o nitrogênio e o fósforo, que lançados *in natura* nos corpos d'água podem ocasionar uma série de problemas como a eutrofização. A qualidade e a oxigenação da água cai drasticamente, podendo levar a uma série de desequilíbrios ambientais graves, entre os problemas acarretados pela eutrofização segundo PROSAB5 são:

> *(...) problemas estéticos e recreacionais; condições anaeróbias no fundo do corpo d'água; eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo; eventuais mortandades de peixes; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água; problemas com o abastecimento de águas industrial; toxicidade das algas; modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial; redução na navegação e capacidade de transporte. Além disso, a amônia pode causar problemas de toxicidade aos peixes e implicar em consumo de oxigênio dissolvido. (PROSAB5, 2009, p. 22).*

Na resolução 344 de 2004 do CONAMA a eutrofização é:

> *(...) processo natural de enriquecimento por nitrogênio e fósforo em lagos, represas, rios ou estuários e, consequentemente, da produção orgânica; nos casos onde houver impactos ambientais decorrentes de processos antrópicos, há uma aceleração significativa do processo natural, com prejuízos à beleza cênica, à qualidade ambiental e à biota aquática.*

3 Material e Métodos

3.1 Localização da Área de Estudo

O município de Guarapari (Figura 2) está localizado na porção Sul do Estado do Espirito Santo e é integrante da Região Metropolitana de Vitória, segundo censo do IBGE (2010) possui 105.286 habitantes. A ocupação se deu a partir da missão do padre jesuíta José de Anchieta, que fundou uma missão jesuíta para catequizar os índios

moradores da região. A partir da Lei Estadual de 19 de setembro de 1891 Guarapari então passa a ser considerada um município.

Por volta dos anos 70, Guarapari se torna um famoso ponto turístico a partir das propriedades medicinais de suas areias monazíticas, presentes em várias praias, principalmente na conhecida como Areia Preta. Atraindo uma população flutuante muito grande em épocas de veraneio, dando uma dinâmica de cidade turística, movimentando a economia local de forma bem consistente.

Segundo IBGE (2010) a economia do município tem com principal setor o de serviços, seguido pela indústria e agropecuária com pouca expressão.

3.2 Área de Estudo - Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra

Originalmente uma Estação Ecológica criada pela Lei Estadual nº 7.658, de 04/12/2003, e que a partir da LEI Nº 8.464 de 2003 se torna então uma RDS. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Concha D'Ostra possui uma área aproximada de 953,5 hectares que são gerenciados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA).

Os objetivos da RDS Concha D'Ostras são proteger os manguezais do estuário da Baía de Guarapari - ES, importante zona de reprodução de diversas espécies de crustáceos e peixes e, ao mesmo tempo, garantir o uso sustentável destes recursos naturais pela população tradicional residente (IEMA, 2005).

A área definida para constituição da RSD Concha D'Ostra (Figura 2), envolveu a baía de Guarapari abrangendo terrenos de marinha, faixas de terras adjacentes às margens dos canais da baía, os manguezais do Lameirão, do Córrego do Lameirão, de Concha D'Ostra e dos rios Aldeia Velha e Jabuti (IEMA, 2005).

Hoje há nove bairros dentro dos limites físicos da reserva, sendo eles: Bico do Urubu, Concha D'Ostra, Camurugi, Coroado, Lameirão, Itapebussu, Kubistchek, Praia do Riacho e Praia de Olaria.

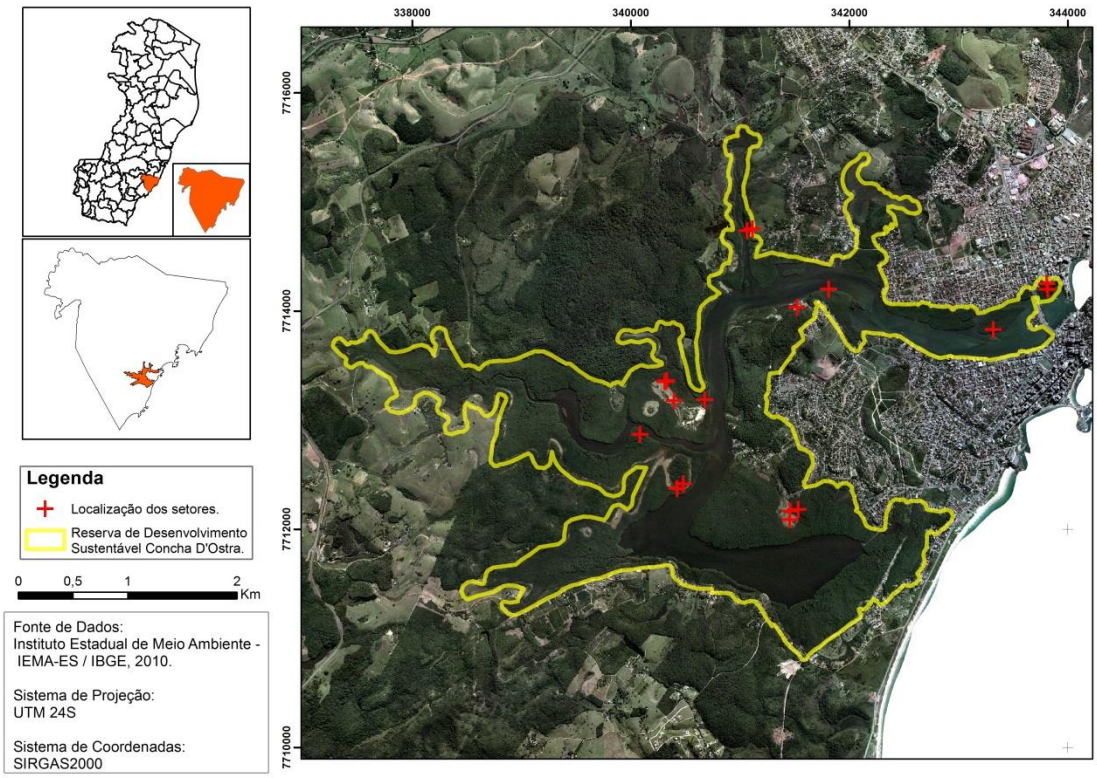

Figura 2: Mapa de localização a área de estudo, RDS Concha D'Ostra, Guarapari-ES.

3.3 Aspectos Físicos

No município é possível observar (Figura 3) três diferentes compartimentos, corpos graníticos e granitóides do embasamento cristalino, sedimentos da formação Barreiras, e a planície quartenária flúvio-marinha com sedimentos continentais e marinhos onde se localiza o manguezal. As principais classes encontradas são a dos Argissolos, Latossolos, Espodossos, Neossolos, Gleissolos e Organossolos, além de antropossolos.

Em direção ao interior do município está a Serra da Risca com relevo mais acidentado com a presença de morros com feições do tipo “Pão de Açúcar” e com escarpas abruptas que em muitos casos não possuem vegetação. Grande parte da área em estudo possui relevo plano e em alguns locais é possível observar morrotes da formação Barreiras bem próximos as áreas de manguezal, possibilitando o fornecimento de material para dentro do manguezal.

O clima é o tropical, classificado como As de acordo com a Köppen e Geiger, com temperatura média de 24,4ºC e pluviosidade anual de 1084mm. Na RDS há dois rios que desaguam no canal, o Rio Machina (Canal de Camurugi) e Rio Jabuti.

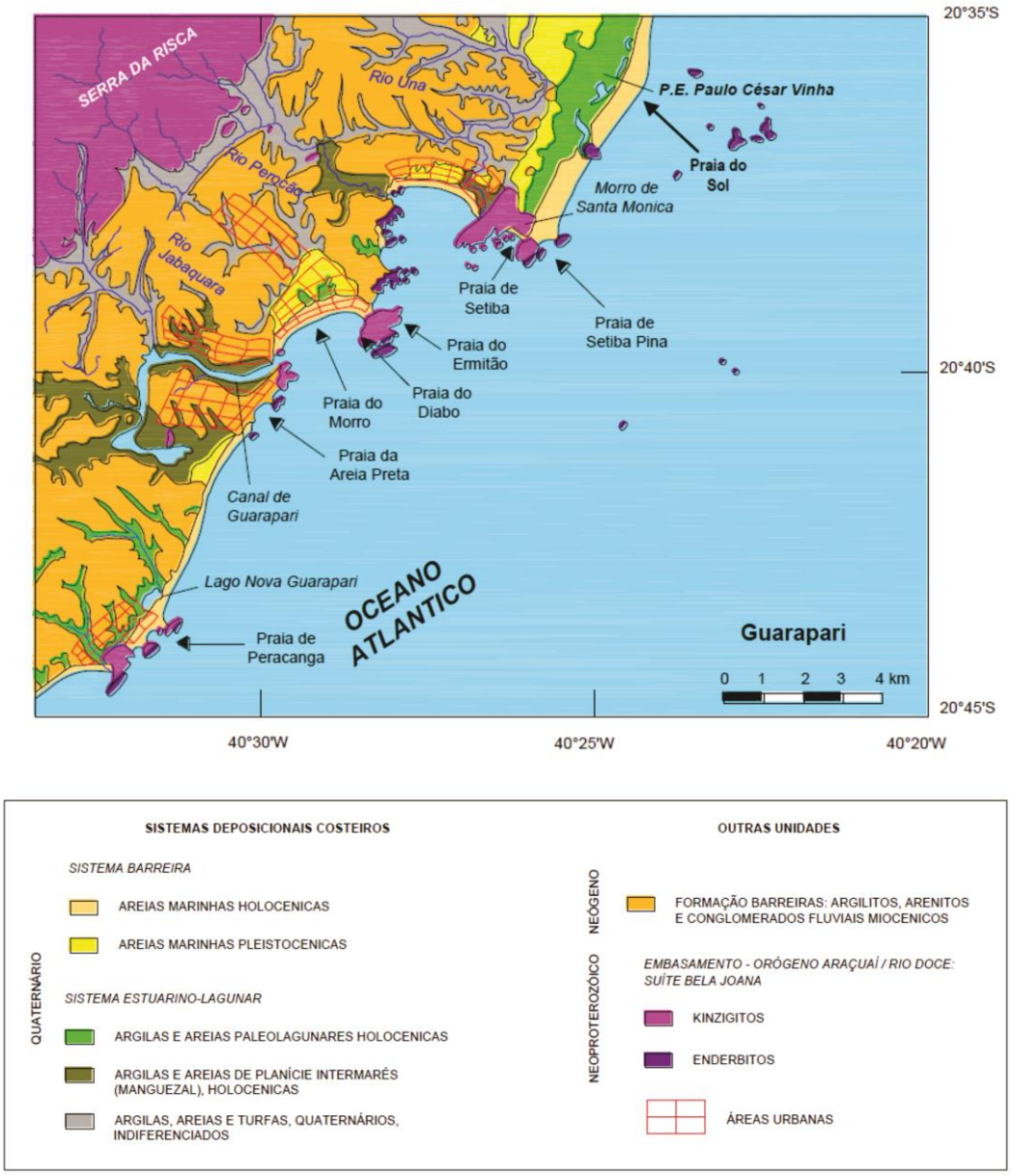

Figura 3: Mapa geológico do município de Guarapari-ES, Ribeiro (2011) apud Martin *et al.* (1996), Nascimento (2004) e Silva *et al.* (2004).

3.4 Coleta

Foram coletadas amostras de solo em 17 setores da RDS (Figura 2) de modo a abranger toda a área do manguezal e de seus diferentes ambientes como os apicuns,

terraços, manguezal e floresta não inundada. As amostras foram coletadas em áreas com maior controle estrutural, de terraços amplos, áreas de influência antrópica e áreas preservadas, sempre associando essas áreas com as áreas *core* de cada espécie de mangue.

A coleta foi realizada em quadrantes de 50 m por 50 m. Dentro de cada quadrante foram obtidas três coletas de solos nas seguintes profundidades: 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. Para a retirada das amostras indeformadas foi utilizado o trado Napoleão. Em campo foram realizadas as medições do potencial de oxi-redução e pH nas camadas amostradas com aparelhos portáteis.

3.5 Análises Laboratoriais

Para a análise granulométrica as amostras de TFSA dos solos do manguezal passaram por dois pré-tratamentos. Como os solos de manguezais são ricos em M.O e sais, foi utilizado hipoclorito de sódio (NaOCl) a 10% para oxidar a M.O.S. Em seguida foi utilizado álcool etílico (C_2H_5OH) a 60% para remoção do excesso de sais (EMBRAPA, 1997).

Após os pré-tratamentos dos solos coletados no manguezal a análise granulométrica das amostras foi realizada em duas etapas: dispersão da amostra de solo e quantificação das frações texturais. A textura foi determinada conforme Embrapa (1997) com modificações proposta por Ruiz (2005a-b).

Foram feitas análises químicas de rotina conforme Embrapa (1997) onde se obteve os valores de cálcio trocável. O teor de M.O.S. foi determinado pelo método de ignição segundo Nobrega (2013).

Foi realizado o ataque sulfúrico com metodologia adaptada em relação a proposta por Embrapa (1997) em amostras selecionadas para representar os vários ambientes presentes no manguezal. Para garantir uma digestão mais efetiva de M.O.S. foi colocado 2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 30% nas amostras, aquecendo-as em bloco digestor a 80 ºC durante 20 minutos. Como pré-digestão uma amostra de referência de Latossolo Vermelho com teores já determinados em outras pesquisas foi usada em todos os procedimentos do ataque sulfúrico e registrou recuperação satisfatória de fósforo.

O fósforo inorgânico foi extraído por agitação e centrifugação com solução de HCl 1 mol/L segundo o protocolo empregado pela European Commission baseado no método de Williams e adaptado por Burrus (1990).

A determinação do fósforo total no ataque sulfúrico e do fósforo inorgânico foi realizado pelo método da espectrofotometria de absorção.

3.6 Tratamento dos Dados

Para a tabulação dos dados de granulometria, cálcio trocável e teores de fósforo foi realizada a média aritmética de cada setor, totalizando 17 setores com amostras de 0-20 cm e 40-60 cm. Foi calculada a estatística descritiva dos teores de fósforo, cálcio trocável, M.O.S. e textura por setor de amostragem.

3.7 Geoestatística

Para as análises geoestatísticas foi necessário avaliar a existência de dependência espacial dos teores das frações do solo, M.O.S. e dos elementos químicos cálcio e fósforo. Foram gerados correlogramas do Índice de Moran e correlogramas angular para a observação de dependência espacial. Os software usado para as análises de dependência foi o PASSaGE® e para a espacialização dos dados e geração da krigagem o *Geostatistical Analysis*, do *software* ArcMap™ 10.1.

O ajuste dos dados no momento da realização da Krigagem foi escolhido o modelo matemático que mais se aproximava das curvas do semivariograma, para tal aproximação foi realizado ajustes nos valores para diminuir o erro RMS (Root-Mean-Square).

4 Resultados

4.1 Estatística Descritiva

Na tabela 1, o coeficiente de variação (CV) para alguns dados apresenta uma alta variabilidade, principalmente para a M.O.S. (100%), cálcio trocável (84%), silte (97%) e argila (83%), demonstrando a grande heterogeneidade das amostras e respectivamente do ambiente em estudo.

Os setores 1 e 2 obtiveram os maiores teores de fósforo total com 2505,20 e 2715,48 ppm respectivamente, a textura destes setores foi classificada como franco arenoso devido a grande quantidade de areia. A M.O.S. e os valores de cálcio trocável ficaram próximos dos encontrados em outras áreas. Outros quatro setores (7, 12, 16 e 17) obtiveram valores de fósforo total próximos a 1200 ppm, baixos em relação aos setores 1 e 2, porém, altos se comparados as outras áreas do manguezal onde os valores ficaram próximos a 700 ppm.

No setor 12, que se localiza no manguezal do Rio Jabuti foi o único classificado com textura argilosa. O fósforo total foi de 1129,61 ppm, a M.O.S. com 20,72 dag/K e o cálcio trocável com 14,85 $cmol_c/dm^3$. Esta área é típica de manguezal, com vegetação de Rhizophora e muito bem preservado, sem ação antrópica aparente.

Tabela 1: Setores de coleta com seus respectivos teores médios de fósforo total (P_t), Cálcio trocável (Ca^{2+}), M.O.S. e valores granulométricos. *Manguezal Ponte I (1), Manguezal Ponte II (2), Manguezal Olaria (3), Manguezal Paralelo ao Coqueiral (4), Apicum Coqueiral (5), Ilha Itapebuçu (6), Manguezal Rio Machina (7), Encosta Rio Machina (8), Apicum Olária (9), Manguezal Coqueiral I (10), Manguezal Coqueiral II (11), Manguezal Rio Jabuti (12), Apicum Rio Jabuti (13), Floresta não Inundada (14), Apicum Concha D'Ostra (15), Manguezal Concha D'ostra I (16) e Manguezal Concha D'ostra II (17).

Setor*	P_t (ppm)	Ca^{2+} ($cmol_c/dm^3$)	M.O.S. (dag/K)	Areia Grossa (dag/K)	Areia Fina (dag/K)	Silte (dag/K)	Argila (dag/K)	Textura
1	2505,20	4,85	4,41	23,80	56,80	4,70	14,70	Franco arenoso
2	2715,48	2,42	5,60	36,80	44,70	4,80	13,70	Franco arenoso
3	600,53	3,70	5,94	64,40	23,60	3,00	9,00	Areia
4	nd	9,47	nd	21,00	34,20	13,70	31,20	Franco argilo arenoso
5	732,39	2,35	1,15	67,50	25,50	2,20	4,80	Areia
6	nd	4,50	nd	20,60	64,30	3,20	11,90	Areia franca
7	1213,72	8,40	11,51	44,50	11,20	12,10	32,30	Franco argilo arenoso
8	568,73	1,28	9,13	34,60	9,70	12,20	43,60	Argila
9	649,01	1,22	0,94	64,00	26,00	1,20	8,90	Areia
10	646,68	2,96	7,63	64,60	22,50	3,00	10,10	Areia
11	720,75	4,51	4,38	60,70	26,90	1,70	10,60	Areia franca
12	1129,61	14,85	20,72	1,30	20,60	25,50	52,70	Argila
13	nd	1,58	nd	36,10	53,60	2,50	7,80	Areia
14	nd	0,31	nd	32,30	56,00	4,30	7,50	Areia franca

15	nd	2,01	nd	68,70	22,40	4,20	4,70	Franco arenoso
16	1150,20	7,73	4,30	61,80	20,10	3,90	14,20	Areia franca
17	1267,90	15,04	32,52	25,50	9,00	18,30	47,20	Franco argilo arenoso
CV	69%	84%	100%	49%	57%	97%	83%	

A tabela 2 apresenta os teores de fósforo total P_t (ppm) e as porcentagens de fósforo orgânico (P_O) e fósforo inorgânico (P_I) encontrados para os doze pontos usados nas análises de fósforo. Fica notório a grande porcentagem encontrada de P_o, que está associado ao aporte de material orgânico da vegetação e/ou ações antrópicas.

Tabela 2: Tabela com os teores médios encontrados para P_t e as porcentagens para P_O e P_I

Setor	P_t (ppm)	P_O (%)	P_I (%)
1	2505,2	95%	5%
2	2715,48	88%	12%
3	600,53	98%	2%
5	732,39	98%	2%
7	1213,72	91%	9%
8	568,73	97%	3%
9	649,01	97%	3%
10	646,68	97%	3%
11	720,75	97%	3%
12	1129,61	84%	16%
16	1150,2	97%	3%
17	1267,9	95%	5%

Com a análise das tabelas 1 e 2 nota-se o grau de contaminação do manguezal pela ação antrópica nos setores Manguezal Ponte I e II, que apresentaram altos teores médios de fósforo total, textura do tipo franco arenosa e teores de M.O.S. e cálcio trocável próximo aos encontrados em outras áreas. O setor 2 apresenta teor de fósforo total 240% mais elevado do que o setor 12 que é uma área preservada e com teores de M.O.S. e cálcio trocável elevados.

4.2 Geoestatística

Com os correlogramas (Figuras 4 e 5) prontos foi possível notar a existência de dependência espacial, com uma sequência que sugere oscilação cíclica entre as áreas de altos teores de todas as variáveis e baixos teores, como ondas sinuosas. Somente o correlograma da areia grossa que houve baixa variação, demonstrando que não há um padrão entre os valores. Nos outros é possível observar a oscilação principalmente nos correlogramas areia fina, cálcio trocável e M.O.S.

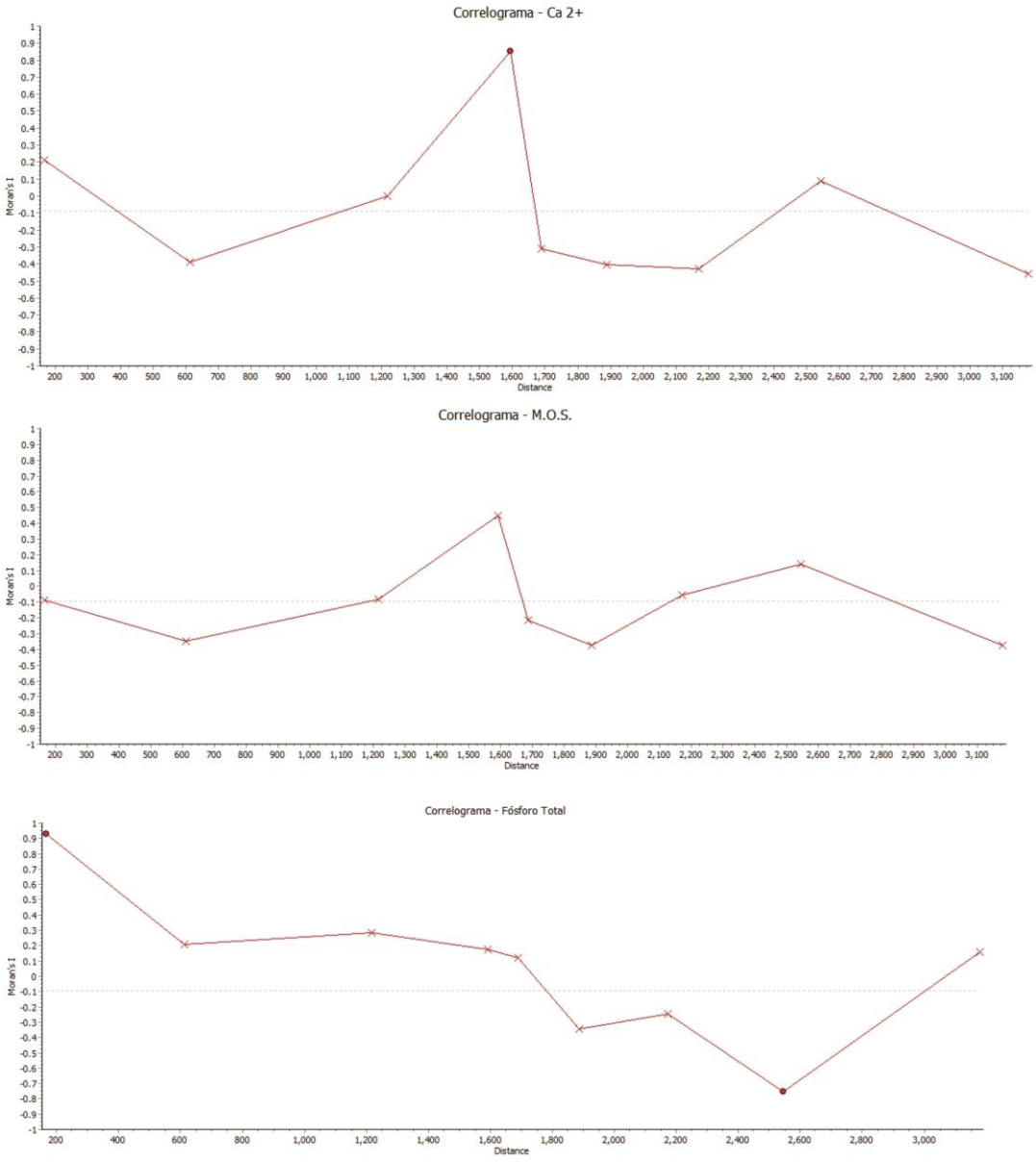

Figura 4: Correlogramas dos teores de Ca^{2+}, M.O.S. e P_t

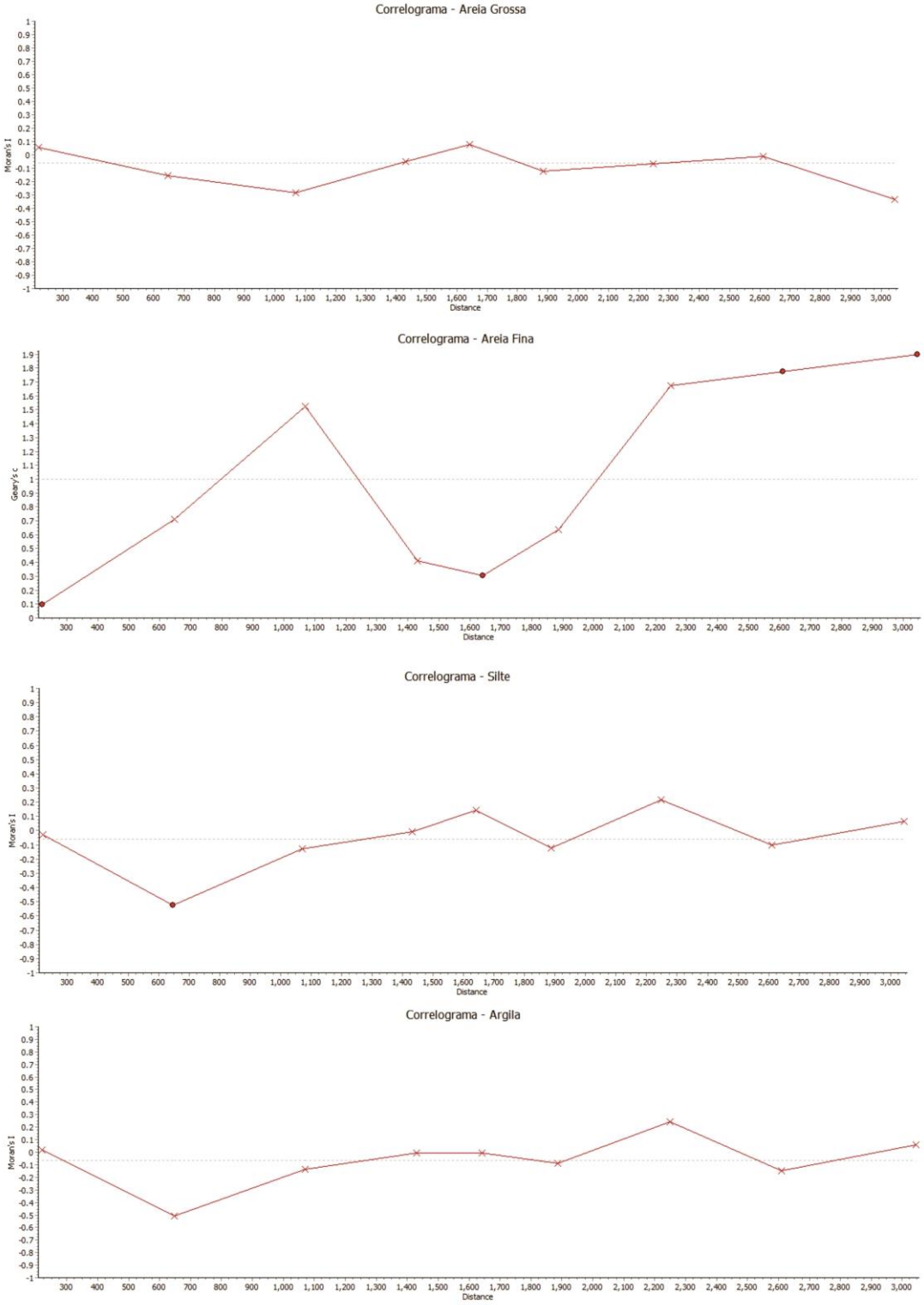

Figura 5: Correlograma das frações do solo.

Com esse panorama foi realizado o correlograma angular (Figura 6) onde foi observado anisotropia para todas as variáveis analisadas. Desta maneira fica evidente a necessidade da espacialização dos dados para melhor entender a variabilidade das variáveis analisados neste estudo.

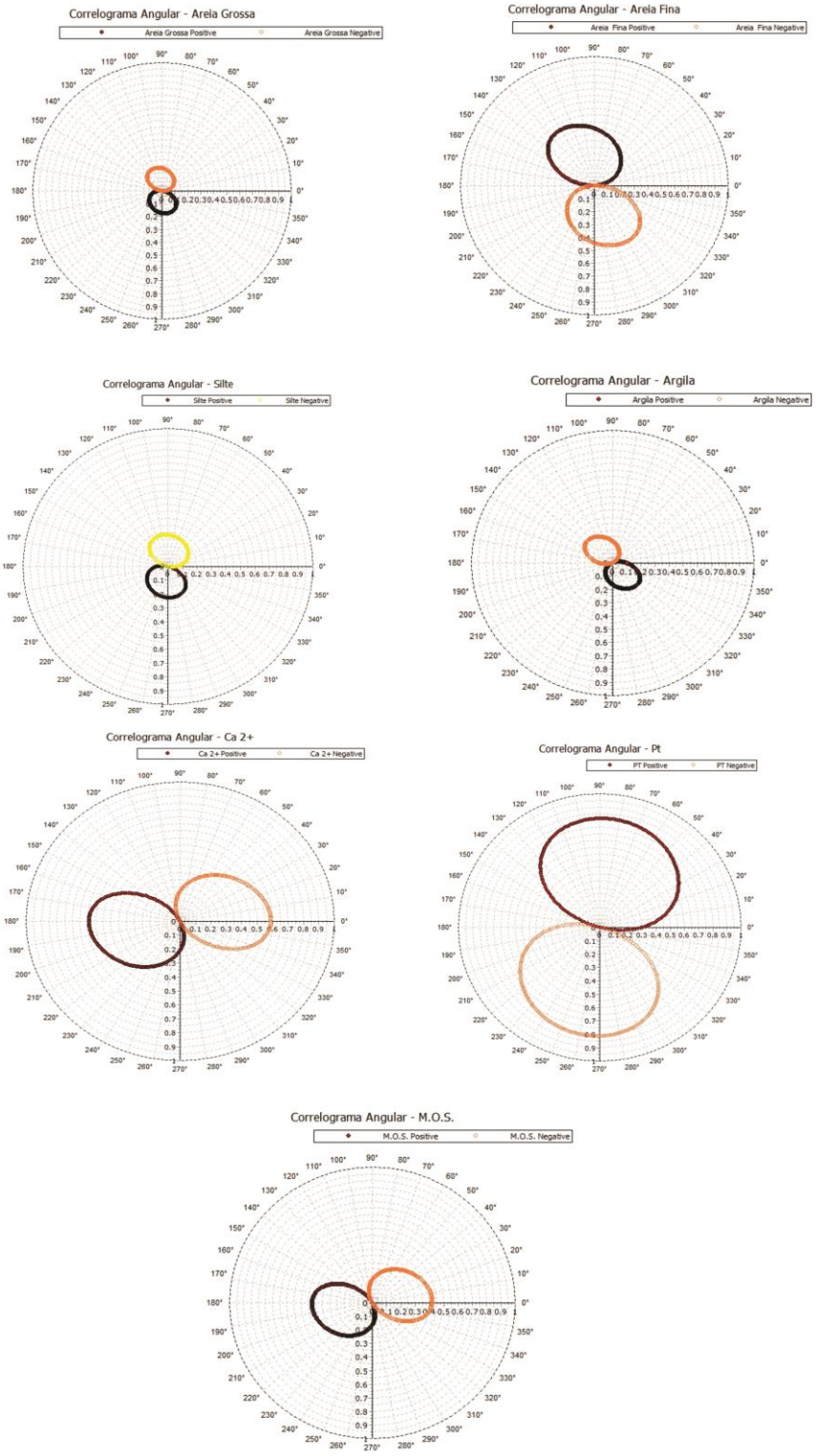

Figura 6: Correlogramas angulares.

Com os mapas de predição (Figura 7 e 8) usando a Krigagem Ordinária é notória a formação das ilhas como observado nos correlogramas. Para as frações do solo, essas ilhas são representadas por áreas de apicum próximas as áreas de vegetação típica de manguezal onde o desenvolvimento da vegetação promove uma aceleração nos processos de assoreamento, mediante o aprisionamento de sedimentos dentríticos e o acúmulo de matéria orgânica. (VILLWOCK, J. A., 2005)

Para a AG os teores mais elevados ficaram nos pontos próximos ao canal (Tabela 1) que é um ambiente de sedimentação de materiais mais grosseiros, há também altos teores nas áreas e Apicum situados quase em sua totalidade inclusos dentro do manguezal.

Ao analisar os mapas é notório que há uma relação inversa entre a espacialização dos sedimentos mais grossos como a AG com o Silte e a Argila. Locais onde há ilhas com altos teores de Argila e Silte é caracterizado por áreas de sedimentação lenta, provocada pela baixa energia da maré e atualmente pela presença da vegetação do manguezal. Estas áreas possuem relação com os teores de cálcio e de M.O.S. que principalmente na área mais ao fundo do canal há ilhas com os maiores teores de ambos.

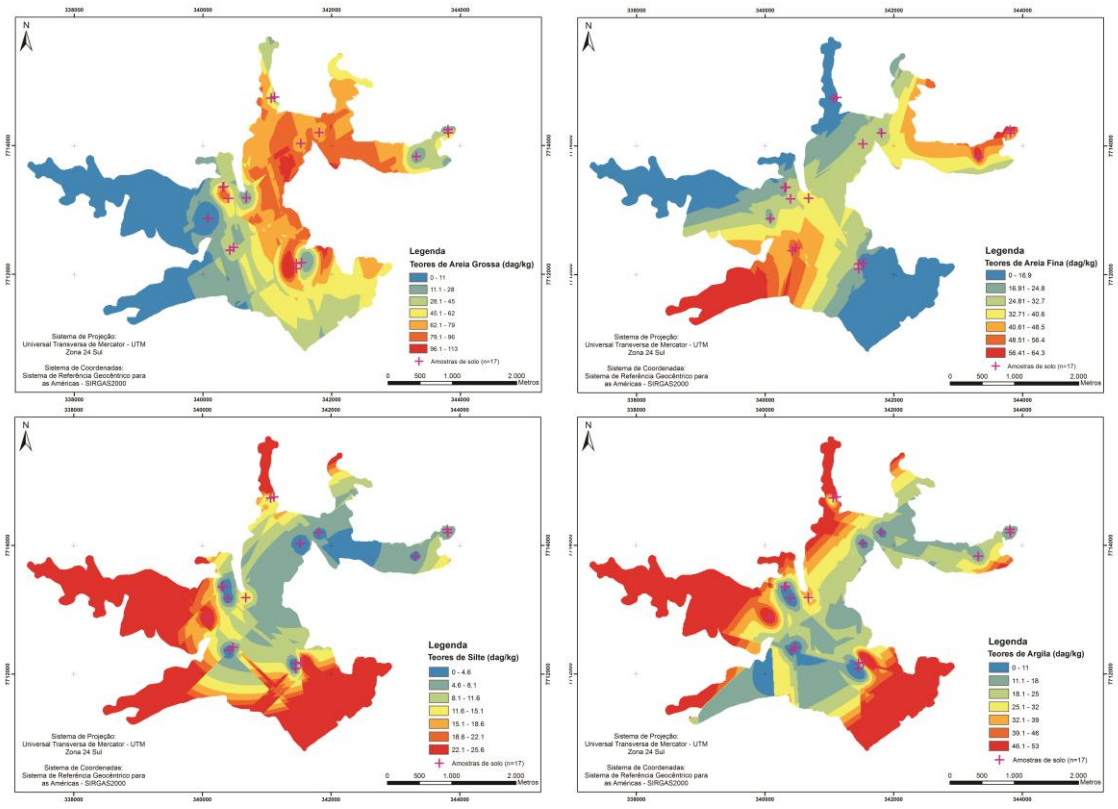

Figura 7: Mapas de predição das frações do solo elaborados com o uso da Krigagem Ordinária.

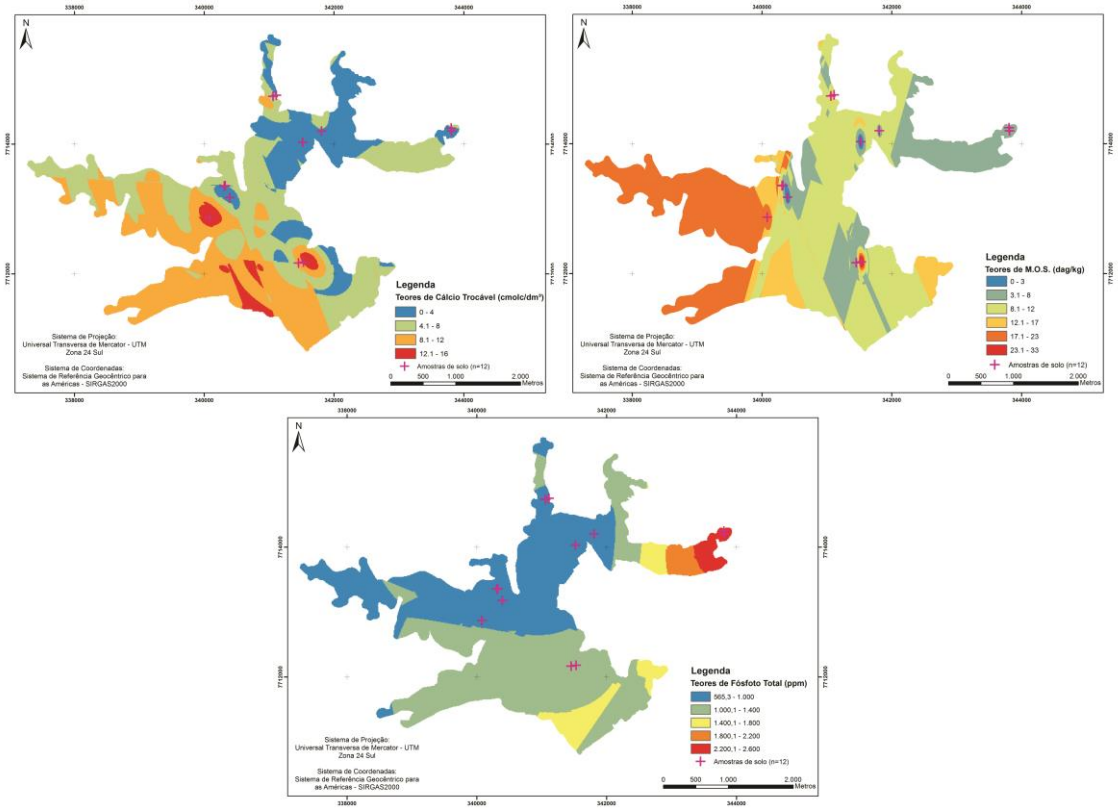

Figura 8: Mapas de predição de Ca^{2+}, M.O.S. e P_t elaborados com o uso da Krigagem Ordinária.

Foi gerado o mapa de erro padronizado de predição (Figura 9) e ficou visível que para as áreas mais distantes dos pontos amostrados o erro foi maior, a falta de mais pontos amostrais e a grande variação dos teores em intervalos de espaço muito próximos dificultaram a escolha e o ajuste dos semivariogramas, aumentando o erro nas predições.

Como a escolha dos pontos da coleta dos dados se deu de forma a abranger os diversos ambientes presentes no manguezal, os pontos não tinham como objetivo espacializar os dados obtidos geoestatisticamente. Desta forma a espacialização dos pontos amostrais dentro da área da RDS não favoreceu para que seja realizada uma melhor análise da distribuição das frações do solo, da M.O.S, do Ca^{2+} e do Fósforo.

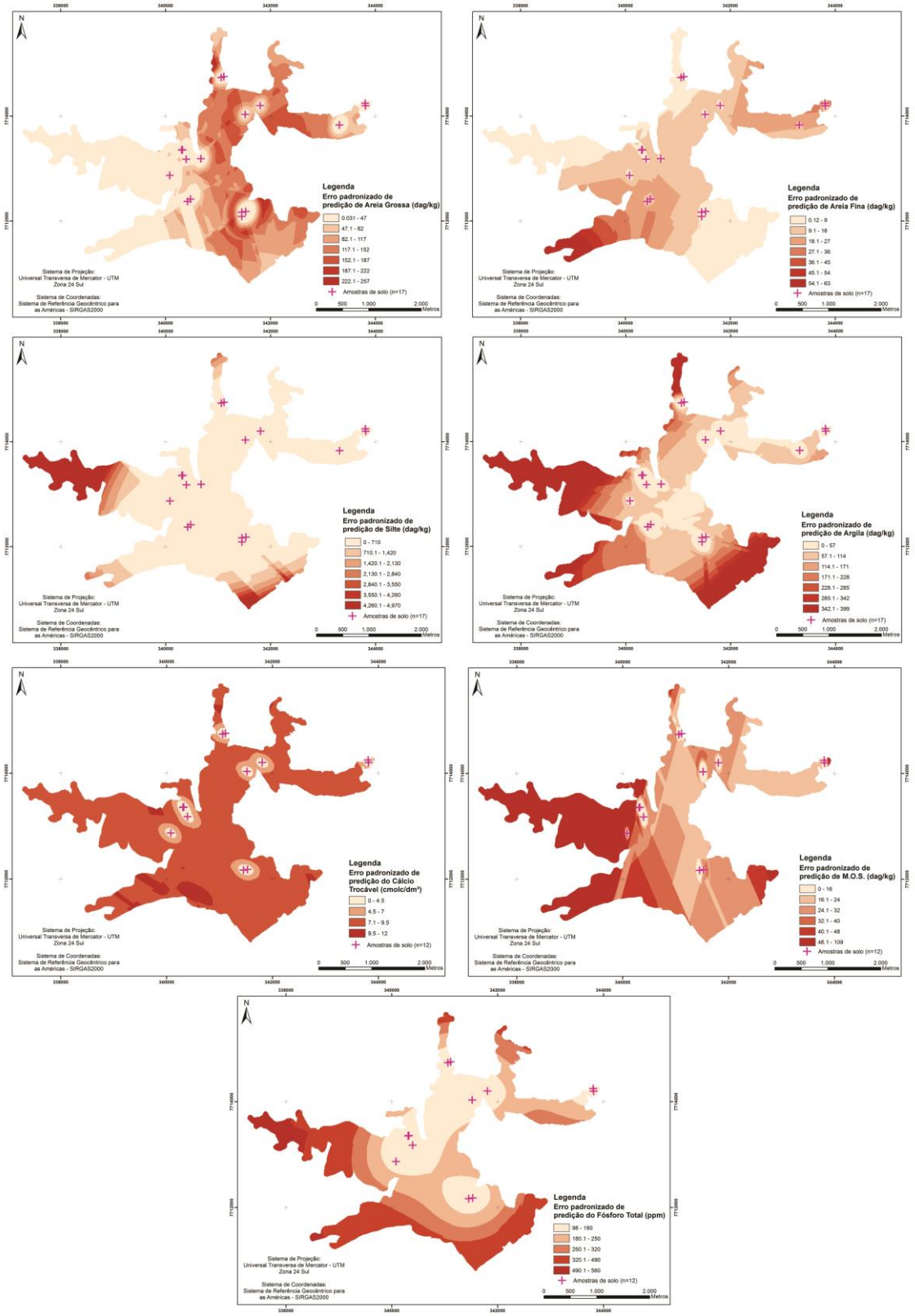

Figura 9: Mapa de erro padronizado de predição.

5 Discussões

Cazati (2010) ao analisar o teor de fósforo no complexo estuarino de Paranaguá utilizou-se de um índice proposto por Zhang (2008) em que ambientes com concentrações de P_t nos sedimentos abaixo 500 ppm podem ser considerados não poluídos, valores de P_t entre 500 e 1300 ppm são moderadamente poluídos e acima de 1300 ppm o ambiente estaria altamente poluído.

Em Vitória-ES foi realizado um estudo sobre a distribuição de alguns elementos entre eles o fósforo no manguezal da cidade, onde Dias (2005) apresentou resultados com altos teores de fósforo para os três perfis estudados. Um dos pontos chegou a medir 5104,98 ppm, com médias ficando em torno de 3600 ppm.

Borges (2006) ao estudar a distribuição de fósforo em sedimentos do manguezal de Mauá, localizado na Baia de Guanabara-RJ, encontrou valores de P_t variando entre 322 a 1286 ppm, com um valor máximo de 1912 ppm em uma determinada amostra.

Segundo dados do IDAM (Índice de desenvolvimento da atividade de maricultura) o município de Guarapari apresenta valores para indicador esgoto abaixo da média do Estado (0,6308) ficando em 13º no ranking, sendo classificado como vulnerável a contaminação por esgoto.

Ao classificar o ambiente (Figura 10) segundo a classificação adaptada do Índice de Zhang (2008), criaram-se quatro classes de índice de poluição; ambientes, não poluídos, levemente poluídos, moderadamente poluídos e altamente poluídos. Pode-se distinguir claramente três compartimentos bem pronunciados, com a maior parte da RDS enquadrada em áreas moderadamente poluídas (55,11%), seguida em ordem decrescente de abrangência, de áreas levemente poluídas (25,99%) e altamente poluídas (17,16%).

Em vista da política de proteção ao solo no Brasil ainda ser recente, e da falta de dados, ainda não há legislação específica sobre a contaminação de solos por fósforo. Porém, como o fósforo pode causar graves problemas quando presente em água há uma série de normas e resoluções que trabalham esta questão. Na resolução do CONAMA 344/2004, o qual estabelece diretrizes gerais e procedimentos mínimos para a avaliação de material a ser dragado fica estabelecido a concentração de 2000 ppm como ponto alarmante.

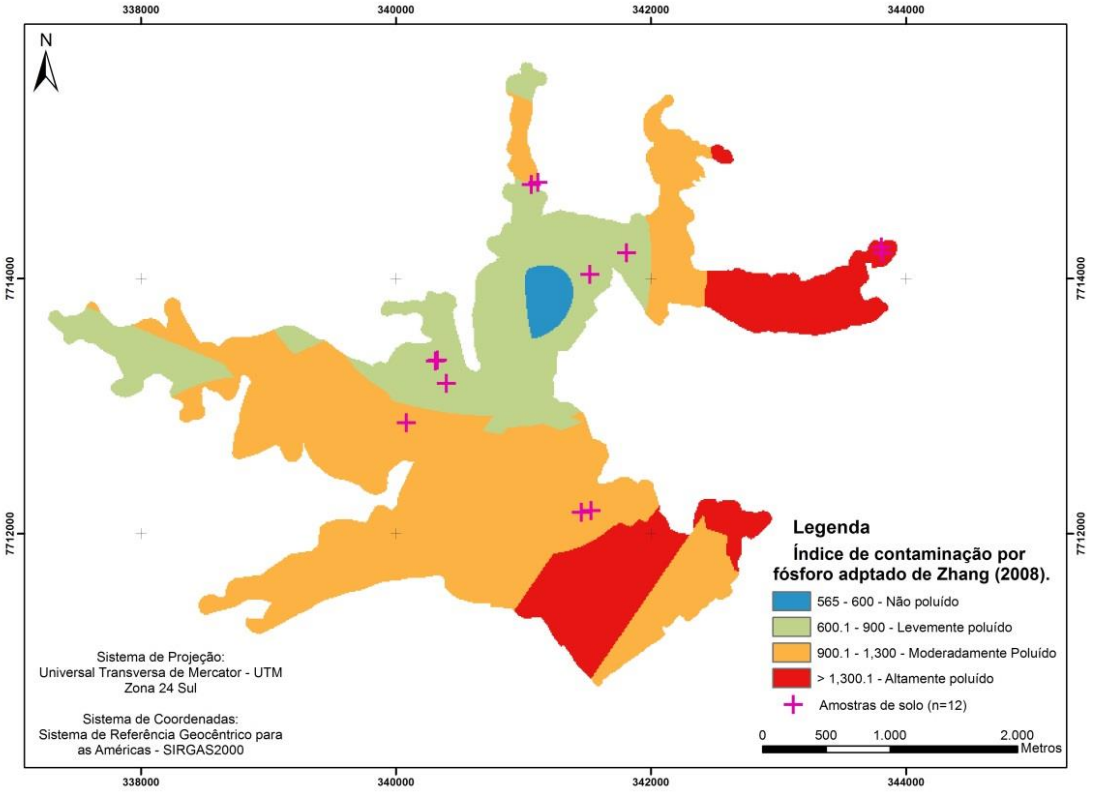

Figura 10: Mapa com a classificação adaptada do Índice de Zhang (2008).

Dentre as áreas classificadas como levemente poluídas, destacam-se os setores 10 e 11, do manguezal coqueiral (Figura 11). Uma área muito bem preservada de Apicum, *Rizophora* e *Lagunculária*, distante do centro urbano e sem conecções com pastagens, circundada por uma encosta de floresta estacional semidecidual do Bioma Mata Atlântica, estabilizada e muito bem preservada. Logo apresentando teores de médios de fósforo total na ordem de 646 ppm e 720 ppm, com pontos apresentando teores de 404 ppm, sendo considerados não poluídos.

Figura 11: Área do manguezal coqueiral da RDS Concha D'Ostra, muito bem preservado com proteção de encosta florestada.

Dentre as áreas classificadas como moderadamente poluídas, destacam-se os setores 7 (Figuras 12 e 13), 12, 16 e 17 (Figuras 14 e 15), que apesar de estarem enquadradas em áreas moderadamente poluídas, possuem médias de teores de fósforo total de 1213 ppm, 1129 ppm, 1150 ppm e 1267 ppm, respectivamente. Desse modo muito próximas de serem classificadas como altamente poluídas, apresentando pontos com cerca de 1500 ppm, já sendo consideradas altamente poluídas.

Figura 12: Encosta setor Machina, com pastagem onde é possível observar o encaixe do rio em uma falha estrutural do embasamento.

Figura 13: Encosta no setor Machina apresentando afloramentos rochosos e solos incipientes, contribuindo para o carreamento do material edáfico para o manguezal.

Figura 124: Apicum do setor Concha D'Ostra onde foi possível observar áreas bem preservadas de manguezal, apesar de estar inserido em um ambiente em urbanização.

Figura 135: Bairro Concha D'Ostra paralelo ao manguezal de mesmo nome.

Os setores que apresentaram alto grau de poluição, sendo classificados como altamente poluídos foram os setores 1 e 2, Manguezal Ponte I e Manguezal Ponte II respectivamente. Esses setores se apresentam inseridos dentro da área urbana de Guarapari, muito próximo ao lançamento de esgoto (Figura 15), sendo observado o maior teor médio de fósforo total de toda área estudada (2715.48 ppm). Com ponto de maior teor observado de 3388.65 ppm de P_t.

Figura 15: Lançamento de esgoto *in natura* nos setores Manguezal Ponte I e II - RDS Concha D'Ostra - Guarapari-ES.

Os únicos setores que apresentaram enriquecimento pronunciado de fósforo total nas camadas de 0-20cm em relação as camadas de 40-60cm (Tabela 3) foram os setores 1 e 2, com ponto apresentando teores de Pt de 3388 ppm na camada de 0-20cm enquanto a camada de 40-60cm apresentou teores de 2173 ppm, ficando a camada superficial cerca de aproximadamente 150% mais enriquecida de fósforo que a subjacente.

Tabela 3: Valores encontrados sem a média nos setores 1 e 2. Houve um caso de não enriquecimento de fósforo total na camada superior.

Setor 1		**Setor 2**	
Profundidade	**Teor de P_t**	**Profundidade**	**Teor de P_t**
0-20	2696,855	0-20	2323,860
40-60	1762,214	40-60	3100,805
0-20	3388,648	0-20	2890,709
40-60	2173,083	40-60	2546,533

Os teores de fósforo total no ambiente com baixa ação antrópica, mostraram-se percentualmente bem inferiores aos das áreas com maior influência antrópica, porém ainda apresentam teores consideráveis. Este aspecto pode ser explicado devido à característica da geologia local, com grande predominância de Kinzigitos, Gnaisse de composição pelítica de alto grau de metaforfismo (NASCIMENTO, 2011), com presença de fósforo em sua composição, dentre os "fosfatos minerais" destacam-se as monazitas e o grupo das apatitas.

Desse modo, como pode ser visto na tabela 1 todos os solos estudados apresentam valores consideráveis de cálcio trocável, um bom indicativo de altos teores de cálcio total no solo neste ambiente, haja vista que em campo pode-se perceber tanto em apicuns quanto em manguezais grande presença de conchas integras e fragmentadas. Parte do fósforo vai estar associado ao cálcio na forma de fosfato de cálcio $Ca_3(PO_4)_2$ e/ou em hidroxiapatita $Ca_5(PO_4)_3(OH)$, fixando parte do fósforo livre na forma mineral neste ambiente. Tais hipóteses podem justificar os teores elevados de fósforo em áreas preservadas dos manguezais e apicuns estudados no presente trabalho, em comparação com outros estudos que foram apresentados.

Com os dados apresentados é possível aferir que está ocorrendo uma complexação do fósforo provindo do lançamento de esgoto *in natura*. Esta complexação vai estar ligada a M.O.S.. Os oxi-hidróxidos de ferro e alumínio vão estar participando

no sistema adsorvendo o fósforo. O cálcio ao se unir ao fósforo vai favorecer a formação de minerais, precipitação eles no ambiente.

6 Conclusões

O manguezal localizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra em Guarapari-ES possui vários ambientes diferentes entres eles, como as áreas de apicum e as áreas de manguezal típico, sendo possível a sua caracterização com a espacialização dos atributos físico-químicos dos solos.

O fósforo se mostrou um bom indicativo de qualidade ambiental, logo podendo ser utilizado para avaliação do grau de impacto de ações antrópicas em manguezais.

Foi possível observar a grande resiliência do ecossistema em estudo, apesar de muitos dos setores estarem inseridos dentro de um ambiente urbano as florestas de manguezal se mostraram preservadas, não apresentando sinais aparentes de degradação.

A adaptação do Índice proposto por Zhang (2008) a área da reserva se apresenta com um bom número de áreas altamente poluídas, apresentando também pontos com teores de fósforo que servem de alerta, pois encontram-se muito próximos de serem enquadrados como altamente poluídos.

Foi detectado contaminação por lançamento de esgoto *in natura* nos setores 1 e 2, Manguezal Ponte I e II respectivamente, apresentando enriquecimento pronunciado de fósforo total nas camadas superficiais em relação as sub-superficiais.

Para uma melhor espacialização é necessário um estudo visando identificar mais pontos amostrais a serem coletados para aumentar a confiabilidade da predição, diminuindo assim o seu erro e possibilitando uma melhor visualização da distribuição espacial dos elementos.

7 Referências Bibliográficas

ALONGI, D. M. Organic carbon accumulation and metabolic pathways in sediment of mangrove forest in southern Thailand. Mar. Geol., vol 179, pág 85 – 103, 2001.

ALONGI, D. M.; BOTO, K. G. ; ROBERTSON, A. I. Nitrogen and phosphorus cycles. Robertison A. I. and Alongi D. M. Tropical Mangrove ecosystems, American Geophysical Union, p. 251-291, 1992.

ALONGI, D.M. Present state and future of the world's mangrove forests. Environmental Conservation, v. 29, n.3, p.331–349, 2002.

ANDRIOTTI, J. L. S. Fundamentos de Estatística e Geoestatística. 1 reimpressão. São Leopoldo-RS. Editora Unisinos. 2005

ASSUMPÇÃO, H. C. P. A Krigagem como método de análise de segregação espacial da população. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, realizado em Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil de 4 a 8 de novembro de 2002.

BRASIL, ESPÍRITO SANTO. Lei Estadual, nº 8464, de março de 2007. Cria a Reserva Estadual de Desenvolvimento Sustentável Concha D´Ostra, no município de Guarapari e dá outras providências.

BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BURRUS, D.R.L.; THOMAS, J.; DOMINIK, J.P. Seasonal de livery of the particulate forms of phosphorus to lake Geneva from the upper Rhone river. Vernet, Aquat. Sci. 52, p. 221-235. 1990

CAMPOS, M. R . Distribuição espacial da infecção por Ascaris lumbricoides Rev. Saúde Pública v.36 n.1. São Paulo. 2002.

CARBON fix from coastal forests. New Scientist: v. 189, p. 19, mar. 2006.

CARVALHO, L.G. de ; ALVES, M. C. ; OLIVEIRA, M. S. de; CARVALHO, L. M. T. de; VIANELLO, R. L. ; SEDIYAMA, G. C. . Co-krigagem da temperatura e de índices climáticos no estado de Minas Gerais com base nas co-variáveis altitude, latitude e longitude.. In: XIV Congresso Brasileiro De Meteorologia, 2006, Florianópolis, SC. Anais. 2006.

CAZATI, C.A. MACHADO, E.C. Fracionamento do fósforo em sedimentos superficiais do complexo estuarino de Paranaguá. Pontal do Paraná, PR. 2010. 95p. Curso de Pós Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná. Dissertação de mestrado, 2010.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Introduccion a la ecologia del manglar. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe, 1983. 109p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Regimento Interno, anexo à Portaria n o 499, de 18 de dezembro de 2002.

DIAS, M. H. B. Distribuição de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo de uma secção transversal do manguezal no estuário da Baía de Vitória. 2005. 37p. Dissertação

apresentada ao Programa de Graduação de Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Solos). Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. p. 212. 1997.

EVANS, G.; HOWARTH, R.J. NOMBELA, M. A. Metals in sediments of the Ensenada de San Simón (inner Ría de Vigo), Galicia, NW Spain. Applied Geochemistry, 18: 973-996, 2003.

FERREIRA, T. O. Processos pedogenéticos e biogeoquímicos de Fe e S em solos de manguezais. 2006. 138p. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ, Piracicaba, 2006.

FONSECA, L. V. Capacidade de Retenção de Fósforo e Material Particulado em Suspensão por Manguezal de Área Impactada por Efluentes da Carcinicultura. Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, outorgado pela Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2009.

FÖRSTNER, U. Assessment of Metal Pollution in Rivers and Estuaries. In: Thornton, I. (ed.) Applied Environmental Geochemistry. London, Academic Press. p. 305-423, 1983.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; OLIVEIRA, T. L. Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Simp. Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. Anais, p. 4607-4614. 2009.

HAKANSON, L. JANSSON, M. Principle de lake sedimentology, Berlin: Springer, 1983. 316 p.

HUTCHISON J., A. MANICA, R. SWETNAM, A. BALMFORD, and M. SPALDING. 2014. Predicting global patterns in mangrove forest biomass. *Conservation Letters* 7: 233–240.

IDAM (Índice de desenvolvimento da atividade de maricultura): Diagnóstico sócio-ambiental no Espírito Santo. Diversa, Ano 1-nº2. p.15-32, 2008.

IEMA – Concha D'Ostra - Levantamento Das Informações Básicas. Relatório Parcial - Comissão de Reavaliação da Categoria de Unidade de Conservação Concha D'Ostra. Coordenação: Luiz Alberto Cheles Ricart, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_atlas.shtm>. Acesso em: 28 Março. 2015.

KJERFVE, B., LACERDA LD. 1993. Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions. Part I - Latin America. Mangrove Ecosystem Technical Report No. 2. ITTO/ISME, Okinawa, 272 p.

LACERDA, L. D. Manguezais, ecossistemas-chaves sob ameaça. Oceanos. Scientific American, Brasil. p 76-82.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. Amsterdam, v. 123, p. 1-20, 2004.

MACHADO, L. O. ; Lana, A.M.Q. ; Quintão Lana, R.M. ; Guimarães, E.C. ; Ferreira, C.V. . Variabilidade Espacial de Atributos Químicos do Solo em Áreas sob Plantio Convencional. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso), v. 31, p. 591-599, 2007.

MARIUS, C. LUCAS, J. Holocene mangrove swamps of West Africa: sedimentology and soils Journal, 1991

NASCIMENTO, D.R., Jr. Minerais pesados das areias praiais de Guarapari (ES): Distribuição, proveniência e fatores de risco à saúde. In: XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, III Encontro do Quaternário Sulamericano, XIII ABEQUA Congress - The South American Quaternary: Challenges and Perspectives. 2011, Armação dos Búzios – RJ. Anais.

NEGRAO, J. R. Introdução para ArcGis 9 Geostatistical Analyst, s/d. slides.

NOBREGA, G.N. Blue carbon em solos de manguezais do semiárido: importância, métodos de quantificação e emissão de gases de efeito estufa. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2013.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 399p. 1999.

OLIVEIRA, S.B. de & ROCHA, M.M. da. Krigagem indicadora aplicada aos litotipos do depósitode Ni-Cu de Americano do Brasil, GO. Geol. USP, Sér. cient. [online]. 2011, vol.11, n.2, p. 123-134. ISSN 1519-874X.

ONG CHE, R.G. Concentration of 7 heavy metals in sediments and mangrove root samples from Mai Po, Hong Kong. Marine Pollution Bulletin, 39(1-12): 269-279. 1999.

PRADA-GAMERO, R.R. *et al*. Mineralogia e físico-química dos solo de mangue do rio Iriri no canal de Bertioga (Santos, SP). R. Bras. Ciê. Solo, 28: p. 233-243, 2004.

PRAKASA, R. M. SWAMY, A. R. S. Clay mineral distribution in the mangrove of the Godavira delta. Clay Research, Delhi, v. 6 p .81 – 86, 1987.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAPARI-ES. Disponível em: < http://www.guarapari.es.gov.br/portal/index.php/turismo/conheca-guarapari>. Acesso em: 03 de maio de 2015.

PROSAB5 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico; Tema 2. ABES RJ, 2009.

RIBEIRO, P. C. Vermetídeos em costões rochosos de Guarapari, ES: contribuição para o estudo do nível relativo do mar e da circulação marinha no holoceno. Trabalho de monografia. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 93p. 2011.

RUIZ, H. A. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30. Recife - PE. CD-ROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2005a.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.297-300. 2005b.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN, G. Mangroves of arid environments of Latin America. In: LIETH, H. & MASOOM, A. Towards the rational use of high salinity tolerant plants. v.1. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.107-116. 345 p.

SOARES, A. Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente. 2 ed. Lisboa: IST Press, 2006.

SUGUIO, K. Geologia sedimentar. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2003.

TAM, N.F.Y. & WONG, Y.S. Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater. Environmental Pollution, 94(3): 283-291. 1996.

TAM, N.F.Y. & WONG, Y.S. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. Environmental Pollution, 110: 195-205. 2000.

VANNUCCI, M.– O manguezal e nós: uma síntese de percepções - Edusp -SP, 235p. 1999.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B.. Geoestatística. Conceitos e Aplicações. Editora Oficina de Textos, 215p, 2013

YIN, X.; YAO, C.; SONG, J.; LI, Z.; ZHANG, C.; QIAN,W.; BI, D.; LI, C.; TENG, Y.; WU, L.; WAN, H.; LUO, Y. Mercury contamination in vicinity of secondary copper smelters in Fuyang, Zhejiang Province, China: Levels and contamination in topsoils. Environmental Pollution, v. 157, p. 1787–1793, 2009.

ZHANG, R. Y. *et al*. Characteristics of organic phosphorus fractions in diferente trophic sediments of lakes from the middle and lower reaches of Yangtze River region and Southwestern Plateau, China. Environ Pollut., Kindlington, v. 152, p.366-372, 2008.