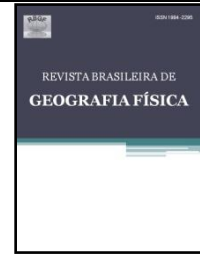




ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Características geológicas e geomorfológicas da Estação Ecológica do Rangedor, localizada na Zona Urbana da Ilha de São Luís (MA), associadas à sua disponibilidade hídrica

Rosângela Borges Almeida¹, Antonio Carlos Leal Leal Castro², Gisele Martins Cardoso de Araújo³, José de Ribamar Pinheiro Júnior⁴, Leonardo Silva Soares⁵

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas (PPGSE). almeida_rb@hotmail.com. ² Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (USP). Professor Titular da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). alec@ufma.br. ³ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas (PPGSE). gisacardoso@hotmail.com. ⁴ Graduado em Ciências Biológicas - Licenciatura e Bacharelado (UFMA), Mestre em Ciências Florestais e Ambientais (UFAM), Especialização em Geoprocessamento aplicado ao Cadastro Multifinalitário (UGF) e Especializando em Perícias e Licenciamento Ambiental (UFSCar). pinheirojr@yahoo.com.br. ⁵ Bacharel em Ciências Aquáticas, Mestre em Sustentabilidade de Ecossistemas, Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pós Doutorado em Geografia (UFMA). leonardoufma@yahoo.com.br.

Artigo recebido em 15/09/2017 e aceito em 15/02/2018

RESUMO

A água é um recurso natural, limitado e dotado de valor econômico. Algumas áreas apresentam maior facilidade de infiltração das águas pluviais no solo, formando as zonas de recargas de aquífero. Neste trabalho, avaliou-se a disponibilidade hídrica da Estação Ecológica do Rangedor (ESER) e seu entorno, delimitado por um raio de 1 km, através da análise dos aspectos geológico-geomorfológicos e a presença de poços e nascentes nos domicílios. Verificou-se também a sócio economia da área de entorno, enfatizando o saneamento. Para tal, foram utilizadas as ferramentas do geoprocessamento e a base de dados do censo do IBGE de 2000 e 2010. Os resultados obtidos demonstraram que as variáveis topográficas que contribuíram para a recarga de aquífero na área foram a geologia, destacando a Formação Barreiras; pedologia, especificamente, os latossolos; e a declividade plana. Registrou-se, um número expressivo de domicílios que possuem poços e nascentes em suas propriedades. Apesar da proximidade com a zona costeira, os poços tubulares analisados não apresentaram intrusão salina. Com relação ao saneamento, o entorno da Estação Ecológica do Rangedor está bem estruturado em relação a outros bairros da cidade de São Luís.

Palavras-chave: água subterrânea, aquífero, disponibilidade hídrica, área urbana.

Geological and geomorphological characteristics of the Rangedor Ecological Station, located in the Urban Zone of the Island of São Luís (MA), associated with its water availability

ABSTRACT

Water is a natural resource, limited and with economic value. Some areas have greater ease of infiltration of rainwater into the soil, forming the aquifer recharge areas. An evaluation of water availability in the Rangedor's Station Ecological and its surroundings, within a radius of 1 km, through the analysis of geological and geomorphological aspects and the presence of wells and headwater in the households. It was also observed the surrounding area's socioeconomy, focusing on sanitation. To this end, we used the geoprocessing tools and the 2000 and 2010 IBGE census database. Thus, the topographical items that contributed to the aquifer recharge in the area were geology, highlighting Barreiras Formation; pedology specifically latosols; and the flat slope. It was recorded a significant number of households that have wells and headwater on their property. Despite the proximity to the coastal zone, the wells analyzed showed no saltwater intrusion. With regard to sanitation, the surroundings of Rangedor's Station Ecological is well structured when compared to other neighborhoods in the São Luis city.

Keywords: groundwater, aquifer, water availability, urban area.

Introdução

Ao longo da história, o mundo tem testemunhado exigências cada vez maiores para que se tenha um suprimento de água com segurança, qualidade e baixo custo, para atendimento do consumo doméstico, agricultura e

indústria. Gestores de recursos hídricos são desafiados para atender a essas demandas múltiplas e muitas vezes conflitantes (Louckus e Van Beek, 2005).

Em todos os continentes, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se

rapidamente devido às múltiplas atividades humanas que se desenvolvem com grande intensidade nas bacias hidrográficas do planeta. Os aspectos de demanda e de escassez de água estão relacionados ao crescimento demográfico, à escala das atividades econômicas e à capacidade de suporte dos recursos naturais (Francisco e Carvalho, 2004).

Apesar dos melhoramentos na eficiência do uso da água em muitos países desenvolvidos, a demanda pela água doce tem continuado a crescer na medida em que a população mundial e a atividade econômica têm se expandido. A retirada de água doce dos diferentes compartimentos, e especialmente dos aquíferos subterrâneos têm degradado seriamente a qualidade da água, diminuindo efetivamente o suprimento de água em condições satisfatórias de uso.

Estima-se que existam no país pelo menos 400.000 poços que utilizam água subterrânea. No estado do Maranhão, aproximadamente 70 % das cidades têm como principal fonte de abastecimento a água proveniente de poços (IBGE, 2010). Para calcular a disponibilidade hídrica subterrânea em uma região, é imprescindível a existência de um banco de dados confiável, que reflita o número de poços presentes (Neves et al., 2007).

Na zona urbana do município de São Luís foi criada uma unidade de conservação na categoria de proteção integral – Estação Ecológica do Rangedor (ESER). Apesar de ser um espaço alvo da especulação imobiliária e extremamente valorizado, foi escolhido como área protegida por apresentar características pedológicas e geotécnicas que favorecem a recarga de aquífero.

Os principais riscos para a manutenção da qualidade das águas subterrâneas e superficiais em regiões urbanas são a contaminação pelo lançamento de esgotos in natura, resíduos

industriais lançados no solo e a crescente tendência de aumento populacional.

O crescimento acelerado na área de influência da unidade de conservação tem provocado a perfuração de poços tubulares e o risco de contaminação dos aquíferos, exigindo o conhecimento da disponibilidade hídrica subterrânea e a produtividade de poços, como componentes estratégicos para ações de monitoramento e gestão desta área protegida.

Neste quadro, o presente trabalho propõe, a partir de uma compreensão integrada das informações de natureza ambiental e socioeconômica obtidas, caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos da unidade de conservação e o seu potencial hídrico, identificando os conflitos e buscando soluções para a formulação de políticas públicas e gestão territorial do espaço geográfico delimitado pela unidade de conservação e seu entorno.

Estação Ecológica do Rangedor

A área de estudo está inserida na Ilha do Maranhão (02°29'15"S a 02° 30'45"S e 44°15'10"W a 44°17'30"W), pertencente ao município de São Luís e compreende a Estação Ecológica do Rangedor acrescida no seu entorno de um raio de 1 km (Figura 1).

A ESER encontra-se sujeita, assim como a cidade de São Luís, à influência da massa de ar Equatorial Marítima e da convergência dos ventos alísios do Nordeste e Sudeste. O clima é tropical chuvoso, com estação seca de inverno, tipo Aw, conforme a classificação de Köppen. A sazonalidade da chuva na área é marcante, indicando o período chuvoso de janeiro a junho, e o período seco de julho a dezembro com pluviosidade média anual de 1.857,16 mm, temperatura de 27°C e uma umidade de 80% (Pereira et al., 2008).



Figura 1. Mapa de localização da Estação Ecológica do Rangedor – São Luís/MA.

Esta Unidade de Conservação (UC) abrange uma área de 120,95 hectares e perímetro de 5.569,90 metros. Limita-se ao norte com a Rua dos Búzios, no Bairro do Calhau; a leste com o Ginásio Raimundo Sá e Avenida Eduardo Magalhães; ao sul com a Avenida Jerônimo de Albuquerque; e a oeste com a Avenida General Euclides Figueiredo.

Conforme a Lei de Zoneamento Municipal, a área onde está localizada a ESEC do Rangedor foi enquadrada na denominação de Corredor Primário de múltiplos usos e primeiro eixo de expansão da cidade. A categoria de proteção integral da área foi justificada pelo fato de apresentar propriedades geotécnicas e pedológicas, com características fisiográficas locais de importante relevância para o processo de infiltração de águas pluviais. Essas características tornam o Sítio do Rangedor uma área de recarga de aquíferos, interagindo com a dinâmica das águas da micro bacia do rio Calhau e com a sub bacia do rio Anil (Maranhão, 2005).

Material e métodos

Disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica da ESER e seu entorno foi avaliada com base em variáveis físicas

do solo que considerou aspectos da geologia, pedologia, geomorfologia, hipsometria e declividade. A análise desses itens topográficos foi efetuada com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica Spring ver. 5.2, disponível gratuitamente no site do INPE.

Para identificar a aptidão hídrica da ESER e seu entorno foi catalogada a presença de poços e nascentes na área delimitada para estudo. Como a área está inserida na bacia costeira de São Luís e sob a influência marinha, foi analisada também a intrusão salina nas águas subterrâneas de três poços tubulares da ESER e seu entorno.

Analisou-se a presença dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} e posteriormente a razão iônica entre estes. Segundo Custódio e Lamas (1993), a razão iônica entre o cálcio e o magnésio (rMg^{+2}/rCa^{+2}) fornece uma imediata indicação do fenômeno da intrusão salina, ou seja, esta razão possui um valor compreendido entre 0,3 e 1,5 em águas doces; e de 5, para a água do mar.

Uma análise do saneamento da área foi procedida, englobando os aspectos relativos ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza pública. Desta forma, foram comparados os dados do censo IBGE de 2000 e 2010, a fim de detectar possíveis evoluções neste parâmetro.

Geologia e Pedologia

A caracterização da geologia e pedologia da ESER foi baseada na aquisição de arquivos digitais no formato ASCII-SPRING disponíveis no banco de dados do Gerenciamento Costeiro do Maranhão (Gerco, 1998). Este banco de dados abrange a Ilha do Maranhão, sendo necessário recortar o Plano de Informação (PI), com o auxílio de uma “máscara” referente ao limite da área de estudo.

Geomorfologia e Hipsometria

Para a confecção do mapa geomorfológico utilizou-se também o banco de dados disponível para a área (Gerco, 1998), enquanto que a hipsometria foi determinada com o uso do software SPRING 5.2, a partir da digitalização das curvas de níveis de 0,5m da Aeroconsult (2001). As classes de altitudes adotadas na elaboração deste mapa foram os intervalos de 0-5m, 5-20m e >30m. Posteriormente, o mapa geomorfológico foi sobreposto ao mapa hipsométrico com o propósito de associar as feições geomorfológicas às cotas altimétricas.

Declividade

Para análise da declividade na área da ESER, utilizou-se o software Spring 5.2, no qual foram plotados as curvas de níveis de 0,5m do levantamento da Aeroconsult (2001) para a elaboração dos mapas. As classes de declividade

foram definidas obedecendo a classificação da EMBRAPA (2006).

Resultados e discussão

Geologia

A formação geológica predominante na UC e seu entorno é a Formação Barreiras (TQb), ocupando 91,39% (8,30km²) da área mapeada (Figura 2). Para Rodrigues et al. (1994) esse tipo de formação caracteriza-se litologicamente como areia fina a média com concentrações, ferruginosas, imaturas e intercalações argilosas cauliniticas; e seu potencial mineral engloba argila, laterita e água subterrânea. Neste contexto, há registros inconfundíveis que durante vários anos antes da criação da unidade de conservação, houve crescentes extrações de lateritas, representadas por piçarra, areia e cascalho (Elabore, 2006).

Espindola e Daniel (2008) comentam que a denominação “laterita” tem sido empregada para designar depósitos residuais endurecidos oriundos do intemperismo de rochas e materiais superficiais em alteração, situados em posições variadas do relevo regional.

A Formação Barreiras tem abrangência local e regional, ocorrendo, portanto, em toda a extensão da poligonal da ESER do Rangedor e extrapolando para a maior parte do seu entorno no raio de 1 km. Essa formação geológica é uma característica de extrema importância para essa UC, uma vez que ela facilita uma significativa infiltração de água no solo, permitindo assim a manutenção da recarga de aquífero.

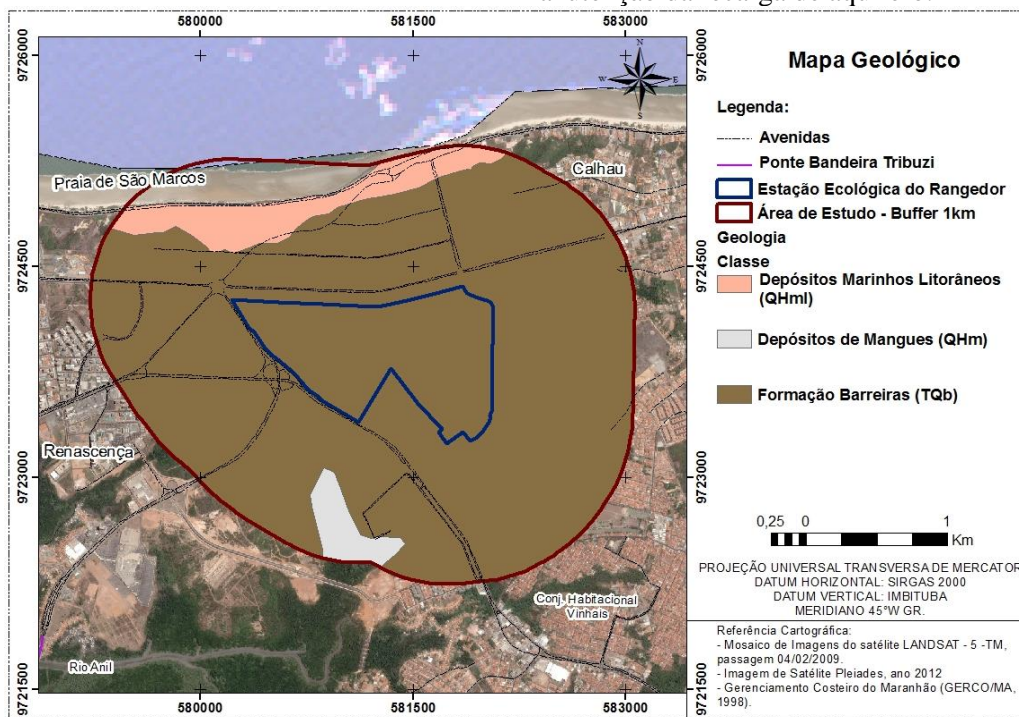


Figura 2. Mapa geológico da Estação Ecológica do Rangedor e seu entorno.

Dados apresentados pela Elabore (2006), sugerem que a reduzida espessura dos sedimentos arenosos, porosos e permeáveis da Formação Barreiras na região influencia na renovação das reservas hídricas, e pelo fato de se encontrar densamente urbanizada e impactada, configura-se como condição de fragilidade para a manutenção do equilíbrio desse balanço hídrico local.

Pereira et al. (2008) destacam que no modelo hidrogeológico da ESER do e seu entorno, o sistema de recarga, fluxo e descarga das águas subterrâneas locais está condicionado às características físicas e estruturais da sequência estratigráfica da Formação Barreiras. Essas características desempenham o papel de dispersor de fluxos de água subterrânea, o que se expressa pela ocorrência de veredas pantanosas nas áreas adjacentes. A conexão hidráulica com corpos d'água localizados em cota altimétrica inferior, configura o ambiente como área acumuladora de águas pluviais perene, exercidas pelas condições geológico-geotécnicas do solo.

Assim, o relevo da ESER, com seu destaque topográfico que proporciona diferença de cotas de 20 metros em relação ao seu entorno, confere à UC um papel estratégico na infiltração de estoques de água doce com carga hidráulica capaz de sustentar a perenização dos corpos hídricos adjacentes (Elabore, 2006; Pereira et al. 2008).

As outras formações geológicas encontradas no mapeamento foram os depósitos marinhos litorâneos (QHml) e os depósitos de mangues (QHm) que apresentaram 6,38% e 2,23%, respectivamente, sendo menos representativo em relação à Formação Barreiras.

Pedologia

Os solos, de acordo com suas variações pedogenéticas, apresentam comportamento diferenciado quanto à dinâmica e ao armazenamento de água (Serafim et al., 2013). Na área estudada os solos que se destacaram foram os latossolos amarelos com 87,74% da área total mapeada de 9,48km².

Registros encontrados em EMBRAPA (2006) reconhecem este solo em avançado estágio de intemperização, localizado no Horizonte B. Ocorrem frequentemente em regiões equatoriais e tropicais, como também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso.

Com relação ao armazenamento da água, os latossolos variam de fortemente drenados a bem

drenados. São normalmente muito profundos, sendo sua espessura raramente inferior a um metro. Em geral, são solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

Os demais tipos de solos presentes na área apresentaram valores relativamente baixos tais como o neossolo quartzarênico (5,95%), praia (4,68%) e gleissolos (1,63%). O neossolo caracteriza-se como solos sem contato lítico na faixa de 50 cm de profundidade, com areia ou areia franca em todos os horizontes. Este tipo de solo apresenta um alto índice de infiltração, devido sua alta porosidade.

Os Gleissolos menos representativo na área de estudo caracterizam-se como solos argilosos, hidromórficos, constituídos por material mineral. Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados.

Geomorfologia e Hipsometria

As feições geomorfológicas encontradas foram vale (0-5m), colinas dissecadas (5-30m) e tabuleiros dissecados (>30m). Constatou-se um predomínio da feição colinas dissecadas (81,27%), ocupando toda a poligonal da ESER e também a maior parte do seu entorno (Figura 3).

Caracterização semelhante foi encontrada por Pereira (2006) para a Ilha do Maranhão que identificou as seguintes categorias de relevo: baixas altitudes (0 a 5) metros, onde encontram-se as planícies flúvio-marinhas formadas pelos extensivos mangues; suaves colinas dessecadas (20 a 30) metros, e superfícies planas dos tabuleiros nas altitudes maiores de 40 a 60 metros.

O Plano Diretor de São Luís de 2006 considera que áreas localizadas entre as cotas altimétricas de 40 (quarenta) a 60 (sessenta) metros e constituídas de sedimentos arenosos, apresentam alta permeabilidade, sendo essenciais para a manutenção dos recursos hídricos do município.

Na área delimitada para este estudo, apenas uma pequena parte (6,21%) abrange feições com cotas altimétricas de 40-60metros, correspondente aos tabuleiros dissecados. Esta faixa de terra se encontra fora da UC, inviabilizando por este critério, a sua inclusão como área de recarga de aquífero.

Por outro lado, as cotas não podem ser consideradas como único fator determinante para uma área ser definida como recarga de aquífero, pois devem ser observadas também outras variáveis topográficas como geologia, pedologia e a declividade plana do terreno, que indicam fortemente áreas propícias para infiltração de águas pluviais.

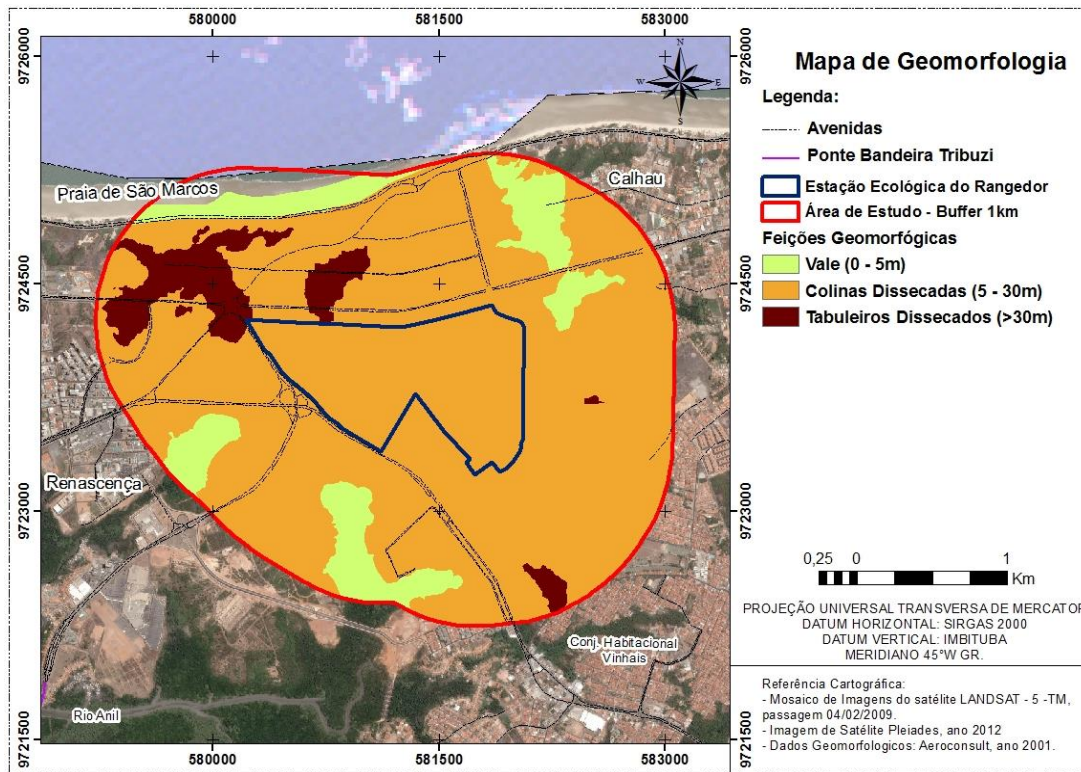


Figura 3. Mapa geomorfológico da ESEC e seu entorno.

Declividade

A classe de declividade dominante na paisagem da ESER e seu entorno está no intervalo de 0-3%, que representou uma superfície de 6,93 km² (73,07%) do total mapeado (Tabela 1). Isso

indica um o ambiente de baixa declividade, sendo menos propenso a processos erosivos e com escoamento superficial lento das águas pluviais, o que pode proporcionar uma maior infiltração no solo.

Tabela 1. Classes de declividade da ESER e seu entorno.

Declividade (%)	Tipo	Área (Km ²)	%
0 – 3	Plano	6,93	73,07
3 – 8	Suave ondulado	1,83	19,28
8 – 13	Moderadamente ondulado	0,42	4,42
13 – 20	Ondulado	0,22	2,37
20 – 37	Forte ondulado	0,08	0,86
TOTAL		9,48	100,00

Elabore (2006) corrobora a classificação ao caracterizar a superfície da Estação Ecológica do Rangedor como um plano em rampa no setor centro, leste e norte, e ondulada para o setor oeste. A declividade para o setor leste, em direção ao riacho Calhau é de 5%; para o setor oeste as maiores declividades atingem em torno de 8%, enquanto para o norte a declividade cai para 2%.

Pereira (2006) relata que a declividade do solo pode, indiretamente, afetar a taxa de infiltração. Declives íngremes resultarão em aumento do runoff (escoamento superficial da água), diminuindo a quantidade de tempo em que a

água estará disponível para infiltração. Em contraste, declives suaves diminuem o runoff e aumentam o tempo para o processo de infiltração.

No geral, as características topográficas observadas na ESER favorecem o uso e ocupação do solo, pois apresentam amplas superfícies com declives suaves. Nesses setores observou-se uma infraestrutura já existente, que permite uma facilidade de acesso e induz a uma crescente ocupação urbana. As maiores declividades, que caracterizam um relevo fortemente ondulado, estão localizadas totalmente fora da UC e representam apenas 0,86% da área mapeada.

Conflitos socioambientais no entorno da ESER

Existe uma zona de conflito, localizada a leste da ESER, chamada de Área Leste 2 do Rangedor, a qual consiste em uma área não demarcada, com cerca de 80 hectares. Este mosaico abriga fauna, flora, aquíferos (águas subterrâneas) e parte da microbacia do Rio Calhau, constituindo, portanto, uma área de preservação permanente.

Coelho (2010) realizando estudos na área verificou uma expressiva malha hídrica, com o lençol freático aflorante e formando, nascentes, riachos e igarapés. No entanto, pelo fato desta área não ter sido incluída no plano de manejo da ESER vem sendo ameaçada pela especulação imobiliária que ocorre de forma acelerada na área e pelo lançamento de esgoto in natura.

Pereira et al. (2008) também observaram que as condições de exploração de águas subterrâneas no entorno da ESER são mais favoráveis em direção ao setor leste, na microbacia do rio Calhau e em seus divisores. Neste trecho, a condutividade hidráulica horizontal dos estratos aquíferos situa-se na faixa de 3,6 a 0,36 cm/h, indicando que o fluxo subterrâneo é controlado por meio poroso, constituído, principalmente, por areias de granulometria fina.

Em decorrência disto, existe um esforço de tentar preservar as nascentes do Rio Calhau por parte dos moradores das comunidades adjacentes que testemunham a degradação progressiva do corpo d'água. Assim, tentam através do poder público inseri-la como zona de amortecimento da ESER, porém, esta ação se inviabiliza, na medida em que a área não foi incluída no plano de manejo

e principalmente pelo fato de ser seccionada da UC por um trecho de malha viária, impedindo a conexão entre as duas áreas.

Poços e nascentes na ESER e seu entorno

De acordo com o censo do IBGE de 2010, em um universo de 7.970 domicílios particulares permanentes na área de influência da ESER, cerca de 1.287 (16,15%) possuem nascentes ou poços em suas propriedades. Estes domicílios particulares permanentes podem ser do tipo casa, casa de vila, condomínio e apartamento. Apesar de ser um quantitativo relativamente baixo, quando comparado ao total de domicílios citados, percebe-se que este número é bastante expressivo, demonstrando o potencial hídrico da área. A maioria dos poços existentes na região são tubulares e estão concentrados principalmente nos grandes condomínios presentes na área de estudo.

Devido à sua proximidade com a faixa litorânea, as águas subterrâneas da UC e seu entorno podem sofrer influência de intrusão salina. Nesta perspectiva, avaliou-se esta variável em três poços tubulares (PT-01, PT-02 e PT-03). O poço PT-01 está inserido dentro da ESER e corresponde a localização da Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão, PT-02 localiza-se em um centro comercial na avenida dos Holandeses e PT-03 encontra-se no Centro de Abastecimento Hortifrutigranjeiro de São Luís – CEASA, no bairro Cohafuma (Figura 4). As razões iônicas entre o cálcio e o magnésio (Mg^{+2}/Ca^{+2}) nestes poços, estão representados na Tabela 2.

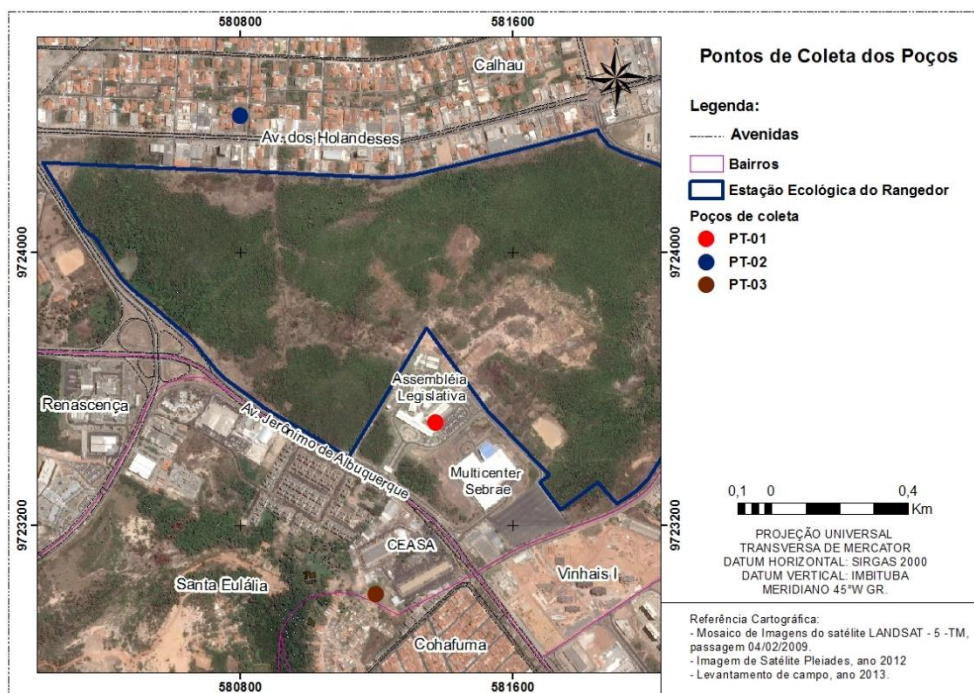


Figura 4. Mapa de localização dos poços tubulares no entorno da ESER.

Tabela 2. Razão Mg/Ca dos poços da ESER e seu entorno.

Poços tubulares	Mg ⁺² /Ca ⁺² (meq/L)	Localização
PT-01	0,77	ESEC do Rangedor
PT-02	1,22	Holandeses Center
PT-03	0,12	CEASA

Custódio e Lamas (1993) afirmam que esta razão possui um valor compreendido entre 0,3 e 1,5 em água doce, assumindo magnitude de 5, para a água do mar. Assim, percebe-se que os três poços amostrados não sofreram intrusão salina, estando a água, com referência à concentração de sal, própria para o consumo.

Pereira (2008) também verificou a razão iônica Mg⁺²/Ca⁺² em outros cinco poços tubulares na mesma área de estudo e destacou que somente em um dos poços não houve intrusão salina. Um dos poços apresentou uma alta intrusão salina de 5,8 meq/L no Calhau, podendo estar associados a acréscimos nos teores de cloreto.

Saneamento do entorno da ESER

A Lei Federal nº 11.445/2007 que regulamenta os serviços de saneamento básico no país baseia-se no princípio de que o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos devem ser realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente (Brasil, 2007).

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são prestados, em quase a sua totalidade, pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, enquanto a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), é responsável por parte dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Já os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos são de responsabilidade direta da Prefeitura Municipal de São Luís, através da Superintendência de Limpeza Pública (SULIP).

O abastecimento de água em São Luís é realizado pela contribuição de água superficial e subterrânea representado pelos sistemas Sacavem, Paciência, Poços isolados e ITALUÍS. Assim, a ESER e seu entorno, em um raio de 1 km, é abastecida pelo Sistema ITALUÍS e Poços isolados. A maior parte da população da cidade é atendida de forma parcial e em dias alternados. Isto faz com que muitas pessoas busquem medidas alternativas, optando por água de poços que, invariavelmente, requer um cuidado redobrado, uma vez que a água não passa por uma estação de tratamento.

O sistema de esgotamento sanitário de São Luís engloba seis sistemas principais: São Francisco, Anil, Vinhais, Bacanga, Anjo da Guarda e Cidade Operária. A ESER está inserida no sistema São Francisco, enquanto seu entorno definido por um raio de 1 km, além de fazer parte deste, insere-se também em uma pequena parte do sistema Vinhais.

Pelo fato da área de estudo apresentar relevo plano e ter sua ocupação urbana desenvolvida na faixa litorânea e ao longo dos cursos d'água, seu sistema de esgotamento requer a implantação de um número expressivo de estações elevatórias, seja para reversão da bacia, ou para a recuperação de cotas altimétricas destinadas a minimizar o aprofundamento de interceptores e redes. Assim, os mecanismos de esgotamento sanitário presentes na área de estudo e integrantes dos sistemas São Francisco e Vinhais possuem 14 e 31 estações elevatórias, respectivamente, sendo que as responsabilidades de operação no primeiro caso são da CAEMA e no segundo dos conjuntos residenciais.

Apesar da cidade de São Luís possuir seis sistemas de esgotamento sanitário, apresenta apenas duas estações de tratamento de esgotos (ETEs): Jaracati, com a finalidade de receber e tratar os esgotos do sistema São Francisco, e Bacanga para receber e coletar os esgotos gerados no sistema Bacanga. Essas ETEs foram inauguradas em 2003 operaram durante um curto período e foram desativadas por problemas operacionais.

Com relação limpeza pública que inclui coleta, transporte e destino dos resíduos sólidos, a Prefeitura dividiu a área urbana em quatro áreas de limpeza, que contemplam os setores de planejamento da coleta pública de resíduos. Esta é feita por empresas terceirizadas, geralmente em dias alternados da semana. A coleta seletiva ainda não foi implantada no município.

Segundo os dados do censo do IBGE, no período entre 2000 e 2010 houve um incremento de 2.950 domicílios particulares permanentes no entorno da ESER, em um raio de 1 km. Isso aumentou a demanda por infraestrutura, que inclui saneamento básico. Neste sentido, observa-se na Tabela 3 que as condições básicas de saneamento

acompanharam esse aumento de moradias na área de estudo, principalmente, por ser uma área bastante valorizada e esses domicílios serem

representados em sua maioria por condomínios residenciais.

Tabela 3. Saneamento básico do entorno da Estação Ecológica do Rangedor.

Variáveis	2000	2010
Domicílios particulares permanentes	5020	7970
Abastecimento de água da rede geral	3718	6548
Banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial	3026	5995
Sem banheiro, nem sanitário	786	73
Lixo coletado por serviço de limpeza	4032	7522

Fonte: Censo do IBGE (2000; 2010).

Os dados registrados revelam que houve uma melhora significativa nos serviços básicos de saneamento, em relação ao intervalo de tempo analisado. Os domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário, via rede geral de esgoto ou pluvial, apresentaram um aumento de 14,94%. Em contrapartida, os domicílios particulares permanentes sem banheiro e sem sanitário revelaram uma queda de 14,74%. Outro serviço com expressiva melhora foi o lixo (resíduos sólidos) coletado por serviço de limpeza que apresentou um aumento de 14,07%.

Assim, o entorno da ESER, quando comparado com outros bairros da periferia de São Luís mostrou-se bem estruturado no que se refere aos serviços disponibilizados para a caracterização do saneamento.

Conclusão

Os aspectos geológico-geomorfológicos que contribuem significativamente para a manutenção da recarga de aquífero na área de estudo são: pedologia, especificamente, os latossolos que predominaram na área; geologia, destacando a formação Barreiras que domina na maior parte da área e que caracteriza-se como sedimentos arenosos, porosos e permeáveis; e a declividade plana também predominante.

Um número expressivo de domicílios particulares permanentes possuem poços ou nascentes em suas propriedades, reforçando a disponibilidade hídrica da área de estudo;

Apesar da proximidade com o mar, os poços tubulares analisados não apresentaram intrusão salina;

Com relação ao saneamento básico, o entorno da ESEC do Rangedor, em um raio de 1 km, está bem estruturado, diferente do que

acontece na maior parte da região metropolitana de São Luís.

Referências

- Aeroconsult. 2001. Levantamento altimétrico do Município de São Luís. São Luís/MA. Brasil, 2007. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jan. 2007.
- Coelho, A.G.S., 2010. Para que serve a legislação ambiental: um estudo de caso da Estação Ecológica do Rangedor na cidade de São Luís-MA. In: IV Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, Florianópolis.
- Custódio, E., Lamas, M.R., 1983. Hidrologia Subterrânea, 2. ed. Ediciones Omega, Barcelona.
- Dantas, M.E., 2013. Biblioteca de relevo do território brasileiro. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM. 294 p.
- Elabore, 2006. Plano de Manejo da Estação Ecológica do Rangedor. Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Maranhão. São Luís.
- EMBRAPA, 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos, 2 ed. EMBRAPA, Rio de Janeiro.
- Espindola, C.R., Daniel, L.A., 2008. Laterita e solos lateríticos no Brasil. Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo 24, 21-24.
- Francisco, C.N., Carvalho, C.N., 2004. Disponibilidade hídrica - da visão global às

- pequenas bacias hidrográficas: o caso de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro. *Revista de Geociências* 3, 13.
- GERCO. Gerenciamento Costeiro do Estado do Maranhão, 1998. Macrozoneamento do Golfão Maranhense: Diagnostico Ambiental da Microrregião de Aglomeração Urbana de São Luis e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário – Estudo de Geologia/Hidrogeologia/Pedologia/Cobertura Vegetal/XXX. Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. São Luis.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000. Censo Demográfico. Brasília.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Censo Demográfico. Brasília.
- Louckus, D.P., van Beek, E., 2005. Water resources systems planning and management: An introduction to methods models and applications. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Netherlands.
- Maranhão, 2002. Atlas do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Laboratório de Geoprocessamento – UEMA. GEPLAN, São Luis.
- Maranhão, 2005. Decreto nº 21.797 de 15 de dezembro. Cria a Estação Ecológica do Sítio Rangedor, com limites que especifica, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, poder executivo, São Luís, ano 99, n.241, 15 dez. 2005.
- Neves, M.A., Pereira, S.Y., Fowler, H.G., 2007. Impactos do sistema estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Jundiá (SP). *Ambiente & Sociedade* 10, 149-160.
- Pereira, E.D., 2006. Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e aquífero do reservatório do Batafã – São Luís (MA). Tese (Doutorado). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.
- Pereira, E.D., Costa, Luz., 2008. Conflitos de uso na área da Estação Ecológica do Rangedor no município de São Luís (MA). In: VIII ENCONTRO HUMANÍSTICO, São Luís, 2008. VIII Encontro Humanístico. São Luis: Universidade Federal do Maranhão.
- Prefeitura Municipal De São Luís, 2006. Lei Nº 4.669 de 11 de outubro. Plano Diretor da cidade de São Luís. Macrozoneamento ambiental. São Luís.
- Prefeitura Municipal De São Luís, 2011. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Luís. Disponível: http://www.saoluis.ma.gov.br/custom_files/Fil e/SEMPE/Produto%20II%20%20Diagn%C33sico.pdf. Acesso: 01 Mar. 2014.
- Rodrigues, T.L.N., Araujo, C.C., Camozzato, E., Ramgrab, G.E., 1994. Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil: São Luís, folha SA-23-2-A, Cururupu folha SA-23-X-C, escala 1: 250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994. 185 p.
- Ross, J.L.S., 1990. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. Contexto, São Paulo.
- Serafim, E.M., Oliveira, G.C., Lima, J.M., Silva, B.M., Zeviani, W.M., Lima, V.M.P., 2013. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17, 362-370.
- Veiga júnior, J.P., 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA. 23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM.