

OS RECURSOS HÍDRICOS E O PLANEJAMENTO DO USO SOLO NO MUNICÍPIO DE RIO DO FOGO-RN

Ionaldo Januario da Silva ¹; Roberto Pereira ²; Janine Reginalda Guimarães Vieira ³ & Alberto
Ricardo Torres Galvão Neto ⁴

Resumo – O município de Rio do Fogo situa-se no litoral Leste do Rio Grande do Norte, distando cerca de 90 km de Natal, apresenta 10.059 habitantes e uma precipitação média de 877,5 mm. Possui formações sedimentares de alta capacidade de infiltração (dunas) e armazenamento de águas subterrâneas, rios perenizados e diversas lagoas, o que torna um ambiente natural bastante atrativo para as atividades turísticas. Assim, através dos fluxos de água subterrânea e os divisores topográficos foram individualizados quatro compartimentos para o uso e ocupação do solo no município. O município tem grande potencial de recursos hídricos e uma das principais orientações para a preservação desses recursos e o uso e ocupação ordenado e sustentável é a preservação das áreas de infiltração, as quais garantem a recarga subterrânea em quantidade e qualidade.

Abstract – The municipality of Rio do Fogo is situated on the eastern coast of Rio Grande do Norte, 90 km from Natal, and presents 10,059 inhabitants. Sedimentary formations also has high infiltration capacity (dunes) and groundwater storage, rivers and large numbers of ponds, which makes it a natural environment very attractive to tourist activities. Using the information obtained about the characteristics of the physical medium to subsidize the territorial planning were individualised four compartments for the use and occupation of the soil in the municipality. Through the studies were well evident that groundwater flows and topographic divides helped define the abovementioned compartments. The municipality has great potential for water resources as for the leisure activities, and one of the main guidelines for the preservation of these resources and the use and occupation ordered and sustainable is the preservation of areas of infiltration, which ensures the recharging groundwater quantity and quality.

Palavras-Chave – gestão territorial, plano diretor, uso e ocupação do solo.

¹ Especialista em Gestão Ambiental – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, ionaldo007@gmail.com

² Departamento de Recursos Naturais - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, roberto.pereira@ifrn.edu.br

³ Secretaria Municipal de Saúde de Natal – RN, janineeq@hotmail.com

⁴ Fundação Nacional de Saúde do RN, galvaone@gmail.com

1 - INTRODUÇÃO

Perante a constatação de que o território é um recurso limitado e frágil, emergiu a idéia de que é necessário a sua gestão, preservação e ordenamento de forma prudente e eficaz, no sentido de uma melhor qualidade de vida daqueles que nele habitam (Mendes, 1993). O ordenamento fundamenta-se na análise do território, identificando as suas estruturas invariantes e fixando classes de usos do solo para cada unidade territorial na tentativa de estabelecer um arranjo espacial racional das diferentes atividades humanas.

O município de Rio do Fogo situa-se no nordeste do Brasil na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Litoral Nordeste do Rio Grande do Norte, limitando-se a sul com o município de Maxaranguape, a norte com Touros e a leste pelo Oceano Atlântico, abrangendo uma área de 151,2 km². A sede do município apresenta coordenadas 05°16'22,8" de latitude sul e 35°22'58,8" de longitude oeste, e distando da capital cerca de 90 km (Figura 1), sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias pavimentadas BR-101, RN-065 e RN-021 (IDEMA – 2003).



Figura 1 – Localização do município de Rio do Fogo-RN. Fonte: Adaptado do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005).

A população atual estimada é de 10.059 habitantes e a densidade demográfica é de 66,94 hab/Km² (IBGE, 2010). Com base no Posto Pluviométrico da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) em Touros, a partir de 20 anos de observações, a precipitação média anual é de 877,5 mm.

Em decorrência da inserção do município de Rio do Fogo no “Pólo Costa das Dunas”, para consolidar o segmento turístico no litoral Leste do RN, este se expandiu com o turismo e a economia do município desenvolveu-se rapidamente, gerando novas formas de economia, como o aproveitamento da energia eólica. Assim sendo, o objetivo do trabalho é realizar uma análise integrada do meio físico para subsidiar o planejamento do uso do solo no município do Rio do Fogo. Com isso pretende-se definir compartimentos do uso do solo.

2 - CARTAS DE USO DO SOLO E O PLANO DIRETOR MUNICIPAL

Com a promulgação da Constituição Federal do Brasil de 1988 e das constituições dos Estados, os municípios brasileiros passaram a ter maiores responsabilidades, assumindo novas atribuições quanto ao planejamento de seu espaço territorial e gerenciamento de seu próprio desenvolvimento. Pode-se ver ainda, na Lei 9.433, a responsabilidade municipal em seu Art. 31. Na elaboração de Planos Diretores Municipais, existem fundamentos que permitem que os mesmos funcionem como (CPRM, 1991) **instrumento político-administrativo**, **instrumento democrático** e **instrumento técnico**. Neste último aspecto entram as cartas de uso do solo, produto final do planejamento territorial, como expressão prática do conhecimento do meio físico aplicado ao enfrentamento (gerenciamento) dos problemas postos pelo uso e ocupação do solo. Essas cartas, as quais podem assumir várias denominações (cartas geotécnicas, cartas de geologia de engenharia, carta de uso recomendado do solo, cartografia ambiental etc.) poderão embasar os planos diretores municipais e outros instrumentos legais de gestão administrativa, como o código de obras, código de posturas, ações em planos de defesa civil etc.

Entretanto, antes de finalizar esta etapa, o inciso II do Art. 9 da Política Nacional do Meio Ambiente, a qual trata sobre os instrumentos de gestão ambiental (Lei 6.938 de 31/08/1981 e redação dada pelo Decreto 99.224 de 06/06/1990), indica o zoneamento ambiental, o inciso VI aponta a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder público federal, estadual e municipal, como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas. O Código Florestal (Art. 2º da Lei 4.771 de 1965) e complementos posteriores assinalam igualmente o cumprimento de áreas de preservação permanente e as reservas legais. Portanto, essas áreas devem ser incluídas nas cartas de zoneamentos do uso do solo. A legislação, portanto, tem evoluído no sentido de impor restrições de uso de determinadas áreas. Por exemplo, a Lei 4.771/65 (e alterações dadas pela Lei 7.803/89) impõe a delimitação de matas ciliares, conforme a largura dos rios. A Resolução 15, de 2001, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece que os Estados devem orientar os municípios sobre as diretrizes de gestão integrada das águas subterrâneas, propondo mecanismos de estímulo à proteção das áreas de recarga dos aquíferos. A Resolução 22, de 2002, deste mesmo conselho afirma que os planos de bacias devem explicitar medidas de prevenção, proteção, conservação e recuperação dos aquíferos, sendo que a criação de áreas de uso restritivo poderá ser adotada como medida para alcance dos objetivos propostos.

No Rio Grande do Norte, trabalho voltados para este objetivo foram elaborado por Pereira *et al.* (1996 A e B), os quais compartimentaram o município de Nísia Floresta-RN em 8 unidades de uso do solo, com forte influência da geomorfológica, que são: planície de maré (Manguezal),

planície fluvial, planície costeira, vertentes, lençóis eólicos, campo de dunas, tabuleiros e a orla costeira .

Abordando esta mesma temática, Pereira *et al.* (2000) apresentaram uma carta geotécnica do município de Parnamirim. Problemas relacionados com riscos de deslizamento e de erosão também foram, respectivamente, abordados por Pereira *et al.* (1995) e Dantas *et al.* (1996).

Silva *et al.* (2005) elaboraram um mapeamento geoambiental do município de Galinhos/RN e constaram que a planície flúvio-estuarina deste município é intensamente ocupada por atividades industriais e que se não forem realizadas de maneira sustentável, irão degradar fortemente o ambiente.

3 - METODOLOGIA

A metodologia adotada, e utilizada até os dias de hoje (Franco *et al.*, 2010), para o desenvolvimento da pesquisa na compartimentação municipal de Rio do Fogo foi a do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), conforme Nakazawa *et al.* (1994). A metodologia do IPT baseia-se em cinco etapas, entretanto dirige o trabalho de forma específica. A primeira identifica os principais problemas existentes ou previstos e elabora uma compartimentação preliminar. A segunda faz uma investigação orientada com elaboração de mapas temáticos específicos, quando estritamente necessários, para delimitação espacial dos problemas comentados anteriormente. A terceira etapa consolida a compartimentação final. A quarta etapa propõe diretrizes para uso do solo com recomendações de medidas de controle corretivo e preventivo. Por fim, a última etapa é a elaboração do mapa final com seu respectivo quadro legenda, utilizando uma representação e linguagem adequada aos diversos usuários.

No presente trabalho o elemento fundamental utilizado na compartimentação principal do município foi o comportamento dos recursos hídricos através das direções de fluxos das águas subterrâneas e identificação dos divisores topográficos e hidrogeológicos, razão pela qual apresentaram um volume maior de informações através de mapas e perfis. Os subcompartimentos ou setores foram influenciados pelas unidades geomorfológicas. A compartimentação supracitada foi possível a partir da elaboração da configuração das curvas de nível em Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS84, com a utilização da ferramenta do software ArcGIS, através da imagem raster/SRTM na escala 1:250.000 (Carta SB-25-V-C), a qual foi disponibilizada pela Embrapa no site <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm> (acesso em 02 jun. 2011). O programa Global Mapper permitiu a sobreposição das imagens no Google Earth, com curvas de nível de diferentes equidistâncias a fim de obter as melhores informações do relevo. Optou-se por georreferenciar as imagens mais significativas e trabalhar no programa CorelDraw

para a elaboração dos mapas e inserir demais informações, como a delimitação dos respectivos compartimentos ambientais e inserção de outras informações como o fluxo subterrâneo, variação da salinidade, localização de poços, lagoas, vegetação, hidrografia, pontos de coleta de análise de águas, análise da declividade do terreno, construção de perfis geológicos dentre outros aspectos. A orientação dos principais fluxos subterrâneos foi definida com base na definição da altitude aproximada dos principais espelhos d'águas do município e adjacências, a partir da elaboração de um mapa de curvas de nível, com equidistância de 1 m, seguindo os mesmos procedimentos já descritos.

4 - COMPARTIMENTAÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.1 - Introdução

De modo geral o município de Rio do Fogo é constituído, na maior parte, de uma cobertura eólica na parte central e leste da área, sendo que na porção oeste a cobertura pode estar influenciada por um solo resultante da alteração das rochas arenoargilosas da Formação Barreiras, conforme denominação genérica de Mabessoone *et al.* (1991), as quais afloram nas imediações da lagoa do riacho D'Água Colônia, limite sul do município (CPRM, 2005).

Um perfil geológico SW-NE (EFG) mostra uma contribuição mais argilosa da Formação Barreiras em direção ao topo (Figura 2), através de duas camadas de argilitos próximo ao litoral. Estas, porém, afinam em direção a leste em forma de cunha indicando ausência de compartimentações hidrogeológicas na parte central do município, ao mesmo tempo em que caracteriza esta região como importante área de infiltração visto que os sedimentos eólicos exercem importante papel de transferência das águas da chuva para os estratos inferiores da Formação Barreiras, a qual é considerada o principal aquífero do litoral Leste do RN.

Entretanto, é bastante plausível que na linha de costa municipal, conforme comparação com os perfis geológicos de poços fornecidos pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) entre as localidades de Pititinga, Zumbi e a sede de Rio do Fogo, exista uma continuidade lateral Sul-Norte das duas camadas argilosas próximas da superfície, o que de certa maneira protege o aquífero inferior de contaminações oriundas do adensamento populacional próximo às praias (Figura 3). Essas camadas argilosas são mais espessas na região de Pititinga. Os poços tubulares quando são telados (posição dos filtros) entre essas camadas argilosas apresentam um gosto forte ferruginoso, não servindo para o abastecimento, apenas outras atividades como banho, limpeza, regar plantas etc. Na porção intermediária da Formação Barreiras, abaixo das camadas argilosas supracitadas, a

água subterrânea é de melhor qualidade, mas já próximo do arenito calcífero a qualidade piora novamente e, neste caso, apresenta gosto desagradável, conforme discussão adiante.

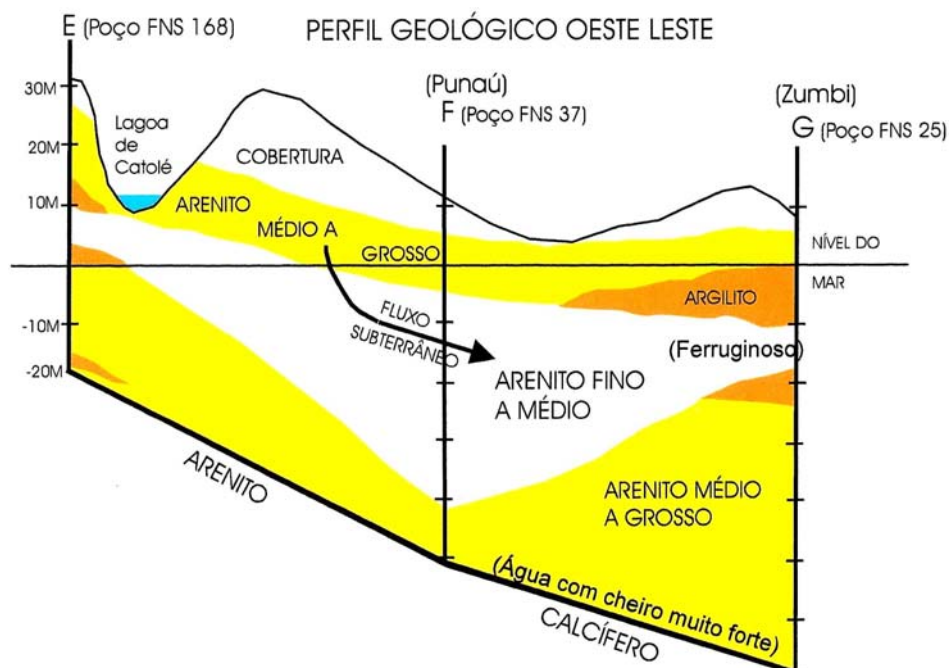


Figura 2 – Perfil geológico Oeste-Leste revelando a descontinuidade das camadas argilosas para leste, indicando área de recarga subterrânea (Ver figura 4 para localização).

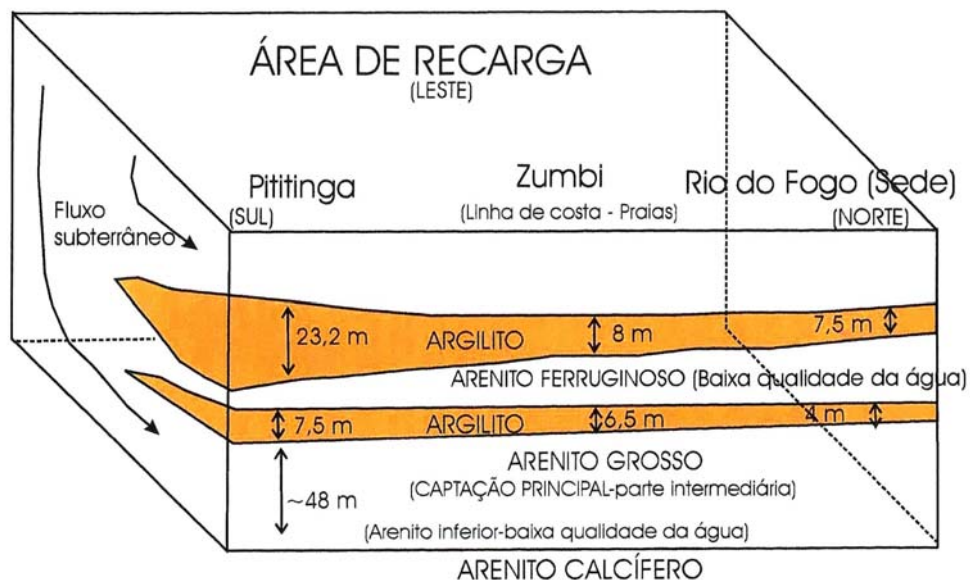


Figura 3 – Figura esquemática indicando a continuidade lateral das camadas argilosas da Formação Barreiras, ao longo da zona de praia do município de Rio do Fogo-RN.

O fluxo subterrâneo, sintetizado a seguir (Figura 4), revela um escoamento em direção ao rio Punaú e duas frentes para o mar.

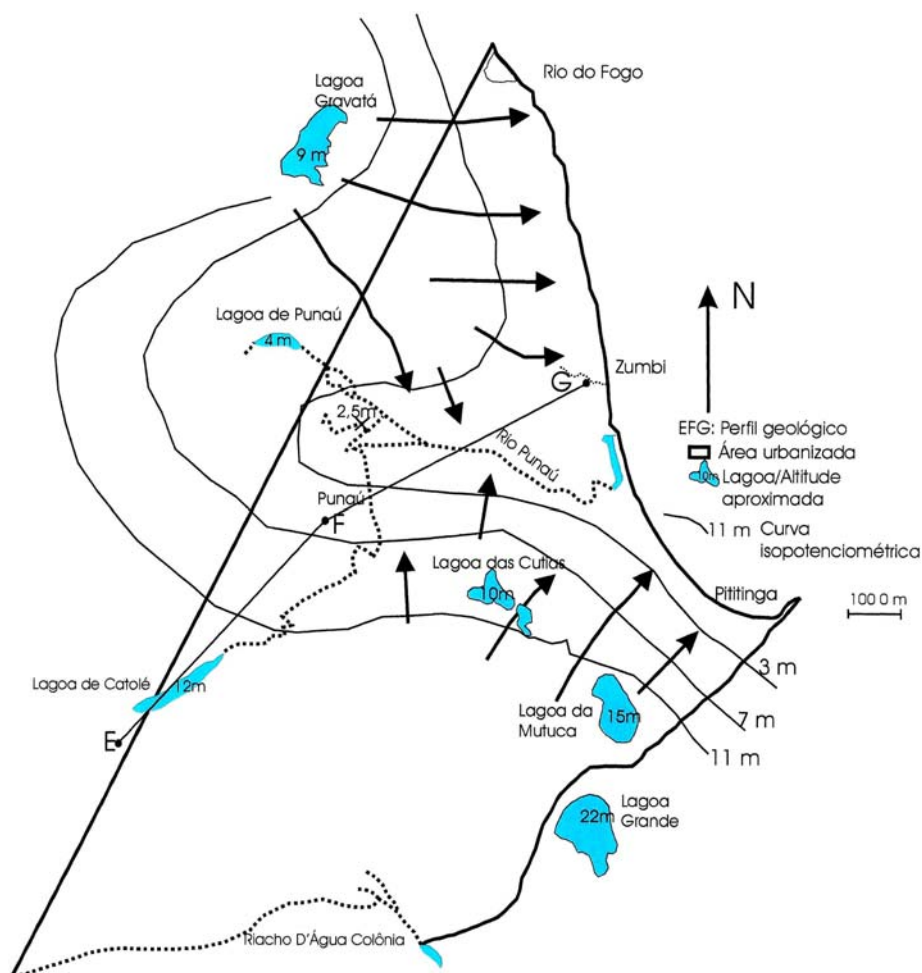


Figura 4 – Fluxo subterrâneo geral do município de Rio do Fogo-RN.

A distribuição dos STD (Sais Totais Dissolvidos), expressa no mapa da figura 5, mostra que a salinidade é menor nas partes mais alta do relevo (zona de recarga subterrânea), justamente onde ocorrem as lagoas da Mutuca e Cutia, sendo maior nas partes mais baixas (zonas de descargas), em direção ao rio Punaú, riacho D'Água Colônia e oceano. Este comportamento acompanha o sentido do fluxo subterrâneo, o que é bastante normal, pois ao longo do escoamento a água vai dissolvendo os elementos da rocha.

Um processo de diluição da água do rio Punaú fica evidente em direção à foz, pois vai recebendo contribuições das águas diluídas provenientes dos campos de dunas. Todavia, valores bastante elevados de salinidade em torno de 265,2 mg/L obtidos pela CPRM (2005) em poço tubular particular mais próximo à praia, nas imediações da sede do município, podem indicar processos de salinização do aquífero provocado por bombeamento de poços tubulares, o qual rebaixa o lençol freático e força o avanço da cunha salina.

No geral os valores de nitratos (NO_3), conforme amostras coletadas em 06/04/11 pelo SAAE local, a partir de poços tubulares nas localidades de Punaú, Pititinga, Zumbi e Rio do Fogo (sede municipal) apontaram valores inferiores ao permitido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde

(25/03/2004), que é de 10 mg/L N. O nitrito esteve ausente e os valores de nitrogênio amoniacal estiveram menores que 0,5, dentro dos padrões permitidos. O pH médio é ligeiramente ácido, em torno de 6,7, igualmente dentro dos limites da legislação que variam de 6,0 a 9,5. Os coliformes termotolerantes estiveram ausentes nas amostras analisadas indicando que o aquífero se encontra protegido até o momento.

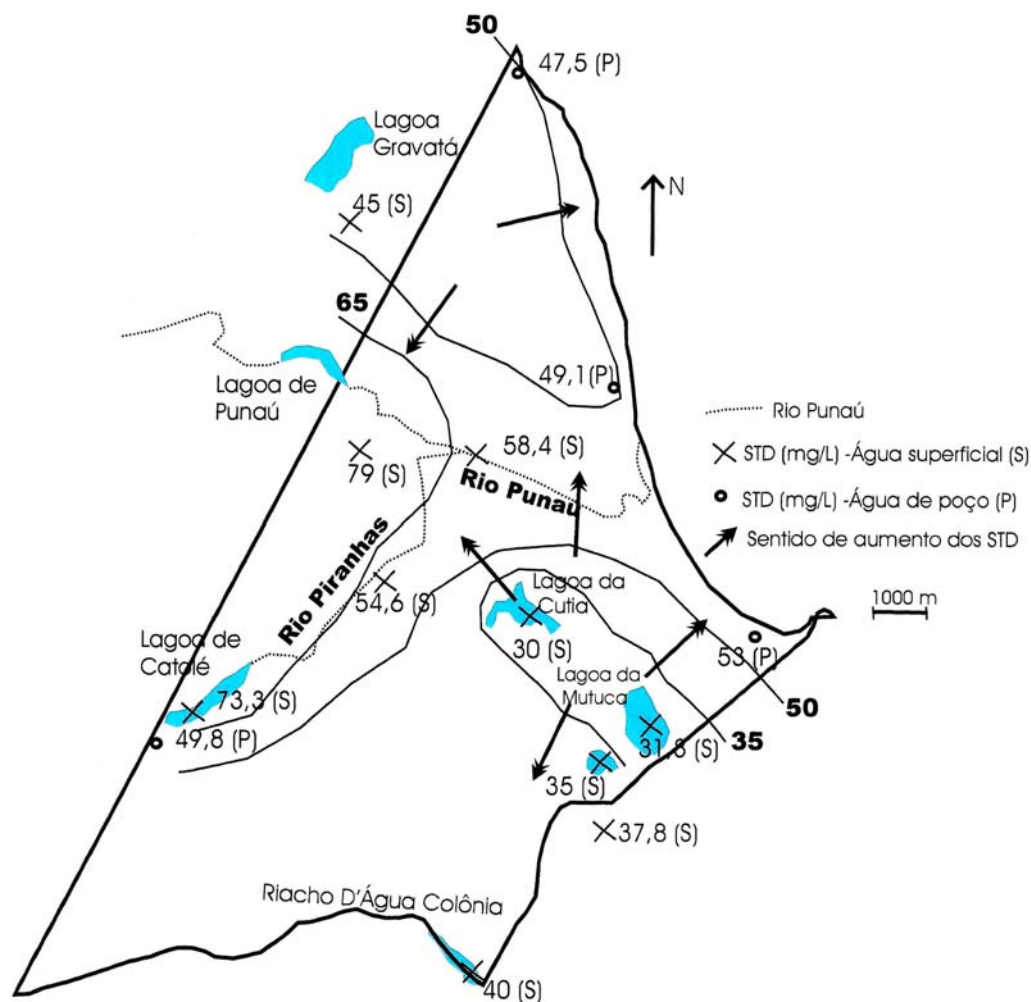


Figura 5 - Variação dos STD no município de Rio do Fogo-RN, conforme coleta em junho/ 2011.

4.2 - Compartimentação

Com base nas informações do meio físico foram definidos 4 compartimentos ou unidades ambientais: A (sudeste), B (sul), C (nordeste), e D (oeste) (Figura 6).

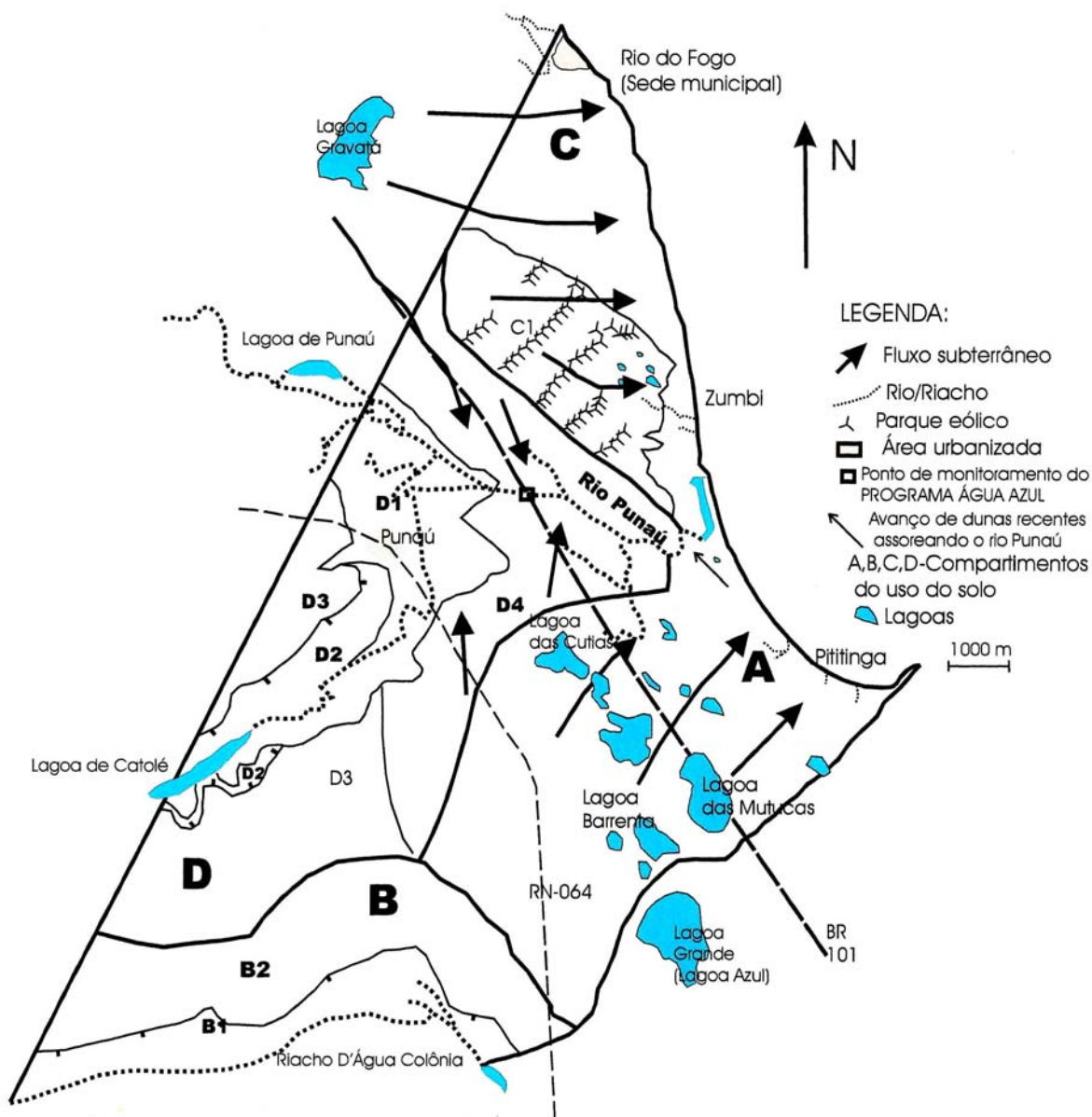


Figura 6 – Compartimentos ambientais para o planejamento do uso do solo em Rio do Fogo-RN.

4.2.1 - Compartimento (A)

Neste compartimento ocorre uma cobertura caracterizada preferencialmente por lençóis eólicos fixos pela vegetação na maior parte, mas próximo a praia existem sedimentos eólicos mais recentes, alimentados pelas areias de praia, formando as dunas móveis de SE para NW, de acordo com a direção do vento revelada pela geometria das dunas. Estes provocam o assoreamento do rio Punaú, ao mesmo tempo em que força a modificação do seu curso (Figura 7). Certamente este processo foi mais intenso no passado, funcionando como verdadeiras barragens para o escoamento do rio Punaú, além de favorecer a ocorrência de paleocanais. Em adição, este suprimento de areia

atual é depositado parcialmente sobre a estrada comprometendo o trânsito e pode gerar riscos de acidente.



Figura 7 – Imagem mostrando o processo de assoreamento do rio Punaú-RN próximo à sua desembocadura. A seta indica o sentido de transporte dos sedimentos pelo vento. Fonte: Google (Data das imagens: 08/01/10).

O lençol Freático é raso aflorando nos vales inter-dunares, formando diversas lagoas de vários tamanhos e terreno alagadiços, além de comprometer a durabilidade das edificações pela umidade acentuada. As lagoas temporárias ocorrem devido a oscilação do lençol freático e provocam, por exemplo, alagamentos em Pititinga. As principais lagoas deste compartimento são: lagoas da Mutuca, Barrenta e da Cutia.

Os sedimentos eólicos (areias quartzosas) apresentam naturalmente elevada capacidade de infiltração; portanto, se por um lado favorecem a recarga subterrânea, por outro são bastantes vulneráveis à contaminação.

O fluxo subterrâneo ocorre preferencialmente de SW (área de recarga subterrânea principal) para NE, em direção ao mar, este representando a zona de descarga.

A orientação na direção NE dos três riachos na praia de Pititinga (Figura 8) e do próprio rio Punaú (Figura 7), aponta um transporte atual de sedimentos marinhos de sul para norte, através da corrente de deriva litorânea. Qualquer edificação, retirada de areias ou alteração da dinâmica costeira, sem estudos prévios de oceanografia e geologia marinha, provocará alterações do fluxo de água e do transporte de sedimentos na praia; consequentemente, a linha de costa sofrerá

modificações de tal modo que determinadas regiões da praia poderá ocorrer um engordamento por assoreamento e em outras o desaparecimento da praia, pelos processos erosivos.



Figura 8 – Orientação do rio riachos na parte central da praia de Pititinga/RN aponta deriva litorânea de sedimentos de sul para norte. Fonte: Google (Data das imagens: 08/01/10).

Quanto ao uso e ocupação do solo pode-se dizer que este compartimento é marcado pela presença de granjas na parte SW (zona de recarga subterrânea) e pelo adensamento populacional ao longo da orla (zona de descarga subterrânea), na praia de Pititinga. As atividades de lazer estão voltadas principalmente para as atividades aquáticas nas praias, riachos e lagoas (Figura 9).



Fonte: o autor.



Fonte: Jailson Alves de Macedo (2011).

Figura 9 – Potencial turístico para atividades de lazer na lagoa da Mutuca em Rio do Fogo-RN.

A praia apresenta-se plana e ausente de crosta ferruginosa, valorizando a caminhada e atraindo banhistas. A ausência de arrecifes, por outro lado, permite em períodos excepcionais o avanço do mar ocasionando erosão costeira e destruição de edificações (Figura 10).



Figura 10 – Ruínas de algumas residências que foram destruídas com o avanço do mar na praia de Pititinga/RN.

4.2.2 - Compartimento (B)

Este compartimento é constituído de cobertura arenosa provavelmente resultante do espalhamento de sedimentos eólicos e da alteração das rochas arenoargilosas da Formação Barreiras. O terreno apresenta declividade suave na parte norte (setor B2), variando em torno de 0,018 ($1,0^0$), com características de tabuleiro. Em direção ao sul (setor B1), drenagem do riacho D'água Colônia, a declividade aumenta acentuadamente formando vales encaixados em “V”, com declividade variando em torno de 0,066 ($3,8^0$), tornando-se muito suscetível aos processos erosivos.

O lençol freático no setor (B2) apresenta-se na profundidade maior que 25 m, denotando uma maior proteção do aquífero, isto quando comparado com o compartimento “A”. Embora não se tenha informações do comportamento do fluxo subterrâneo nesta unidade, mas considerando que o lençol freático tende a acompanhar aproximadamente a geometria do relevo, pode-se deduzir que o escoamento de base da água subterrânea deve alimentar o afluente supracitado da bacia do rio Maxaranguape. Este fluxo deve estar limitado a norte pelo seu divisor hidrogeológico, o qual deve igualmente acompanhar o divisor topográfico que separa os compartimentos “B” e “D”. Isto significa que em caso de poluição do aquífero no compartimento “B” as contaminações devem migrar para o sul, afetando a bacia do rio Maxaranguape.

As atividades do uso e ocupação são de baixa intensidade e estão voltadas mais para vegetação de pequeno porte e campos nativos.

4.2.3 - Compartimento (C)

Diferentemente do compartimento “A”, o qual é mais caracterizada pelos lençóis eólicos, esta unidade se revela pela presença de dunas elevadas, podendo atingir cerca de 35 m. Na parte sul ocorre um corredor de dunas móveis, constituído de areias quartzosas, obedecendo a direção atual dos ventos de SE para NW, justamente onde se encontra implantado o parque eólico com 62 aéreos geradores (Figura 11). No entanto, nas imediações do parque, próximo a comunidade de Zumbi, encontra-se um lixão a céu aberto (Figura 12). Além de propiciar a formação de vetores de doenças, o chorume gerado e infiltrado no solo ao longo do tempo, poderá contaminar o lençol freático.

Em direção a zona de praia também ocorrem pequenas faixas de dunas móveis, as quais recebem contribuições das areias de praias. Dunas fixas estão presentes preferencialmente na parte norte deste compartimento, todavia as atividades antrópicas têm provocado a supressão das vegetações fixadora desses sedimentos.

Da mesma forma que o compartimento “A” o fluxo subterrâneo ocorre em direção ao mar e são terrenos de elevada capacidade de infiltração; portanto, vulneráveis a contaminação do lençol freático.

No geral os terrenos alagadiços e lagoas, temporárias ou não, ocorrem apenas na zona costeira, onde o lençol freático é mais raso, e são em menor quantidade quando comparado ao compartimento “A”.



Figura 11 – Parque Eólico de Rio do Fogo-RN.

Fonte: TRIBUNA DO NORTE (2009).

Disponível em:

<<http://tribunadonorte.com.br/noticia/ventos-da-mudanca-sopram-no-rn/134631>>. Acesso

em: 20 set. 2011.



Figura 12 – Lixão de Zumbi próximo ao

parque eólico de Rio do Fogo-RN.

Em um poço tubular profundo, na localidade de Zumbi, quando foi telado muito próximo dos arenitos calcíferos, substrato da Formação Barreiras, apresentou um gosto e cheiro muito forte

de mangue (ou à semelhança de ovo podre), provavelmente associado aos paleomanguezais, visto que as amostras coletadas nas seções profundas das perfurações indicaram a existência de organismos marinhos com carapaças. A presença acentuada de ferro dissolvido nas águas subterrâneas, oriundas das perfurações tubulares rasas (amostras coletadas em 06/04/11), próximas às camadas argilosas, apontou valores superiores ao permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, que é de 0,3 mg/L, de tal modo que na localidade de Zumbi atingiu uma concentração de até 1,88 mg/L e na sede municipal de Rio do Fogo chegou a 1,47 mg/L. Estas concentrações favorecem a multiplicação de bactérias de ferro e portanto a necessidade de uma manutenção mais freqüente dos poços tubulares, já que elas provocam a diminuição da vazão específica pelo entupimento dos filtros.

Na região de Zumbi ocorrem falésias com desnível em torno de 5 a 6 metros (Figura 13), cujos processos erosivos na base das mesmas, pela ação das ondas, podem gerar instabilidade provocando desmoronamento e colocando em risco as vidas das pessoas. A formação de falésias está associada com a presença de cimento ferruginoso tornando a Formação Barreiras mais resistentes à ação das ondas, todavia a crosta ferruginosa na praia diminui a atratividade da praia para as caminhadas, exceto nas marés baixas. Por outro lado, em direção a norte (sede municipal) a presença dessas crostas, quando mais elevadas formando arrecifes, acabam por dissipar as energias das ondas, deixando as águas mais tranquilas e formam as piscinas naturais. Estas oferecem menor risco para os banhistas, mas impõem dificuldades para as embarcações (Figura 14).

Na região dos arrecifes, principalmente em uma parte específica da praia de Rio do Fogo existem as atividades das maricultoras, as quais são compostas por uma equipe de quinze pessoas atualmente, onde a maioria são mulheres, e formam a Associação das Maricultoras de Algas Marinhas de Rio do Fogo (AMAR). Este projeto faculta o cultivo de algas em uma área de 10 hectares no mar e conseguem nova fonte de renda para a comunidade do Rio do Fogo. Em reportagem do jornal Tribuna do Norte (05/10/2008) este grupo é detentor da primeira e única licença ambiental do país para cultivo de algas.

O processo de plantio das algas é feito aproveitando a própria natureza (Figura 15), porquanto, através dos bancos naturais (arrecifes), as maricultoras retiram parte das algas, especificamente da espécie *Gracilaria birdiae*, e depois replantam em estruturas artesanais feitas de PVC, rede de náilon e cordas, denominadas balsas. Estas são em torno de 100 m² cada uma e ficam presas a uma estrutura de 300 Kg, de modo que essas armações fiquem paralelas ao espelho da água do mar, entre 1,0 m e 1,6 m de profundidade (Figura 16).



Figura 13 – Falésia com processo de desmoronamentos na praia de Zumbi/RN.



Figura 14 – Arrecifes e piscinas naturais na praia de Rio do Fogo/RN.



Figura 15 – Maricultoras entre os arrecifes na praia de Rio do Fogo/RN.



Figura 16 – Balsas montadas no mar – praia de Rio do Fogo/RN.

Após um período de 15 dias, na maré baixa, é feita a colheita e as que sobraem dentro das redes voltam para as balsas a fim de reproduzirem-se novamente. Depois de lavadas com água doce são, posteriormente, colocadas para secar e após passam para a fase de moagem e finalmente transformam-se em farinha (Figura 17). Estas são vendidas para a produção de alimentos como a gelatina, mussi, iorgute, cocada e cosméticos em geral.

A atividade de pesca nas imediações das plantações de algas tem sido restritiva, com base em acordo entre os pescadores e as maricultoras, em função das embarcações ficarem encalhadas bem próximas da área de plantio e liberarem óleos, pois acabavam afetando as algas como também outras vidas marinhas que se abrigam dentro das mesmas.



Figura 17 – Mulheres trabalhando no processo de secagem das algas *Gracilaria birdiae* – Terreno doado pela Prefeitura Municipal de Rio do Fogo-RN. Fonte: AMAR (2011).

A atividade pesqueira está localizada, principalmente, entre as praias de Zumbi e a praia de Rio do Fogo, como também, secundariamente, em parte da praia de Pititinga, em função da ausência de arrecifes. É provável que o primeiro setor seja favorecido pela maior volume de nutrientes provenientes do rio Punaú que atraem e alimenta os peixes, o que precisa ser melhor investigado.

4.2.4 - Compartimento (D)

Este compartimento compreende uma boa parte da bacia hidrográfica do rio de Punaú e está dividido em quatro setores. Na parte central (setor D1) ocorre a planície fluvial constituída de aluviões. São terrenos alagadiços e sujeitos ao risco de inundações. Muitos canais foram retificados para melhorar a drenagem para o mar. Esta retenção da água ocorreu provavelmente em função do assoreamento provocado pelos avanços das dunas de SE para NW, conforme já abordado no compartimento “A”. Eventos de precipitações acima da média ocorridos em 1974 (1760,2 mm); 1984 (1149,8 mm) e 1985 (1815mm), conforme dados do Posto Pluviométrico de Touros (SUDENE, 1990) foram responsáveis pelas inundações no setor D1. As precipitações do ano de 2009 também ocasionaram inundações e no mês de janeiro de 2011 o prefeito de Rio do Fogo declarou estado de calamidade pública. Entretanto, em função da baixa ocupação nessas áreas de risco, os prejuízos maiores estiveram restritos apenas à agricultura nas partes mais baixas, conhecida como “área do paú”.

Da mesma forma que no setor B1, no setor D2 também ocorrem vertentes íngremes nas margens da lagoa de Catolé, com declividade variando em torno de 0, 076 (4, 35°); estas também sujeitas aos processos erosivos.

O setor D3 tem uma cobertura semelhante ao setor B2 e também se assemelha a um relevo de tabuleiro. Na parte Leste e Norte ocorre a cobertura dos sedimentos eólicos compondo o setor D4, sendo que a declividade se mostra suave no sentido do rio Punaú, da mesma forma que o setor D3.

A água do rio Punaú é de boa qualidade (potabilidade), conforme o monitoramento do PROGRAMA ÁGUA AZUL (2009), o que pode ser um potencial para o abastecimento, a partir de uma captação a fio d'água.

5 - RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lei Orgânica Municipal de Rio do Fogo de 1997 aponta, entre outras competências, a responsabilidade do município na indicação de áreas NON EDIFICANDI, para efeito de preservação e construção, assim como a necessidade de preservar as áreas da orla marítima, a fim de manter o meio ambiente e o equilíbrio ecológico da região. Com base nisso e nas características e processos do meio físico foram individualizados quatro compartimentos para o uso e ocupação do solo no município de Rio do Fogo e em cada um são propostas recomendações, sintetizadas abaixo.

Recomenda-se no compartimento “A” que: a ocupação seja restrita na parte SW em função da mesma funcionar como área de recarga subterrânea, além de tornar-se importante para exploração de água subterrânea; as áreas com potencial turístico, paisagístico e de lazer nas atividades aquáticas como lagoas, riachos e praias sejam preservadas, através de medidas educativas e restritivas; a remoção de areia das estradas seja parte de uma manutenção periódica. Devido ao lençol freático raso também recomenda-se a construção de casas com critérios técnicos especiais, como por exemplo, sobre pilotis e sistema de esgotamento sanitário eficiente.

No compartimento “B” recomenda-se que as leiras das atividades agrícolas (plantio) ocorram acompanhando as curvas de nível para evitar processos erosivos e degradação do solo.

Para o compartimento “C” recomenda-se que: o setor das dunas móveis (C1) seja mantido para a produção eólica, tendo em vista que essa área funciona também como importante área de recarga principal do aquífero que abastece as comunidades de Zumbi; as fiscalizações sejam intensificadas para evitar o lançamento irregular de resíduos sólidos domésticos ou que se dê uma destinação adequada, através de um reaproveitamento e ou instalando usinas de compostagem, por exemplos. O setor NW deve ser melhor investigado como área para a exploração de água subterrânea e que o plantio de vegetação fixadora e mantenedora das dunas seja incentivado. Finalmente, o adensamento populacional deve continuar ao longo da zona costeira (área de descarga), porém, a destinação do esgoto deve levar em conta a manutenção da qualidade da água

do mar, tanto para as questões de balneabilidade, quanto para a produção das algas no sustento das maricultoras.

Para melhor preservação da bacia do rio Punaú, compartimento “D”, recomenda-se a conservação e recuperação das matas ciliares, além da formação de associações de usuários de água e implantação do Comitê de Bacia do Rio Punaú a fim de incentivar o uso racional e proteção dos recursos hídricos, mediante a participação da sociedade. Adicionalmente, recomenda-se que as ocupações nas áreas alagáveis ou inundáveis sejam feitas mediante critérios técnicos adequados (casas sobre pilotis, por exemplo), mas sempre obedecendo as restrições impostas pela legislação. Além disso, é recomendável um zoneamento a fim de definir áreas com diferentes graus de riscos de inundações.

Com relação a proteção do aquífero, recomenda-se que o setor leste do município seja preservado de risco de contaminação e impermeabilização, pois esta região funciona como importante área de recarga. Por outro lado, a área urbana do município deve ser expandida apenas ao longo da linha de praia, em função do aquífero inferior estar mais protegido pelas camadas argilosas. Essa hipótese pode ser reforçada pela insignificante presença de nitritos e nitrogênio amoniacal em todos os poços tubulares da zona costeira, os quais estão bem abaixo dos limites permitidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Recomenda-se também que a captação para o abastecimento seja feita na parte intermediária do aquífero Barreiras, abaixo das camadas argilosas, e análises químicas sejam monitoradas na parte superior do aquífero a fim de verificar ao longo do tempo o processo de contaminação rasa provocada pelas fossas, sumidouros e cacimbões reaproveitados como fossas negras. Também se recomenda um programa de manutenção de poços tubulares em função das concentrações elevadas de ferro.

Por fim, recomenda-se um trabalho de educação ambiental nas escolas sobre as potencialidades e fragilidades do meio físico e que sejam levado em conta e debatido junto à sociedade os aspectos levantados neste trabalho para subsidiar as decisões na elaboração futura do Plano Diretor Municipal.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Rio do Fogo, estado do Rio Grande do Norte** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Donaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha,

Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife, 2005. Disponível em:

<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/mapas/RDFO121.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

2. CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Contribuição da CPRM para os Planos Diretores Municipais**. Orientações Básicas. 1991. 47 p.
3. DANTAS, E. P.; PEREIRA, M. M. V.; PEREIRA, R. **Erosão Pluvial acelerada na costa Leste do Rio Grande do Norte - Estudo de casos**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 1996, Salvador. Anais do 39º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. v. 4. p. 405-409.
4. FRANCO, G. B.; MARQUES, E. A.G.; CALIJURI, M.L.; RONALDO LIMA GOMES, R.L. **CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA: ESTÁGIO ATUAL DO CONHECIMENTO**. Caminhos de Geografia, Uberlândia v. 11, n. 35 Set/2010 p. 158 – 172. revista on line <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>.
5. IDEMA (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE). **Estudo sócio econômicos: Perfil – Seu Município**, 2003. Disponível em: <http://www.rn.gov.br/secretarias/idema/perfil_municipio.asp>. Acesso em: 15 maio 2011.
6. IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Demográfico 2010. Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 maio 2011.
7. JORNAL TRIBUNA DO NORTE. **Maricultura cria nova fonte de renda para comunidades. Reportagem do dia 05/10/2008**. <<http://tribunadonorte.com.br/noticia/maricultura-cria-nova-fonte-de-renda-para-comunidades/89062>>. Acesso em: 29 ago. 2011.
8. MABESOONE J. M. *et al.* Nota Explicativa dos Mapas. In : **Estudos Geológicos: Revisão Geológica da Faixa Costeira de Pernambuco, Paraíba e Parte do Rio Grande do Norte**, UFPE - Recife, Série B, v. 10, 1991. p. 21-31.
9. MENDES, E. G. **A Prainha do Canto Verde: Locus de Resistência e Turismo Comunitário**. In: CORIOLANO, L. N. M. T.; LIMA, L. C. (Org.) **Turismo Comunitário e Responsabilidade Sociambiental**. Fortaleza: EDUECE, 1993. Capítulo 12. p.173 – 196.
10. NAKAZAWA, V.A. *et al.* **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000. 2v. 1994. (IPT – Publicação, 2089).
11. PEREIRA, R. ; CHIAVENATO, M. C. ; FREITAS, J. ; REIS, L. M. M. . **Carta Geotécnica do Município de Nísia Floresta**. 1996 A.

12. PEREIRA, R.; CHIAVENATO, M. C.; FREITAS, J. ; REIS, L. M. M.. **Cartografia Geotécnica Parcial do Município de Nisia Floresta - RN**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 1996, Salvador. Anais do 39º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996B. v. 4. p. 75-80.
13. PEREIRA, M. M. V. ; PEREIRA, R. ; ROCHA, J. J. O. . **Carta de Uso Recomendado do Solo do Município de Parnamirim (RN), na Escala 1:50000**. In: XVIII Simpósio de Geologia do Nordeste, 2000, Recife. Boletim 16 de Resumos do 18º Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 2000. p. 47-47.
14. PEREIRA, R.; MELO, E. H. O. ; PEREIRA, G. R.. **Diagnóstico de Risco Geológico associado ao Mirante dos Golfinhos, Praia de Tabatinga, Litoral Sul do RN**. In: Simpósio Sobre Processos Sedimentares e Problemas Ambientais Na Zona Costeira Nordeste do Brasil, 1995, Recife. Anais 1 do Simpósio Sobre Processos Sedimentares e Problemas Ambientais na Zona Costeira Nordeste do Brasil. Recife : Sociedade Brasileira de Geologia, 1995. p. 156-159.
15. PROGRAMA ÁGUA AZUL (2009). **Rede Compartilhada de Monitoramento da Qualidade da Água. 1.º Relatório Trimestral**. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN), Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN). Natal, Julho de 2009. Disponível em: <[http:// www.programaaguaazul.rn.gov.br](http://www.programaaguaazul.rn.gov.br)>. Acesso em: 30 ago. 2011.
16. SILVA, D. da; AMARO, V.E.; FERREIRA, A.T. da S.; SOUZA, A.S. de; VITAL, H. . **Mapeamento geoambiental do município de Galinhos/RN**. Publica 1(2005)1- 7.
17. SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste**. Recife (Série Pluviométrica , 4). 1990.