

# USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NA ZPA-09, NATAL/RN: O MODELO PRESSURE-STATE-RESPONSE APLICADO AO LEVANTAMENTO DE IMPACTOS E DE SUAS CONSEQUÊNCIAS

Dyego Alberto Vila Nova da Costa;<sup>1</sup>; Ana Katarina Oliveira Aragão<sup>2</sup> & Magdi Ahmed Ibrahim  
Aloufa<sup>3</sup>

## RESUMO

Na cidade de Natal-RN o processo de urbanização desordenada de algumas áreas não poupou nem as Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs), pois não têm sua condição de área protegida respeitada e sofrem com os impactos de origem antrópica. Partindo do pressuposto que o uso de indicadores ambientais no levantamento de impacto resulta no delineamento do estado do meio ambiente e que, tal observação, possibilita traçar estratégias de mitigação e resguardo, a presente pesquisa teve como objetivo aplicar o marco analítico Pressure-State-Response (PSR) no levantamento dos impactos e das suas respectivas consequências sobre os aspectos de uso do solo e cobertura vegetal na ZPA-09. A consecução do objetivo proposto foram identificados a partir de revisão bibliográfica e observações *in locu*. Em seguida, selecionou-se os indicadores de pressão e estado, sendo os de resposta sugeridos pela pesquisa. De modo geral, o uso do PSR levou à conclusão de que a horticultura, a remoção de sedimentos do leito do Rio Doce e a ocupação irregular dos cordões dunares são os responsáveis pelas modificações que degradam a vegetação e o solo da ZPA-09.

**Palavras-chave:** Pressão-Estado-Resposta; Levantamento de impactos; Complexo de lagoas e dunas do Rio Doce.

## SUMMARY

In the city of Natal-RN the disorderly urbanization process in some areas did not spare neither the environmental protection Zones (ZPAs), do not have their status as respected and protected area suffer from the impacts of anthropogenic origin. On the assumption that the use of environmental indicators in the survey of impact results in the delineation of the State of the environment and that such observation, enables trace and shield mitigation strategies, the present research aimed to apply the analytical framework Pressure-State-Response (PSR) in the survey of impacts and their consequences on aspects of land use and vegetation cover in ZPA-09. The attainment of the objective proposed local impacts were identified from literature review and observations *in locu*. Then, select the State and pressure indicators, being the suggested response for research. Generally speaking, the use of the PSR led to the conclusion that horticulture, removing the riverbed sediment sweet and the irregular occupation of the dune cordons are responsible for modifications that degrade the soil and vegetation of ZPA-09.

**Keywords:** Pressure-State-Response; Survey of impacts; Complex of lagkes and dunes of River Doce.

---

<sup>1</sup> Pós-graduando em Gestão de recursos hídricos e Meio ambiente pela UNP. Geógrafo pelo IFRN. E-mail: dyegovila@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFRN. Especialista em Gestão Ambiental pelo IFRN. Engenheira Agrônoma Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFRN. E-mail: katnega@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor do Centro de Biociências da UFRN. E-mail: magdi-aloufa@bol.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

A crise que se vive atualmente não é apenas ambiental, mas também social, moral e econômica. É resultado da irresponsabilidade humana perante a administração do meio natural, aspecto refletido a partir do crescimento desordenado dos centros urbanos. Leff (2001) reflete que o aumento populacional contribui para o esgotamento e a degradação dos recursos naturais, não favorecendo a sustentabilidade. Na opinião de Sachs (2004), o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser abordado por meio de cinco dimensões: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural.

Focando na dimensão ambiental, os impactos das atividades humanas são apontados como o principal fator de interferência na sustentabilidade. Para se atingir ecologicamente o desenvolvimento é preciso ampliar a capacidade do planeta através da utilização do potencial encontrado nos vários ecossistemas, mantendo um nível mínimo de deterioração (BELLEN, 2005).

Inserida no levante em prol da sustentabilidade mundial a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Organization for Economic Cooperation Development – OECD) lançou, em 1993, o primeiro sistema de indicadores direcionado a análise das condições ambientais: o Pressure-State-Response ou PSR (OECD, 1998).

O PSR, ou PER (Pressão-Estado-Resposta), é um sistema de indicadores ambientais que fornece mecanismos para monitorar o estado do meio ambiente a partir das relações de causa-efeito provenientes da interação do homem com a natureza, sendo as respostas sociais frente às perturbações produzidas também analisadas nesse contexto.

Segundo Rufino (2002), o Pressão-Estado-Resposta é cada vez mais utilizado devido à facilidade em organizar informações a respeito do meio ambiente. Porém, existem algumas experiências com esse modelo combinado com indicadores de outros modelos sendo aplicados para cidades e regiões.

No Brasil, um dos problemas relativos aos impactos ambientais, é a questão da urbanização. Pereira e Silva (2011) relatam que o país sofreu ao longo dos anos uma alteração em sua paisagem devido ao surgimento de favelas e bairros miseráveis, ambos, resultados de uma migração em massa dos campos para as cidades. As instalações irregulares somadas à ausência de investimento dos governos locais em saneamento e na melhoria das condições de moradia contribuíram com o aumento da exclusão social refletida na diminuição da qualidade de vida.

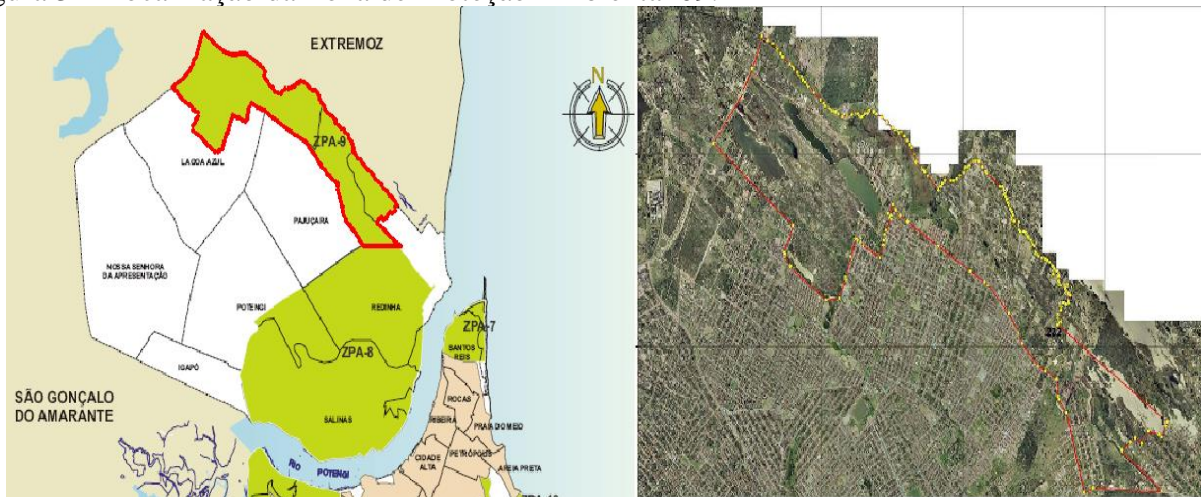
Segundo Soares (2007) a ausência de recursos básicos para uma urbanização ordenada pode ser percebida através de invasões freqüentes e loteamentos construídos, principalmente nos limites periféricos dos municípios levando à imposição de novas delimitações na zona urbana. Em Natal,

isso aconteceu em tamanha intensidade, que para resguardar os recursos naturais urbanos e a qualidade de vida da população, criaram-se dez Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs).

Mesmo tendo sido instituídas, algumas dessas, ainda não foram regulamentadas. A ZPA 09, também conhecida como Complexo de Lagoas e Dunas do Rio Doce, objeto de estudo deste trabalho, é uma das áreas que se encontra em processo de regulamentação, o que torna extremamente difícil o manejo sustentável da região. Segundo Azevedo (2010) as vulnerabilidades ambientais no local têm origem na construção de residências próximo aos cursos d'água, no aproveitamento de rios e lagoas em algumas atividades, na destinação inadequada dos resíduos sólidos e líquidos e em práticas culturais dos moradores.

A Zona de Proteção Ambiental 09 (ZPA-09) está situada no Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, mais especificamente, na região limítrofe entre os municípios de Natal e Extremoz. Abrangendo a Bacia hidrográfica do Rio Doce e as dunas ao seu redor a área de estudo corresponde aproximadamente a uma extensão de 734,1 hectares (SEMURB, 2008). Porém, como se trata de uma zona em processo de regulamentação sua delimitação é ainda preliminar. Conforme as imagens georeferenciadas extraídas do Satélite IKONOS, a ZPA-09 está situada dentro das seguintes coordenadas UTM: 9.369.483/9.364.492 m N e 254.917/247.348 m E - Figura 3.

Figura 3 – Localização da Zona de Proteção Ambiental 09.



**Figura 3a** – Mapa da Zona Norte da cidade de Natal. O espaço delimitado em vermelho corresponde a Área de Estudo (intersecção entre a ZPA-09 – e os bairros de Redinha, Pajuçara e Lagoa Azul).  
**Fonte:** SEMURB (2008).

**Figura 3b** - Foto aérea de parte da Zona Norte de Natal. Área de Estudo delimitada em vermelho e amarelo.

**Fonte:** SEMURB (2008).

Segundo Soares (2006), a área de estudo caracteriza-se por seu clima tropical chuvoso quente com verão seco, com temperaturas que variam anualmente entre 21°C e 31°C e onde a umidade relativa média é de 79,8% (com pequenas variações ao longo do ano). Costa (2007) cita o solo como sendo constituído, em sua maior parte, pelo Latossolo Amarelo Distrófico.

Os recursos hídricos superficiais inseridos na Zona de Proteção Ambiental 09 caracterizam-se como perenes, com um bom índice pluviométrico e elevada capacidade de infiltração. A área abrange cerca de 8 Km do trecho final do rio Doce, além das lagoas do Sapo, de Gramorezinho, de Pajuçara, Azul Dendê e Guamoré (SEMURB, 2006).

Ainda segundo a SEMURB (2006), a cobertura vegetal nativa da área constitui-se de elementos da formação Tabuleiro Litorâneo, com a presença de algumas espécies da Mata Atlântica. Nos estudos de Soares (2006), são apontadas ainda, no baixo curso do rio Doce, vegetação de dunas com estratos diferenciados de acordo com o local em que se encontram, variando entre herbáceas e arbustivo-arbóreas.

Com a prerrogativa de preservação desse meio, o uso de indicadores ambientais no levantamento de impacto, de acordo com Maia et. al. (2001) atesta o delineamento do estado do meio ambiente, assim a partir de tal observação, é possível traçar com maior precisão estratégias de mitigação e resguardo. Os mesmo autores reforçam também que dentro desse contexto o papel do Pressão-Estado-Resposta é apontar as fontes de impacto correlacionando sua causa ao respectivo efeito sobre a natureza.

Apoiada nesse pretexto a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de aplicar o marco analítico Pressure-State-Response (PSR) no levantamento dos impactos e de suas respectivas consequências no Complexo de Lagoas e Dunas do Rio Doce, sendo a análise realizada a partir dos aspectos de uso do solo e cobertura vegetal.

O Pressão-Estado-Resposta aplicado como ferramenta de análise permite observações sobre todas as esferas que compõem o meio ambiente: o ar, a água, a vegetação e o solo (QUIROGA, 2001). Dada a dimensão da ZPA-09 (7,39 km<sup>2</sup>) e mediante a ausência de informações decorrente da não-regulamentação da área, no tempo disponível, seria impossível alcançar o objetivo proposto se o levantamento ambiental considerasse todos os elementos naturais. Soares (2006) e Américo et. al. (2007) constataram em seus trabalhos que o solo e a vegetação, juntos, detêm a maioria dos impactos perpetrados à área de estudo. Em virtude desse fato elegeu-se o uso do solo e a cobertura vegetal como variável.

## **PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

A abordagem metodológica desta pesquisa é baseada na adaptação e aplicação do Pressure-State-Response no levantamento de impacto direcionado ao uso do solo e cobertura vegetal da Zona de Proteção Ambiental 09. Na íntegra, o PER procura envolver em sua análise todas as esferas que compõem o meio ambiente, assim como, todos os problemas que ocorrem em cada uma delas. Mas, no caso da pesquisa aqui desenvolvida, para garantir uma maior segurança dos resultados, devido à

quantidade de dados disponíveis, trabalhou-se apenas sobre a perspectiva de uma variável: Uso do solo e Cobertura vegetal.

A reunião desses dados permitiu identificar alguns dos problemas que acometem a ZPA-09. Como a pesquisa optou por trabalhar apenas uma variável, os indicadores selecionados para revelar a condição ambiental foram formulados com base apenas na degradação refletida sobre essa esfera.

Outro fato a ser salientado é que, como o estudo tomou por base os conceitos do Pressure-State-Response, para cada variável dever-se-ia selecionar um ou mais indicadores para cada categoria (pressão, estado e resposta) do modelo adotado. Porém, a resumida quantidade de informações referentes à área de estudo acabou limitando a escolha dos indicadores dentro dessas categorias.

A identificação dos principais problemas que ocorriam na área de estudo foi realizada através da revisão bibliográfica de um trabalho efetuado em 2006 - Plano de Gestão para a Área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce Situada no Município de Natal/RN (SEMURB, 2006) - cujo objetivo principal foi a elaboração e implementação do Plano de Gestão para a área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce a fim de assegurar a proteção e preservação da zona de proteção ambiental que abrange o ecossistema de dunas e lagoas ao longo do rio Doce, a ZPA-09.

Apesar de se tratar de um estudo sobre uma Bacia hidrográfica o texto agrupou informações que expunham a situação geral da área e acabou mostrando que a condição do Uso do Solo e Cobertura vegetal caracterizava um fator de considerável influência sobre a depreciação da condição ambiental do local. Nesse sentido e englobando as interferências antrópicas observadas, realizou-se a escolha dos Indicadores de Pressão, que foram: o Cultivo de hortaliças; a Prática da pecuária; o Desmatamento desordenado; o Avanço da área urbanizada; a Aplicação desordenada de agrotóxicos; a Retirada de sedimento (areia) dos cordões dunares e do leito do Rio Doce; a Deposição inadequada (enterro) de resíduos sólidos; e a Ocupação desordenada dos cordões dunares.

Estabelecidos os Indicadores de Pressão, buscou-se nessa mesma publicação subsídios para indicação do Estado do Meio Ambiente e de Resposta. Porém, o documento da SEMURB (2006) não indicou nenhuma alternativa que pudesse ser convertida em indicador de Resposta, mas ofereceu fundamentação para a elaboração dos seguintes indicadores de Estado: Supressão da mata ciliar; Suscetibilidade do solo a erosão; e Carreamento da areia para o leito do Rio Doce, causando assoreamento do mesmo.

Como a fonte de dados utilizada para elaboração dos indicadores retratava apenas algumas das situações do Estado do meio ambiente, para suprir a pontuação do PSR onde os Indicadores de Estado e a Resposta devem estabelecer uma correlação entre si e com os Indicadores de Pressão, recorreu-se a bibliografia dos artigos de Klein et. al. (2002), de Mendes (2008) e de Soares et. al.

(2007), os quais, associados visão geral da OECD (2003) do corpo de indicadores por questão ambiental, serviram de base para a pressuposição e formulação do restante dos Indicadores de Estado do meio ambiente e para todos os Indicadores de Resposta social.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contextualização dos problemas ambientais que ocorrem no Complexo de Lagoas e Dunas ao Longo do Rio Doce levou em consideração apenas a variável Uso do solo e Cobertura vegetal e sua relação com as pressões antropogênicas exercidas nesse cenário.

No intuito de expressar da forma mais clara possível todos indicadores selecionados e as respectivas interações entre Pressão, Estado e Resposta na ZPA-09, montou-se o quadro 1 onde foram listados os indicadores dentro de suas respectivas categorias. Para tanto, estabeleceu-se que as pressões compreenderiam todas as atividades que impactavam o solo e a vegetação da área de estudo; o estado corresponderia à condição ambiental local decorrente de uma pressão específica; e que a resposta englobaria quaisquer ações que pudessem ser aplicadas para minorar os impactos identificados.

Quadro 1 – Indicadores de pressão, estado e resposta para o Uso do solo e Cobertura vegetal da ZPA-09.

<b>Categoria</b> <b>Variável</b>	<b>PRESSÃO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>RESPOSTA</b>
<b>Uso do solo e Cobertura vegetal</b>	- Cultivo de hortaliças; - Prática da pecuária; - Desmatamento desordenado;	- Supressão da mata ciliar e vegetação de entorno;	- Projeto de recuperação de áreas degradadas, com ênfase na recomposição da mata ciliar; - Realizar palestras com os pequenos agricultores e pecuaristas do local sobre a importância de se realizar uma agricultura preventiva e ausente da exploração intensiva dos recursos naturais;
	- Aplicação desordenada de agrotóxicos;	- Contaminação do solo por agrotóxicos;	- Fornecer orientações sobre: os riscos da aplicação desordenada de agrotóxicos; a importância de se trabalhar esse material nas concentrações adequadas e seguindo orientação de um profissional competente; - Incentivar o controle biológico de pragas e doenças;

	- Retirada de sedimento (areia) dos cordões dunares e do leito do Rio Doce;	- Suscetibilidade do solo a erosão; - Carreamento da areia para o leito do Rio Doce, causando assoreamento do mesmo;	- Preservar e /ou restabelecer a cobertura vegetal do solo adotando sempre o planejamento e as práticas conservacionistas. - Utilizar o solo fazendo uso do sistema agroflorestais e explorá-lo conforme sua aptidão agrícola;
	- Ocupação desordenada dos cordões dunares;	- Contaminação do solo por efluentes domésticos; - Alterações indesejáveis e, às vezes, irreversíveis da paisagem;	- Construção de fossas assépticas e instalação de um sistema de saneamento básico. - Execução e fiscalização efetiva dos planos diretores municipais existentes, resguardando as propriedades e cuidados cabíveis a condição de área protegida. - Implementar programas que esclareçam a população sobre os riscos e prejuízos causados pela ocupação;
	- Deposição inadequada de resíduos sólidos;	- Poluição do solo;	- Elaboração e implementação de um plano de coleta e gerenciamento dos resíduos sólidos; - Oficinas de aproveitamento do lixo (Ex. Como fazer compostagem; Práticas de reciclagem; e etc.).

Fonte: Própria.

Importante salientar que tanto no levantamento *in locu* quanto no bibliográfico não foi constatado o exercício de nenhuma ação de combate às atividades impactantes listadas na Zona de Proteção Ambiental 09. Alguns projetos de educação ambiental aplicados no município incentivam os natalenses a “preservar o meio ambiente” de uma forma geral, mas dentre eles não existem programas específicos voltados ao Complexo de Lagoas e Dunas ao Longo do Rio Doce (PINHEIRO et. al., 2005). Por isso, os indicadores de resposta listados na Tabela 03 atuam mais especificamente como medidas potenciais que, quando executadas, respondem com a redução dos prejuízos ambientais perpetrados em âmbito local.

De acordo com França (2001), a síntese das relações estabelecidas entre os indicadores de pressão e estado diagnosticam a real condição do meio ambiente, enquanto que os de resposta indicam iniciativas que podem ser adotadas pelos gestores públicos na mitigação e/ou resguardo dos recursos naturais.

Acreditando no potencial dos indicadores de Resposta social como atenuantes das ações antrópicas sobre o meio ambiente e relacionando-os com o levantamento das Pressões e do Estado, a pesquisa desempenhada sugeriu na Tabela 3 uma série de medidas que, se postas em prática, auxiliarão no restabelecimento da qualidade ambiental da ZPA-9, e quiçá do município de Natal-RN.

As primeiras práticas indicadas visam combater a supressão da mata ciliar. Américo et. al. (2007) ao realizarem um levantamento sobre a situação da degradação na área do Rio Doce constataram que a vegetação de entorno do aquífero foi sendo removida para dar lugar ao cultivo de hortaliças e a criação de animais (avicultura e bovinocultura). Visando reverter e/ou reduzir o desmatamento na região a pesquisa sugeriu o desenvolvimento de projetos de recuperação das áreas degradadas e a realização de palestras direcionadas aos agricultores e pecuaristas que exploram o solo e a vegetação local. Segundo Almeida (2010) a revitalização das margens desnudas a partir do plantio de espécies nativas reforçada por um programa de educação ambiental permanente funciona como uma alternativa eficiente para finalidade aqui almejada.

Além da supressão da mata ciliar a agricultura é responsável pela contaminação do solo por agrotóxicos e fertilizantes. A intensa aplicação de inseticidas e herbicidas e a falta orientação profissional provoca o acúmulo de substâncias tóxicas e metais pesados (Ex. Fe, Cu, Zn e Nitratos) que culminam na fragmentação do solo e em prejuízos a saúde humana. Na ZPA-09 a dosagem e a frequência da aplicação de químicos são reguladas pelos próprios agricultores que, na maioria das vezes, não respeitam a carência do produto e utilizam concentrações demasiadas. Além da deposição, os agrotóxicos são ainda lixiviados para o Rio (MOURA, 2011). Devido à proximidade dos canteiros, tabuleiros e leilões com o curso d'água, quando a irrigação é realizada ou por ocasião de precipitações, os químicos e adubos orgânicos são carreados para o Rio contaminando também suas águas.

Gliessman (2005) afirma que para alcançar a sustentabilidade agrícola é preciso substituir o manejo produtivo atual por práticas que respeitem a dinâmica ecológica. Todavia, para que essa transição possa ocorrer de fato é preciso conscientizar os agentes dessas ações sobre a importância e os benefícios de uma mudança dessa natureza. Nesse sentido, uma alternativa para amenizar os impactos da aplicação de agrotóxicos e fertilizantes na ZPA-09 seria realizar palestras ou até mesmo cursos que incentivassem o controle biológico de pragas e doenças e que orientassem os horticultores sobre os riscos da aplicação desordenada de agrotóxicos e a importância de se trabalhar esse material nas concentrações adequadas e seguindo orientação de um profissional competente.

Outra ação que tem alterado nos últimos anos a paisagem da região é a remoção de sedimentos do leito do rio e dos cordões dunares (SOARES, 2006). Normalmente empregada na construção civil a areia removida é comercializada pelos próprios moradores dos bairros que compõem o Complexo de Lagoas e Dunas e do Rio Doce. A extração desse material tem como consequência geomorfológica a erosão do cordão dunar e o assoreamento do Rio, fatos acentuados pela remoção da cobertura vegetal. Segundo Damaso (2009) a ausência da vegetação torna as dunas mais suscetíveis a ação do vento e das chuvas, fenômenos que, por sua vez, movimentam os grãos



depositando-os no fundo dos rios e em locais que causam incômodo a própria comunidade (Ex. ruas, interior e pátios das residências).

Carpanezzi (2005) afirma que prejuízos ambientais decorrentes da remoção da cobertura vegetal, tais como erosão e o assoreamento, podem ser minorados através de cinco processos: a restauração; a reabilitação, o reflorestamento; o florestamento; e a criação ou substituição. A adequação da metodologia varia de acordo com as características do ambiente, o objetivo e o grau da degradação. No caso da Zona de Proteção Ambiental 09, aliando-se a necessidade de combater a supressão da mata ciliar à retirada da vegetação de entorno do Rio, a alternativa viável seria promover o restabelecimento da flora local a partir de práticas conservacionistas que primassem pelo uso dos sistemas agroflorestais e pela exploração do solo conforme sua aptidão agrícola.

Américo (2006) relata que os cordões dunares da ZPA-09 são também pressionados pelas construções irregulares de prédios, comércios e residências. Essas edificações comprometem a morfologia dunar alterando paisagens e acarretando outros problemas, tais como: a infiltração dos efluentes domésticos no terreno. A quase totalidade das fossas instaladas na região não possui sumidouro e nem estão interligadas a redes de saneamento, fato que aliado a estrutura granular das dunas acelera a percolação do líquido acentuando a contaminação do solo.

Dados da Prefeitura do Natal apontam que nos bairros de Redinha, Pajuçara e Lagoa Azul 100% dos domicílios apresentam um sistema de saneamento básico inadequado (BARROSO, 2003). Nessas condições, a construção de fossas assépticas e a instalação de um sistema de saneamento básico nessas comunidades seria a única maneira de cessar a infiltração dos efluentes domésticos.

Não diferente dos grandes centros urbanos do País o crescimento populacional de Natal-RN teve como uma de suas consequências o aumento da geração de resíduos sólidos. Na Zona Norte da cidade (onde se encontra inserida a área de estudo) devido a uma coleta irregular; a dificuldade de acesso em alguns trechos; e à questões culturais (Ex. enterrar o lixo, jogá-lo em terreno baldio ou logradouro, queimá-lo, etc.), acabou-se gerando impactos que exigem providências imediatas (MENDONÇA, 2010).

Em relação a essa situação, o maior prejuízo causado na ZPA-09 é a poluição do solo. Como mitigação a FIERJAN (2006) sugere confinar o lixo produzido pela comunidade em aterro sanitário. Nesse sentido, a implantação de um plano de coleta e gerenciamento dos resíduos sólidos bastaria para resolver os problemas gerados a partir da coleta irregular. Entretanto, como seria combatida a contaminação proveniente das demais fontes? Seria a educação ambiental uma alternativa?

Conforme Santos e Silva (2010) a educação ambiental é um mecanismo que ajuda a minorar poluições de origem local. Todavia, segundo os mesmos autores, para que essa ferramenta atue de forma eficiente é necessário que a pedagogia de suas práticas associe a melhoria da qualidade de

vida à preservação do meio ambiente. Seguindo essa orientação, acredita-se que o despejo inadequado do lixo terá seus impactos reduzidos se nas comunidades que compõem o Complexo de rios e duna do Rio Doce forem realizadas oficinas e cursos que cuja temática informe sobre os benefícios (sociais, ambientais e econômicos) da destinação adequada, bem como, do reaproveitamento do lixo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui desenvolvida adaptou a metodologia fundamentada pelo marco analítico Pressure-State-Response visando aplicá-la no levantamento dos impactos e das suas respectivas consequências sobre os aspectos de uso do solo e cobertura vegetal na Zona de Proteção Ambiental 09, para, posteriormente, sugerir ações de mitigação que pudessem ser adotadas pelos gestores públicos e atores sociais frente ao combate da degradação ambiental local.

Diante da perspectiva almejada o PSR mostrou-se um mecanismo completamente satisfatório. Através dos indicadores de Pressão e Estado a metodologia delineou as relações de causa e seus respectivos efeitos sobre a condição do solo e da vegetação no Complexo de Lagoas e Dunas ao Longo do Rio Doce mostrando que o exercício das ações antrópicas (horticultura, o desmatamento da mata ciliar e de entorno, a aplicação de agrotóxicos, a retirada de sedimentos das dunas e do leito do rio, a ocupação desordenada dos cordões dunares e a deposição inadequada dos resíduos sólidos) havia modificado de forma negativa a condição natural da paisagem.

Ao delinear essas relações, o Pressão-Estado-Resposta permitiu ainda que as ações de resguardo para os elementos avaliados fossem elaboradas com maior objetividade. Ou seja, o uso do PER como metodologia de levantamento de impacto e de suas consequências otimiza o emprego das estratégias de combate à degradação. No caso da ZPA-09, a ferramenta preencheu ausência de medidas de combate à degradação observada *in locu* e direcionou a sugestão das ações mitigadoras a sanção da supressão da mata ciliar e vegetação de entorno; da contaminação do solo por agrotóxicos; da susceptibilidade do solo a erosão; do carreamento da areia para o leito do Rio Doce; da contaminação do solo por efluentes domésticos; das alterações indesejáveis e, às vezes, irreversíveis na paisagem; e da poluição do solo.

Em suma, conclui-se que o solo e a cobertura vegetal da Zona de Proteção Ambiental 09 enfrentam pressões que comprometem sua qualidade ambiental. Todavia as alternativas de resguardo sugeridas a partir dos indicadores de Resposta social só terão efeito efetivo se, em simultaneidade a sua execução, os planos de gestão e manejo que regulamentam sobre a administração dos recursos naturais das Zonas de Proteção Ambiental de Natal, bem como as diretrizes nacionais e estaduais, forem rigorosamente cumpridos e fiscalizados.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Felipe Carlos Pereira. **Alteração da qualidade ambiental no entorno do Rio Quipauá no município de Ouro Branco (RN)**. 2010. 43f. Monografia (Graduação na Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

AMÉRICO, Maria Conceição Oliveira. **Processos sócio-ambientais relacionados às situações de degradação na região do Rio Doce- Natal/RN**. 2006. 100f. Dissertação (Mestrado no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

\_\_\_\_\_; LIMA, R. F. de S.; LOPES JÚNIOR, E. Processos socioambientais em comunidades de crescimento desordenado. **Serviço Social e Sociedade**, São Paulo, n. 90, p.132-153, 2007.

AZEVEDO, Pablo Guimarães. **Vulnerabilidades socioambientais na Zona de Proteção Ambiental-9, Natal/RN**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BARROSO, Arimá Viana. **Mapeamento da qualidade de vida em Natal/RN**. Natal: SEMPLAM, 2003. 29p.

BELLEN, Hans Michel Van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 256p.

CARPANEZZI, Antônio Aparecido. Fundamentos para reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, P. **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. 5ª ed. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2005. p. 27-45.

DAMASO, Patrícia de Paula. **Vegetação dunar: caracterização estrutural de dunas do município de Natal/RN como subsídio para implementação de técnicas de reflorestamento, recuperação e conservação do ecossistema**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: guia de procedimento passo a passo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006. 16p.

FRANCA, Luiz Penna. **Indicadores ambientais urbanos: revisão da literatura**. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2001. 57p.

GLIESSMAN, Stephen Richard. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 382 p.

KLEIN, A. H. F.; DIEHL, F. L.; RIBEIRO JUNIOR, O.; BENEDET FILHO, L. O litoral de Santa Catarina e a ocupação desordenada das suas praias. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, Itajaí, v.1, n. 2, p. 06-07, 2002.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2001, 494p.

MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Educ (PUC-SP), 2001. 285p.

MENDES, Ângelo Mansur. Hoje é Outro Dia: 15 de Abril - Dia Nacional da Conservação do Solo. **Jornal Agrosoft Brasil**, Rondônia, nov. 2008. Edição 288, p. 2.

MENDONÇA, J. M. dos S. **Avaliação da ecotoxicidade de percolados em áreas de deposição de resíduos na região metropolitana de Natal/RN**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

MOURA, Wanessa Kaline de Araújo. **Horticultura no baixo curso do Rio Doce, zona norte de Natal/RN: Avaliação da degradação ambiental por meio de ensaios ecotoxicológicos**. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado do Programa regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

NATAL. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Zoneamento Ambiental de Natal**, Natal, 2008. 82p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Plano de Gestão para a área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce situada no Município de Natal/RN**, Natal, 2006, 158p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Towards Sustainable Development: Environmental Indicators**. Germany: OECD, 1998. Disponível em: <<http://www.questia.com/PM.qst?a=o&d=98334311>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

\_\_\_\_\_. **OCDE Environmental Indicators: Development, Measurement and Use**. Germany: OCDE, 2003. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

PEREIRA, Gisele de Fátima; SILVA, Madianita Nunes da. Pobreza urbana e degradação ambiental: reflexões sobre o urbanismo de risco em Curitiba. In: Encontro Nacional da ANPUR, 14, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Florianópolis: ANPUR, 2011. p.221-236.

PINHEIRO, J. I.; LIMA, B. U. M.; DANTAS JÚNIOR, P. C. A educação sanitária e ambiental como instrumento de participação popular, conscientização e controle social na regulação dos serviços de saneamento ambiental em Natal/RN. In: Congresso Brasileiro de Regulação, 4., 2005, Manaus. **Anais...** Manaus: ABAR, 2005. p. 127 – 133.

QUIROGA, Rayen. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas**. 1. ed. Santiago: CEPAL, 2001. 122p.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Bacia Hidrográfica do rio Doce**, 2005,60p.

RUFINO, Rui César. **Avaliação da Qualidade Ambiental do Município de Tubarão (SC) através do uso de Indicadores Ambientais**. 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 152p.

SANTOS, Ana Lúcia Braga, Silva e; SILVA, Gerson Novais. Poluição ambiental local e o papel da educação ambiental. **Paidéi@ - Revista Científica de Educação à Distância**. Edição Especial, Santos, v. 02, n. 03, dez. 2010. Disponível em: <<http://revistapaideia.unimesvirtual.com.br/index.php?journal=paideia&page=article&op=viewPDFInterstitial&path%5B%5D=187&path%5B%5D=155>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

SOARES, Antônio Mateus de Carvalho. **A Inserção de Conjuntos Habitacionais Populares no Tecido Urbano de Salvador-BA**. 2007. 262 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SOARES, L. G. da C.; GAZINEU, M. H. P.; SALGUEIRO, A. A. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco um estudo de caso. **Revista Química & Tecnologia**, Recife, v. 1, p. 33-41, 2007.

SOARES, Rosenberg Calazans. **Diagnóstico e Avaliação Geoquímico-Ambiental da Zona de Proteção Ambiental 9 (ZPA-09), baixo curso do Rio Doce, Natal/RN**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.