

Fragilidade ambiental e expansão urbana da Região Administrativa Nordeste da sede do município de Santa Maria, RS

Marilene Dias do Nascimento, Bernardo Sayão Penna e Souza

*Laboratório de Geomorfologia e Percepção Ambiental
Departamento de Goeciências/CCNE
Universidade Federal de Santa Maria, RS
e-mail: mdnascimento@ymail.com*

Resumo

A degradação dos recursos naturais é uma realidade constante nas cidades do Brasil e vem desencadeando problemas ambientais e sociais preocupantes. O estudo da fragilidade ambiental natural, acentuada pelas ações antrópicas, em ambientes urbanos, deve ser objeto de pesquisas que visem à expansão urbana. Assim, o objetivo principal desta pesquisa é realizar o diagnóstico da fragilidade ambiental potencial e emergente da Região Administrativa Nordeste da sede do município de Santa Maria, RS. A metodologia utilizada tem como base Ross (1994), que define fragilidade ambiental a partir dos conceitos de Unidades Ecodinâmicas (Tricart, 1977), agrupadas em Unidades Ecodinâmicas Instáveis e Unidades Ecodinâmicas Estáveis, com o estabelecimento de graus de fragilidade, desde o muito fraco, até o muito forte. A Carta de Fragilidade Ambiental Potencial resultou da sobreposição dos Planos de Informações (PIs) das cartas Clinográfica, Morfológica, Geológica e de Solos. A Carta de Fragilidade Ambiental Emergente resultou da sobreposição dos PIs da Carta de Fragilidade Ambiental Potencial e da Carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal. Essas cartas expressam os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas e antrópicas. Constatou-se que 42,9% da área apresentam fragilidade ambiental potencial forte a muito forte. Essas fragilidades apresentam-se, em função das propriedades físicas, em locais com declividades acentuadas, associadas a solos pouco desenvolvidos e à morfologia de morros. 79,2% da área de estudo são consideradas de fragilidade ambiental emergente entre média e muito forte, sendo que 48,6% apresentam fragilidade forte. As áreas de maior fragilidade são as que estão menos protegidas, ou seja, as áreas em que já houve

intensa modificação do ambiente natural resultante das ações humanas. Esta pesquisa serve como subsídio para o planejamento urbano-ambiental.

Palavras-chave: fragilidade ambiental; planejamento; expansão urbana.

Abstract

The degradation of natural resources is a constant reality in the cities of Brazil and it has been creating environmental and social concern. The study of natural environmental fragility, exacerbated by human activities in urban environments, should be the subject of researches that aimed at the urban sprawl. The objective of this research is to diagnose the potential and emerging environmental fragility of the Northeast Administrative Region of the Municipality of Santa Maria-RS. The methodology used is based on Ross (1994), in which environmental fragility is defined by the concepts of Ecodynamic Units (Tricart, 1977), grouped in Unstable Ecodynamic Units and Stable Ecodynamic Units, with the establishment of degrees of fragility rated from very low until the very high. The Potential Environmental Fragility Chart resulted from the overlay of Information Planes (IPs) of the Clinographic, Morphological, Geologic and Soils Charts. The Chart of Emerging Environmental fragility is the result of the overlay of IPs Potential Environmental Fragility Chart with the Land Use and Land Cover Charts. These charts show the different degrees of fragility that the environment has on the basis of their genetic and anthropic characteristics. It was found that 42,9% of the present environmental potential fragility rated high to very high. This fragility occurs due to the physical properties of places with the large terrain slopes, combined with low soil development and hill morphology. 79.2% of the studied areas are considered fragile environmental emerging medium to very high, and 48.6% have a high fragility. The areas of greatest fragility are those that are least protected, or those where there were much modification of the natural environment resulting from human actions. This research works as a support for the urban and environmental planning.

Keywords: environmental fragility; planning, urban expansion

1. Introdução

A expansão urbana acelerada tem provocado impactos negativos ao ambiente, gerando graves desequilíbrios que afetam a qualidade de vida da população. Christofolletti (1994) afirma que, através da ocupação e da implantação de suas atividades, o homem se insere no ambiente como agente modificador das características visuais, dos fluxos de energia e matéria, modificando o equilíbrio natural nos sistemas ambientais físicos. Essas al-

terações representam mudança sensível, positiva ou negativa, nas condições de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema do qual depende a sobrevivência humana.

Nesse sentido, o papel do planejamento é de extrema importância para que se encontrem formas de desenvolvimento menos impactantes e agressivas ao ambiente, pois “parece extremamente óbvio que qualquer interferência na natureza, pelo homem, necessita de estudos que levem ao diagnóstico, ou seja, a um conhecimento do quadro ambiental onde se vai atuar” (ROSS, 2005, p.14). Nessa perspectiva, ganham ênfase as ciências da Terra, que fornecem as informações necessárias à compreensão dos fenômenos que resultam na degradação ambiental.

Ross (1996) afirma que o conhecimento das potencialidades e das fragilidades dos recursos naturais é de suma importância para o planejamento das atividades humanas sobre o espaço geográfico, pois o diagnóstico do relevo auxilia na percepção dos riscos e fragilidades dos ambientes prevenindo possíveis desastres ambientais.

A partir da segunda metade do século XIX, o processo de urbanização no Brasil se acentuou. A cidade de Santa Maria acompanhou essa nova realidade. Houve um crescimento populacional de 213,8% no município de Santa Maria, a partir de 1950 até os dias de hoje e a população urbana que era de 57,71% em 1950, atualmente é de 95,81%. O maior crescimento pode ser observado na década de 1960 e 1970, que, de 83.001 mil habitantes em 1950, subiu para 120.975 mil habitantes em 1960, um crescimento percentual de 45,75% e, na década de 1970, subiu para 156.609 mil habitantes, um aumento percentual de 29,45%. A população de Santa Maria, atualmente é de 268.969 habitantes (IBGE, 2009).

Com esse aumento significativo de população na cidade, começam a se disseminar as formas ilegais de ocupação do espaço. Aqueles que não conseguem pagar por moradias legais dentro do espaço urbano, acabam por ocupar áreas irregulares, que, no caso de Santa Maria, correspondem às áreas nas margens dos arroios, às margens das rodovias, da linha férrea, das encostas dos morros e as áreas institucionais.

A cidade de Santa Maria está enfrentando o problema de crescimento populacional na periferia, em vista das grandes migrações oriundas de cidades vizinhas e da zona rural. Essa nova população, por falta de condições financeiras e dificuldade de acesso a emprego, por falta de qualificação profissional, tem formado núcleos desordenados de ocupações irregulares, que não são acompanhadas de igual expansão de infraestrutura.

São exemplos dessa situação as ocupações irregulares junto às margens dos arroios Cadena, Cancela e do rio Vacacaí Mirim, onde as famílias estão sujeitas a inundações e desmoronamentos em épocas de média elevada de chuvas. Outro exemplo é a ocupação irregular localizada nas

encostas dos morros, como a do Morro Cechela, que apresenta risco de desabamento. Nesse caso, tanto o esgoto cloacal quanto a água servida e o lixo são lançados diretamente nas águas do reservatório, ocasionando contaminação da água que abastece parte da cidade. Existem ainda grandes ocupações junto aos espaços desativados da linha férrea.

Pinheiro (2002) desenvolveu seu trabalho de graduação em áreas de ocupação irregular em Santa Maria e constatou vinte quatro áreas que surgiram, a partir de 1960, de forma irregular. Dessas vinte e quatro áreas, quatro estão inseridas na Região Administrativa Nordeste. São elas: Vila Nossa Senhora Aparecida e Vila Bela Vista (Rua Canário), no Bairro Itararé; área da antiga Viação Férrea do Rio Grande do Sul, junto à Sanga da Tela e Vila Bilibio, no Bairro Km3.

Dentro dessa perspectiva, o município de Santa Maria necessita de estudos ambientais que priorizem o planejamento ambiental racional, visando ao crescimento urbano.

Diante do exposto acima e, considerando que estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao planejamento urbano ambiental, tendo como principal preocupação o desenvolvimento sustentado, o tema principal desta pesquisa constitui-se da análise na fragilidade ambiental da Região Administrativa Nordeste da sede do município de Santa Maria (Figura 1), para fins de planejamento.

A Região Administrativa Nordeste da sede do Município de Santa Maria foi definida pela Lei Complementar número 042, de 29 de dezembro de 2006, da Prefeitura Municipal de Santa Maria – RS. Essa Lei define que as Unidades Urbanas são partes escalonadas do Perímetro Urbano, definidas e delimitadas segundo critério de homogeneidade, denominadas de Regiões Administrativas (R.A.), Unidades de Vizinhança (U.V.) e Unidades Residenciais (U.R.) para fins meramente administrativos e de auxiliar as ações de planejamento.

Diante disso, o objetivo principal desta pesquisa é avaliar a paisagem da R. A. Nordeste da sede do município de Santa Maria, delimitando áreas com diferentes classes de fragilidade ambiental potencial e emergente. A partir dessa delimitação, pretende-se verificar a viabilidade da expansão urbana, definindo quais as áreas são apropriadas à urbanização e quais as áreas devem ser preservadas, em função dos graus de fragilidade ambiental definidos, considerando o que dispõe a legislação urbanística e ambiental pertinente.

A utilidade deste estudo é no planejamento socioeconômico e ambiental sustentável, tendo como ponto de partida as necessidades sociais e econômicas, aliadas às reais condições ambientais da R. A Nordeste da sede do município de Santa Maria.

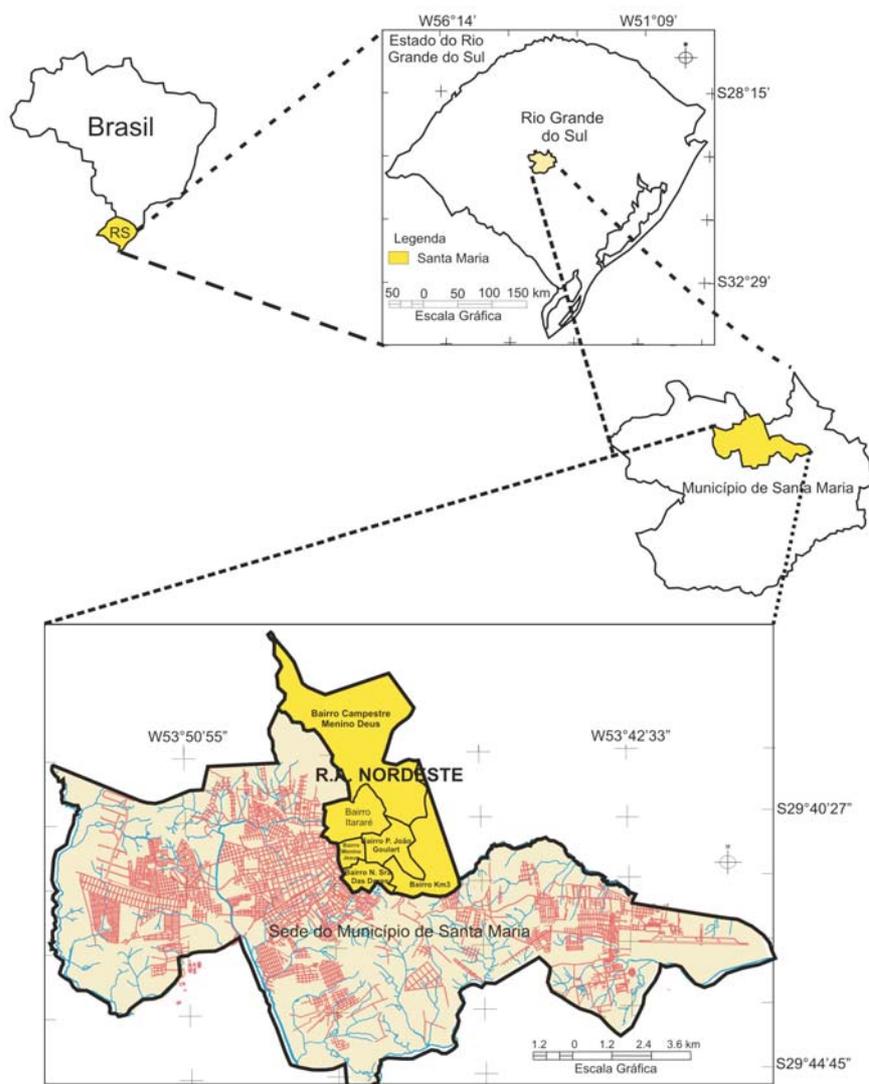


Figura 1. Localização da área de estudo
 Fonte: Mapa Informativo de Santa Maria, 41ª Edição. Escala 1:25.000, 2007.
 Elaboração: NASCIMENTO, M. D. do, 2007

2. Materiais e métodos

Os métodos de pesquisa aplicados à determinação da fragilidade ambiental têm como base a metodologia de Ross (1994), que propõe o

estudo das fragilidades ambientais a partir da individualização de Unidades Ecodinâmicas Instáveis e de Unidades Ecodinâmicas Estáveis. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram definidas como aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais e as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, como aquelas que estão em equilíbrio dinâmico, poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em estado natural.

Ao desenvolver seu estudo sobre a fragilidade ambiental, Ross (1994) adapta os critérios de avaliação da paisagem utilizados por Tricart (1977) a novos critérios de avaliação do meio físico e biótico, aplicando-os no planejamento territorial. A Figura 2 sintetiza as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis e os diferentes graus de fragilidades ambientais atribuídos a cada uma das unidades.

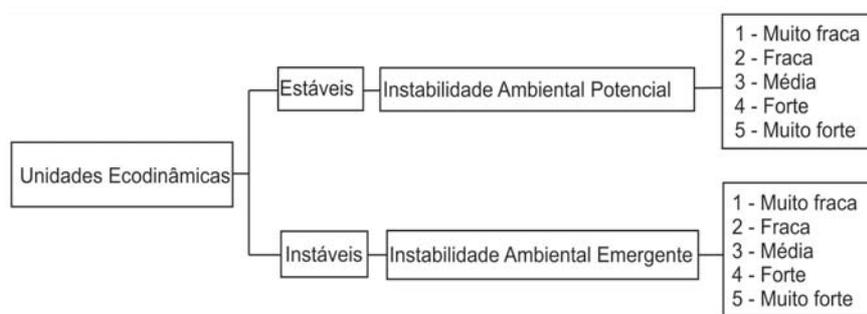


Figura 2. Unidades Ecodinâmicas
 Fonte: Ross (1994).
 Elaboração. NASCIMENTO, M. D. do, 2008.

Tanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis quanto as Unidades Ecodinâmicas Instáveis podem ter variações de instabilidade em diversos graus, desde Muito Fraca (1) a Muito Forte (5), utilizando números de 1 a 5 para demonstrar os diferentes graus de fragilidade dos ambientes.

A Carta de Fragilidade Ambiental Potencial foi gerada no sistema de Geoprocessamento SPRING 4.3 através da ponderação das classes de fragilidade das cartas morfológica, pedológica, clinográfica e geológica, utilizando as operações de manipulação e análise espacial disponíveis no SPRING (PROGRAMA LEGAL), com pesos igualitários.

A Carta de Fragilidade Ambiental Emergente resultou da sobreposição dos PIs da Carta de Fragilidade Ambiental Potencial e a da Carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, de acordo com a metodologia proposta por Ross (1994), para análise empírica de fragilidade dos ambientes naturais (Figura 3).

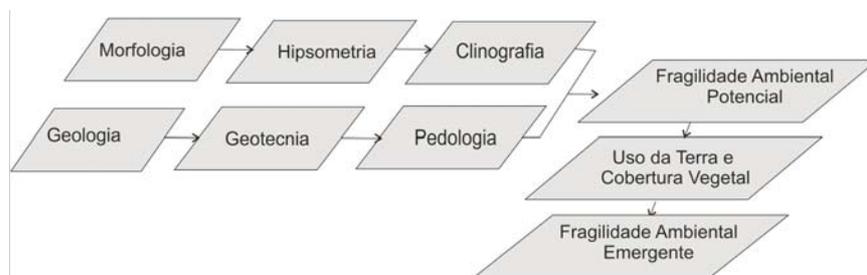


Figura 3. Modelo esquemático representativo de sobreposição de Planos de Informações para o mapeamento da fragilidade ambiental Potencial e Emergente.
Elaboração. NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

Assim sendo, esta pesquisa teve como base as teorias e metodologias citadas, procurando, de uma maneira mais adequada, adaptar os elementos físicos e de uso e ocupação que fazem parte da paisagem da R. A. Nordeste do Município de Santa Maria às técnicas contempladas nas referidas bases teóricas e metodológicas.

3. Resultados

Fragilidade ambiental potencial da R. A. Nordeste

As delimitações das unidades espaciais que compõem a Carta de Fragilidade Ambiental Potencial (Figura 4) expressam o equilíbrio dinâmico natural na R. A. Nordeste da sede do município de Santa Maria-RS, sem considerar a influência das atividades antrópicas e da cobertura vegetal, ou seja, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis – Instabilidade Ambiental Potencial e as suas variações de instabilidade. As classes de fragilidade potencial obtidas foram: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (Tabela 1).

As áreas de fragilidade ambiental potencial consideradas muito fracas correspondem a 9% da área mapeada, em uma extensão de 1,7 Km², localizadas, essencialmente na margem direita do Vacacaí Mirim, a jusante do reservatório do DNOS. São áreas com altitudes entre 110 e 130 m, declividades inferiores a 6%, compostas por Planossolos e de relevo de topo plano, formada pela planície do rio Vacacaí-Mirim. Os Planossolo Háptico Eutrófico gleissólico são solos profundos, com susceptibilidade à erosão moderada a ligeira, devido à textura média argilosa. Pode ocorrer desmoronamento nos canais de drenagem. O relevo é formado, basicamente, por colinas de topos planos ou suavemente onduladas, típico de vales.

Tabela 1. Medida das classes de fragilidade ambiental potencial da R. A. Nordeste.

Fragilidade Ambiental Potencial	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	1,70	9,00
Fraca	6,00	31,70
Média	3,10	16,40
Forte	3,20	17,00
Muito Forte	4,90	25,90
Total	18,90	100

Elaboração: NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

A classe de fragilidade ambiental potencial considerada fraca abrange 31,7% da área de estudo e correspondente a 6 Km². São áreas com declividades entre 6 e 12% com altitudes entre 130 e 200 m. É constituída por solos da classe dos Argissolos, sobre a Formação Caturrita, com relevo de colinas suavemente onduladas a onduladas e com predomínio de vertentes retilíneas a convexas.

A classe de fragilidade ambiental potencial intermediária abrange 16,4% da área mapeada, estendendo-se por uma área de 3,1 Km². São áreas que apresentam entre 12 e 20% de declividades, relevo de colinas onduladas a fortemente onduladas, com predomínio de vertentes convexas, mas praticamente com o mesmo tipo de solos da classe dos Argissolos, principalmente do Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico típico, originários da Formação Caturrita, o qual em declividades abruptas é mais susceptível à erosão, devido à ausência de pedregosidade e rochiosidade.

A classe de fragilidade ambiental potencial forte abrange 17% da área de estudo. São áreas com declividades entre 12 e 30% localizadas nas encostas dos morros, com vertentes convexas, aguçadas e em forma de escarpas. Os solos predominantes são os Neossolos, de pouca profundidade, originários da Formação Caturrita e Serra Geral.

As áreas onde ocorrem as classes de fragilidade ambiental potencial muito forte estão nas porções mais elevadas da área mapeada onde o relevo tem maior declividade, geralmente com inclinações superiores a 30% e correspondem a 25,9% da área de estudo, numa proporção de 4,9 Km². Localizam-se, principalmente, na região de transição do rebordo do Planalto, na porção leste e ao norte da área, nas maiores elevações, acima dos 200 metros, nos cumes e terço superior das vertentes sob morfologia de morros.

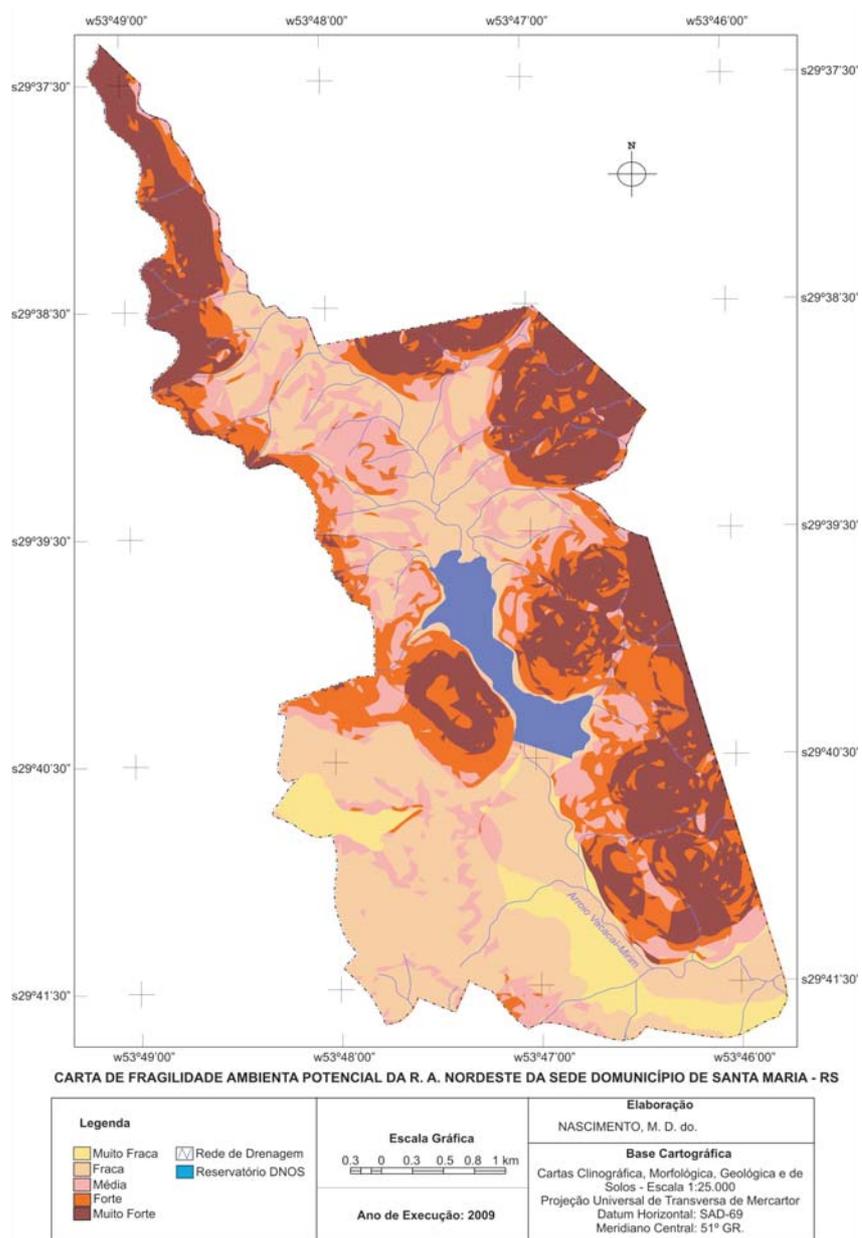


Figura 4. Carta de Fragilidade Ambiental Potencial da R. A. Nordeste.
 Fonte: Sobreposição de PIs das cartas Clinográfica, Morfológica, Geológica e de Solos.
 Elaboração: NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

Nessa unidade, predominam as combinações de Neossolo Regolítico Eutrófico léptico textura arenosa a média e Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário textura arenosa, originários dos basaltos da Formação Serra Geral e da Formação Caturrita, altamente suscetíveis à erosão, por serem pouco desenvolvidos e pouco profundos, textura franco-arenosa, estrutura fraca a moderada, muito pedregoso e pouco rochoso.

Em alguns locais da área de forte e de muito forte fragilidade potencial, são encontrados depósitos de colúvio. O colúvio corresponde ao material depositado ao pé das encostas e é bastante instável devido a sua heterogeneidade, uma vez que as partículas constituintes possuem diferentes resistências e características estruturais.

O quadro 1 mostra que as classes de fragilidade forte a muito forte, que somam 42,9% da área, estão em declividades acima dos 20%, em altitudes superiores a 200 m, em morfologia de encostas de morros, recobertos por solos rasos da classe dos neossolos, originários das Formações Caturrita, Botucatu e Serra Geral.

Quadro 1. Resumo das características ambientais das classes de fragilidade ambiental potencial.

Fragilidade Potencial	Clinografia (%)	Hipsometria (m)	Morfologia	Geologia	Solos
1 - Muito Fraca	< 6	110 - 130	Vale	F. Santa	Planossolos
2 - Fraca	6 - 12	130 - 200	Vale/Colinas	F. Caturrita	Argissolos
3 - Média	12 - 20	130 - 200	Colinas/Morros	F. Caturrita	Argissolos
4 - Forte	20 - 30	200 - 270	Morros	F. Caturrita F. Botucatu	Neossolos
5 - Muito Forte	> 30	270 - 380	Morros	F. Caturrita F. Botucatu F. Serra Geral	Neossolos

Org. NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

Nesse sentido, considerando os aspectos físico-ambientais, pode-se afirmar que esses locais não são apropriados para a expansão urbana e para o desenvolvimento de atividades humanas de natureza agrícola. São áreas que, em função de suas características físicas, são suscetíveis às ações humanas, que poderão causar desequilíbrio no dinamismo da natureza e na sua evolução. No momento em que esse equilíbrio é alterado, o ambiente torna-se vulnerável ao desencadeamento de processos superficiais e subsuperficiais que podem causar riscos à população diretamente envolvida.

Fragilidade ambiental emergente da R. A. Nordeste

A fragilidade ambiental emergente, além de considerar os elementos naturais constantes na fragilidade ambiental potencial, como tipos de solo, declividades, morfologia e geologia, acrescenta o elemento antrópico, caracterizado pelas suas intervenções no meio. Em relação ao uso da terra, a R. A. Nordeste possui duas utilizações distintas: o uso agrícola (1,6% da área) e o uso urbano, 29,1% da área. Em relação à cobertura vegetal, também se pode afirmar que a R. A. Nordeste é coberta por dois tipos distintos de substrato que são: vegetação densa (floresta), 45% da área e vegetação mais esparsa de campos (rasteira, matos e capões), 21,7% da área de estudo.

O uso da terra e a cobertura vegetal conferem um grau de proteção dos ambientes naturais, desde muito fraco a muito forte, sendo que o muito fraco e fraco são definidos pelo uso excessivo da terra, quer com elementos urbanos, quer com a exposição direta do solo com atividades agropecuárias. O grau forte e muito forte de proteção é atribuído à cobertura vegetal que exerce papel fundamental na preservação dos ambientes naturais, à medida que favorece a infiltração das águas da chuva e reduz o risco do escoamento concentrado na superfície.

A tabela 2 mostra que as classes de fragilidade ambiental emergentes encontradas na área de estudo foram: muito fraca (0,6%), fraca (20,2%), média (28,4%), forte (48,6%) e muito forte (2,2%), as quais foram produtos da fragilidade potencial e do grau de proteção dado ao solo pela vegetação atual, sendo que cada tipo de vegetação protege de maneira diferente o solo. Quanto mais desenvolvida e mais densa essa vegetação, melhor a proteção do solo. Assim, as florestas apresentaram o grau de proteção 1 (muito forte), enquanto a vegetação campestre apresentou o grau de proteção 2 (forte).

Tabela 2 . Medida das classes de fragilidade ambiental emergente da R. A. Nordeste.

Fragilidade Ambiental Emergente	Área (km ²)	Área (%)
Muito Fraca	0,10	0,60
Fraca	3,70	20,20
Média	5,20	28,40
Forte	8,90	48,60
Muito Forte	0,40	2,20
Total	18,30	100,00

Na R. A. Nordeste, a vegetação, por apresentar um alto grau de proteção, ameniza a fragilidade potencial. A comparação da tabela 1 (fragilidade potencial) com a tabela 2 (fragilidade emergente) mostra que a classe muito forte (5) de fragilidade potencial, que ocupava 25,9% da área, foi reduzida, na fragilidade emergente, para 2,2%. O alto grau de proteção dado pela cobertura vegetal reduziu a fragilidade potencial muito forte (5) para fragilidade emergente forte (4) e média (3) de acordo com o tipo de vegetação. As florestas reduziram para classe emergente média (3), enquanto que a vegetação de campos reduziu para classe emergente forte (4).

O aumento da classe de fragilidade ambiental potencial forte (4), que era de 17% para 48,6% na fragilidade ambiental emergente, deve-se à redução da classe de fragilidade ambiental potencial muito forte (5) de 25,9% para 2,2% e o aumento da classe de fragilidade ambiental potencial fraco de 20,2% para 31,7% na fragilidade ambiental emergente. Essa redução da fragilidade ambiental potencial fraca e o consequente aumento da fragilidade ambiental emergente forte são atribuídos, principalmente, à intensa urbanização nos setores sul e sudoeste da R. A. Nordeste. As alterações causadas no espaço natural pelas cidades proporcionam um grau maior de fragilidade ambiental, devido às alterações no ambiente físico-natural como a retirada da cobertura vegetal e a substituição por áreas construídas que introduz novas formas no relevo. A concentração de edificações (verticalização da topografia urbana), que em conjunto aumentam a rugosidade urbana, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo e a canalização do escoamento superficial, também são elementos que contribuem para o aumento da fragilidade ambiental.

Portanto, ainda de acordo com as tabelas 1 e 2, verifica-se que as classes de fragilidade ambiental emergente muito fraca e fraca foram reduzidas, em relação às classes de fragilidade ambiental potencial desses mesmos graus, enquanto que as classes de fragilidade ambiental emergente média e forte foram ampliadas, em relação a essas mesmas classes na fragilidade ambiental potencial. A classe de fragilidade ambiental emergente muito forte reduziu-se, significativamente, devido à proteção atribuída à cobertura vegetal, gerando, portanto, classes de fragilidade emergente de menor intensidade.

A Carta de Fragilidade Ambiental Emergente da R. A. Nordeste da sede do município de Santa Maria – RS (Figura 5) mostra que a classe de fragilidade ambiental emergente mais representativa é a classe forte (4), a qual ocorre em 48,6% da área total, o que corresponde a uma extensão territorial de 8,9 km². Essa carta revela também que a classe citada ocorre distribuída por todos os setores da área de estudo, sendo mais presente, porém, no setor sudoeste, onde se localiza grande parte da mancha urbana e nos locais mais íngremes, com declividades acima dos 20% que, embora apresente cobertura vegetal, não impedem que possam se desencadear processos superficiais de movimentos de massa, como rastejo e deslizamentos de encostas.

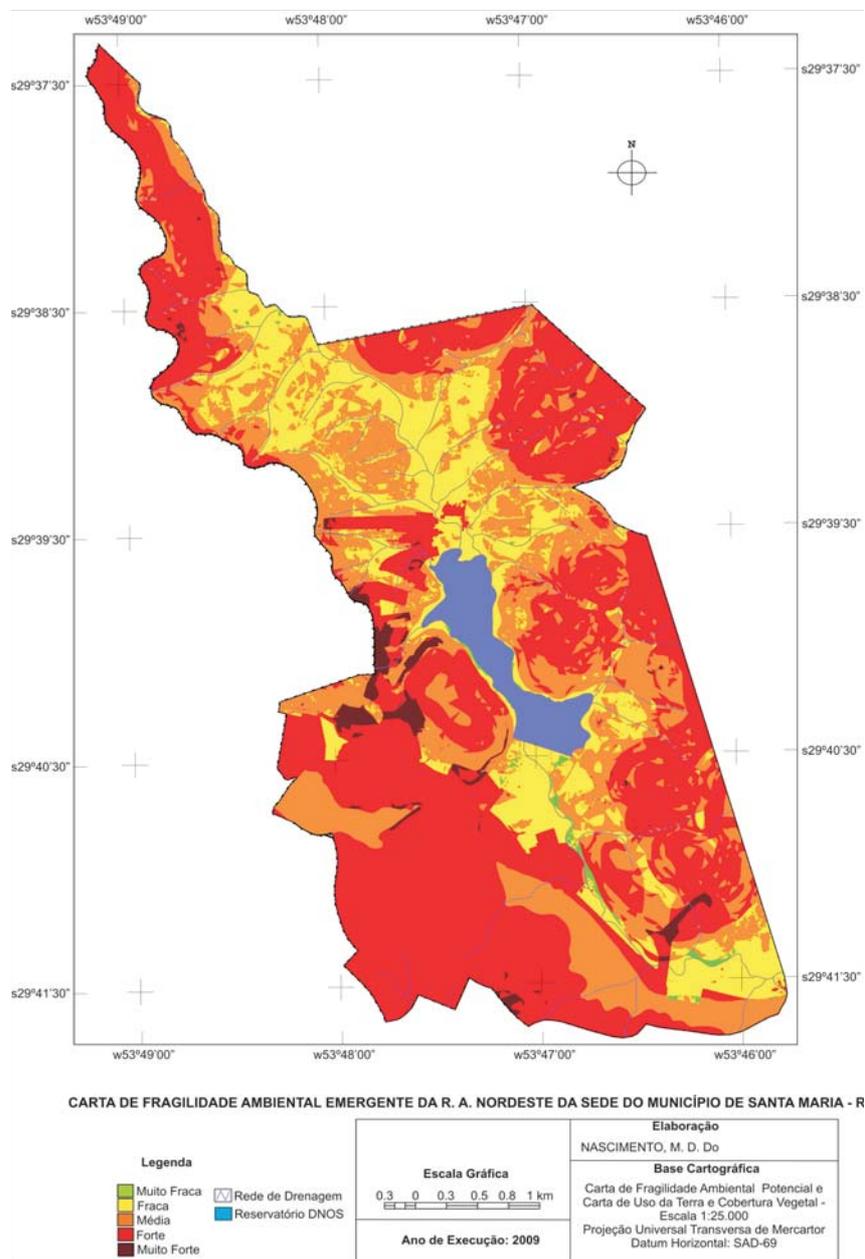


Figura 5. Carta de Fragilidade Ambiental Emergente da R. A. Nordeste.
 Fonte: Carta de Fragilidade Ambiental Potencial e Carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal.
 Elaboração: NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

Outra classe de fragilidade ambiental emergente representativa na R. A. Nordeste é a de fragilidade média, a qual ocorre em 28,4% da área total, representando uma extensão territorial de 5,2 km². Essa classe desenvolve-se predominantemente no médio curso do arroio Vacacaí Mirim, sul da barragem, em sua margem direita, local de deposição fluvial.

Ao norte da área de estudo, a fragilidade ambiental emergente, classificada como média, está ligada, de maneira geral, àquelas áreas que apresentam a categoria de uso do solo como sendo de uso agrícola: solo exposto, agricultura alternado com pastagens. Nesse sentido, mesmo os setores que apresentam declividades de até 6% e solos profundos, como o Planossolo Háptico Eutrófico gleissólico, e morfologia de planícies classificadas como áreas de fragilidade potencial muito fraca, quando comparadas com o tipo de uso, apresentam fragilidade emergente média.

A classe definida como sendo de fraca fragilidade ambiental emergente corresponde a 20,2%, representando uma extensão de 3,7 Km² de área. Ocorre em áreas de relevo suavemente ondulado a plano, em declividades inferiores a 6% ou até, no máximo 12%, em solos profundos e bem drenados como os Planossolos Háptico Eutrófico gleissólico e em solos onde ocorrem depósitos fluviais de várzeas como os Neossolos Flúvico Psamítico típicos. Embora algumas áreas estejam em solos mediamente profundos e pouco drenados, como os Argissolos Bruno-Acinzentado Alíticos típicos, a fragilidade emergente mantém-se fraca, tendo em vista que essas áreas são cobertas por vegetação de campos, não são urbanizadas e ainda são preservadas das ações antrópicas agressivas ao meio.

A classe de fragilidade ambiental emergente considerada como muito fraca representa uma pequena porção da área, ou seja, apenas 0,6%, e está associada, fundamentalmente, à presença de matas galerias, preservadas no entorno do reservatório do DNOS e no médio curso de água do Vacacaí Mirim, ao sul da barragem. Nesse sentido, apesar de estar ligada de forma expressiva à presença das matas, a classe de fragilidade emergente muito fraca também ocorre a partir da existência de solos que apresentam boa profundidade e boa drenagem, como é o caso do Planossolo Háptico Eutrófico gleissólico.

A classe de fragilidade emergente muito forte está presente em 2,2% da área, em uma extensão territorial de 0,4 km² (Tabela 2). Essa classe condiz com as áreas de ruptura de declive, cujo relevo é caracterizado por escarpas abruptas e vertentes retilíneas, com grande presença de solo exposto e ausência de vegetação arbórea densa, devido à presença de rocha exposta, principalmente, das formações Botucatu e Serra Geral. Nesses locais, é comum a presença de depósitos de colúvios, e são áreas extremamente suscetíveis a movimentos de massa, onde a presença do homem, embora já existente, em locais já urbanizados, como o setor oeste do mor-

ro Cechela, não é aconselhada. As declividades são sempre acima dos 30% e os solos encontrados são, geralmente, os Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, combinados com os Neossolo Litólico Eutrófico fragmentários, os quais são solos rasos e mal desenvolvidos.

O quadro 2 corresponde à síntese da fragilidade ambiental emergente, caracterizada na R. A. Nordeste da sede do município de Santa Maria. Observa-se que as classes de fragilidade potencial sofreram alterações em função do grau de proteção atribuído com o uso da terra e da cobertura vegetal.

A cobertura vegetal mais densa (de florestas) contribuiu para a fragilidade emergente muito fraca e fraca, enquanto que o uso urbano contribuiu para a passagem da posição de fragilidade ambiental potencial fraca e média para uma fragilidade ambiental emergente forte a muito forte. É importante salientar que ocupações antrópicas em locais com depósitos de colúvio, como é o caso da ocupação na vertente oeste do Morro Cechela, principalmente na base e na meia encosta, com declividades acentuadas acima de 12% a mais que 30%, extremamente susceptíveis ao desencadeamento de processos superficiais, tais como erosão e movimentos de massa, transformaram uma fragilidade ambiental potencial forte para uma fragilidade ambiental emergente muito forte.

Quadro 2. Resumo das características ambientais das classes de fragilidade ambiental emergente.

Fragilidade Emergente	Fragilidade Potencial	Uso da terra e cobertura vegetal
1 - Muito Fraca	Muito Fraca	Vegetação densa - floresta
2 - Fraca	Muito Fraca Fraca	Vegetação rasteira - campo
3 - Média	Muito Fraca Fraca Média	Uso agrícola
4 - Forte	Fraca Média Forte	Urbanização
5 - Muito Forte	Forte Muito Forte	Urbanização em morfologia de morros, com depósitos de colúvios e declividades acentuadas

Org. NASCIMENTO, M. D. do, 2009.

Nesse sentido, observa-se (Tabelas 1 e 2) que a fragilidade ambiental compreendida entre as classes média e muito forte passam de 59,3%, considerando a fragilidade potencial, para 79,2% da área, considerando a fragilidade emergente. Esse resultado indica que a maior parte da

área é formada por unidades ecodinâmicas instáveis, nas quais o equilíbrio natural pode ser afetado, tendo em vista as modificações antrópicas na paisagem, o que leva a algumas considerações.

As áreas com predomínio de uso agrícola, fragilidade emergente média, setor norte da R. A. Nordeste, na entressafra, principalmente na estação do inverno, em função das baixas temperaturas, ficam com solos expostos. A falta de cobertura vegetal desses solos torna-os mais suscetíveis à erosão. Além dessa vulnerabilidade à erosão, os solos que não apresentam cobertura vegetal possuem uma capacidade menor de absorção da água da chuva, o que contribui para um maior escoamento superficial nesses locais, aumentando, assim, a erosão laminar.

Nas áreas de urbanização consolidada, com elevada densidade populacional, o solo já se encontra totalmente impermeabilizado, com a presença de vegetação restrita aos quintais das casas. Por esse motivo, é atribuído a esses locais o grau de fragilidade emergente forte.

A expansão urbana em locais inadequados, como próximo ao leito do arroio Vacacaí Mirim, contribui para uma fragilidade emergente forte nesse local, uma vez que são responsáveis pela poluição e assoreamento do arroio. Isso se dá em função dos depósitos de lixo em suas margens e o despejo de esgoto a céu aberto, que são transportados, em ocorrência de chuvas, diretamente para o leito do arroio.

As ocupações em locais com declividades acentuadas, acima dos 20%, como em torno do morro Cechela, Vila Bela Vista, no Bairro Itararé e na Vila Bilibio, no Bairro Km3 é, também, um fator muito preocupante, pois essa urbanização desordenada e não planejada contribui para elevar a fragilidade ambiental emergente da área para forte e muito forte, causando desequilíbrio ambiental.

Em trabalho de campo realizado nesses locais, foi possível constatar cortes de aterro, sem proteção alguma, para construção de moradias de baixo padrão, bem como muros abaulados e rachados, nas residências, sinais de movimentos no relevo. Também foram identificadas árvores com raízes expostas, sinais de perda de solo por erosão laminar e árvores inclinadas, sinais de movimentos de rastejos no local. Além desses fatores há o agravante da grande quantidade de lixo e esgoto a céu aberto presentes, principalmente, na ocupação do morro Cechela, onde, tanto o esgoto cloacal quanto a água servida e o lixo são lançados diretamente nas águas da barragem, ocasionando contaminação da água que abastece parte da cidade. Como esses locais estão em porções mais elevadas do relevo, por ocasião da chuva, o lixo e o esgoto são transportados diretamente para o leito do arroio Vacacaí Mirim, contribuindo com a contaminação e o assoreamento deste.

Nos locais de fragilidade ambiental emergente fraca e muito fraca, embora não apresentem problemas ambientais imediatos, medidas de con-

trole e proteção são indispensáveis para que estas não passem, futuramente, para uma fragilidade ambiental emergente forte ou muito forte.

4. Considerações finais e recomendações

A fragilidade ambiental se relaciona tanto com a dinâmica dos elementos naturais, como com o modo que o homem se utiliza desses elementos. Ao realizar uma pesquisa com a finalidade de diagnosticar os diversos níveis de fragilidade ambiental natural ou modificada pelas ações antrópicas, é invariavelmente necessário o estudo, tanto dos elementos da natureza como dos elementos inseridos pelo homem, os quais compõem o ambiente, bem como o entendimento dos processos e da dinâmica destes, de forma integral e sistêmica. Da mesma maneira, é preciso considerar a dinâmica de ocupação do local, considerando que esta é, em muitos casos, determinante para o equilíbrio ou desequilíbrio ambiental.

Assim sendo, a partir dos resultados obtidos, pode-se dizer que, em relação à fragilidade ambiental potencial, a R. A. Nordeste é estável, porém apresenta instabilidade potencial de forte a muito forte na maioria de sua área, visto que as declividades são acentuadas e há a presença de solos pouco ou mediantemente profundos, com potencial restrito de uso para construções urbanas, devido às limitações de profundidade e de drenagem.

No entanto, considerando a fragilidade ambiental emergente, na qual se insere o elemento antrópico, ocorrem algumas mudanças no comportamento ambiental da R. A. Nordeste, tendo em vista que o uso da terra é predominantemente urbano, presentes, sobretudo a sul e sudoeste da área, e a cobertura vegetal é de florestas, presentes, essencialmente no topo dos morros, sudeste, leste e norte da área de estudo.

Levando em consideração, então, a fragilidade ambiental emergente, os resultados indicam que a maior parte da área é formada por unidades ecodinâmicas instáveis, em que o equilíbrio natural pode ser afetado tendo em vista as modificações antrópicas na paisagem.

Dessa forma, diante dos resultados obtidos e, com a finalidade de um melhor ordenamento do espaço municipal urbano de Santa Maria, de modo a redistribuir os benefícios gerados pelo processo de urbanização e, ao mesmo tempo, preservar a qualidade do meio ambiente, confere-se as seguintes manifestações, como recomendações e diretrizes de ações para a R. A. Nordeste da sede do município de Santa Maria – RS:

- condicionamento da expansão da cidade à capacidade de oferta de infraestrutura e à preservação ambiental;
- restrição do adensamento da área da bacia hidrográfica do arroio Vacacaí Mirim;
- formação de novas centralidades complementares ao uso

residencial em locais de baixa fragilidade potencial;

- controle da instalação de empreendimentos e atividades urbanas que possam causar impacto sobre o ambiente do local estudado;

- articulação com órgãos estaduais e federais para controle e monitoramento das atividades humanas desenvolvidas na R. A. Nordeste que possam gerar impactos ambientais negativos;

- conter a ocupação urbana na direção norte e nordeste da R. A. Nordeste;

- estabelecer critérios específicos para a ocupação em áreas de fragilidade ambiental potencial fraca e muito fraca;

- conter a expansão urbana e a ocupação do homem em locais considerados de fragilidade ambiental potencial forte a muito forte;

- definir critérios de adensamento, uso e ocupação diferenciados, de acordo com as distinções de fragilidade de cada área.

O estudo e mapeamento da fragilidade ambiental da R. A. Nordeste tem o intuito de contribuir para o conhecimento da realidade ambiental da área e, nesse sentido, auxiliar na implantação de políticas públicas mais consistentes com a sua realidade, à medida que apresenta os locais de menor e maior grau de fragilidade ambiental dessa região.

A classificação em graus de fragilidade do ambiente natural contribui para subsidiar os responsáveis pelas políticas de ocupação territorial e exploração dos recursos naturais, no planejamento urbano adequado.

5. Bibliografia

- CHRISTFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: **Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. 2. ed. São Paulo: Hucitec-Anpur, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA – IBGE - SIDRA. **Pesquisa Municipal**. 2009. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 de Agosto 2009.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. **Solos do Perímetro Urbano de Santa Maria: características, classificação e potencial de uso**. 1. ed. Santa Maria: Orium, 2008. v. 1. 143 p.
- PINHEIRO, A. do C.. Levantamento e análise do processo de ocupação irregular do solo urbano nos últimos 30 anos (1970-2000) em Santa Maria-RS. **Trabalho de Graduação**. Santa Maria: UFSM/Curso de Geografia, março de 2002.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei complementar municipal N. 042 de 29 de dezembro de 2006: cria unidades urbanas, altera a divisão urbana de Santa Maria, dá nova denominação aos bairros e revoga a Lei Municipal nº 2770/86, de 02-07-86, Artigos 2º a 25 e dá outras providências**.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Mapa Informativo de Santa Maria**. 41ª Edição, Escala 1:25.000, 2007.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**; n.8, p. 63 - 74. São Paulo, USP, 1994.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 7, p. 291-336.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005. 85 p. (Repensando a Geografia).
- TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

Submetido em : 5/outubro/2010

Aceito em: 19/julho/2010

