

Determinação do índice de risco da bacia hidrográfica do rio vacacaí mirim com o uso de indicadores de perigo e vulnerabilidade

Determination of index risk of river basin vacacaí-mirim with the use of indicators of danger and vulnerability

*Pedro Daniel da Cunha Kemerich¹; Sergio Roberto Martins ²; Masato Kobyama³;
Willian Fernando de Borba⁴; Luciana Gregory Ritter⁴*

¹Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria/CESNORS

²Professor Visitante Nacional Senior/CAPES da Universidade Federal da Fronteira Sul. Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental PPGEA/UFSC

³Professor Associado III da Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA/UFSC

⁴Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/CESNORS

Resumo

Com o aumento dos níveis de contaminação dos recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, surgem alternativas que visam estabelecer metodologias empregadas na estimativa da vulnerabilidade natural a contaminação que o aquífero apresenta. O perigo pode ser definido como uma ameaça potencial para o ser humano e seu bem-estar. Já o elemento risco é definido como probabilidade em que ocorrências prejudiciais, sendo elas econômicas, sociais ou ambientais, resultante de interações entre os perigos naturais e os sistemas humanos. O presente estudo tem por objetivo determinar risco, perigo e a vulnerabilidade à contaminação na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Para a determinação da vulnerabilidade foi utilizada a metodologia GOD (Groundwaterhydraulicconfinement Overlayingstrata Depthto-groundwatertable). O risco foi considerado como sendo o produto do perigo estimado pela vulnerabilidade, o perigo foi obtido através da razão do Índice de Potencial Poluidor da Indústria pelo Índice de Desenvolvimento Socioeconômico. Para os municípios constituintes da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, os índices socioeconômicos (renda, saúde, condições de domicílios e saneamento e educação) variaram de baixo a alto. Com relação à vulnerabilidade a contaminação, os valores variaram de insignificante a extremo, os valores de Perigo e Risco variaram de Baixo/nulo a muito alto. O perigo variou de baixo a muito alto, já o risco variou entre baixo/nulo e muito alto.

Palavras Chave:

Abstract

With the increasing of pollution levels of water resources, whether it surface or underground, With the increasing levels of pollution of water resources, whether surface or underground, appear alternative that aim to establish methodologies used in estimating the natural vulnerability to contamination that aquifer presents. The hazard can be defined as a potential threat to humans and their welfare. Since the risk element can be the probability in which harmful occurrences, and they are economic, social or environmental, resulting from interactions between natural hazards and human systems. This study aim to determine risk, hazard and vulnerability to contamination in the river watershed Vacacaí-Mirim. To determine the vulnerability was used GOD methodology (Groundwaterhydraulicconfinement Overlayingstrata Depthto-groundwatertable). The risk was considered to be the product of the hazard estimated by vulnerability, the danger was obtained by reason of the Index of Potential Polluters of the Industry by Socioeconomic Development Index. For municipalities constituents of River watershed Vacacaí-Mirim, the socioeconomics index (income, health, and sanitation conditions of households and education) ranged from low to high. Regarding vulnerability to contamination, the values ranged from insignificant to extreme, values of Hazard and Risk ranged from Low / zero to very high. The danger ranged from low to very high, since the risk ranged between low / zero and very high.

Keywords:

INTRODUÇÃO

Segundo Rosa et al. (2004), bacia hidrográfica é uma área topograficamente definida pela drenagem de um canal fluvial ou por um sistema de canais fluviais conectados, de tal forma que toda água drenada nesse espaço tenha uma única saída (Ferreira et al., 2009).

A vulnerabilidade natural ou intrínseca nos aquíferos pode ser definida, conforme Ribeira (2004), como uma série de atributos ou características do mesmo que são o solo, a zona não saturada, os parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, que controlam a aptidão do aquífero para fazer frente a um impacto indeterminado e sua capacidade de auto-restauração.

Perigo, segundo Smith (1996) pode ser definido como uma ameaça potencial para o ser humano e seu bem-estar. Já o elemento risco é a probabilidade em que ocorrências prejudiciais, sendo elas econômicas, sociais ou ambientais, resultante de interações entre os perigos naturais e os sistemas humanos (UNDP, 2004). Com relação a vulnerabilidade à contaminação, Kemerich et al. (2010) dizem que de um modo geral, o termo vulnerabilidade é entendido como sendo a susceptibilidade do aquífero à contaminação.

O desenvolvimento de metodologias e análises formais que permitam mensurar e qualificar os diferentes graus de vulnerabilidade é apontado como crucial nesse processo, visto que estas possibilitam a identificação precisa das áreas de maior risco e vulnerabilidade, complementando a informação qualitativa advinda da experiência acumulada nos órgãos de defesa civil (BRAGA, GIVISIEZ e OLIVEIRA, 2006).

A contaminação dos aquíferos tem se tornado um dos problemas mais preocupantes nas questões de gestão dos recursos hídricos subterrâneos, visto que são considerados reservatórios estratégicos para a humanidade (Cutrim & Campos, 2010). Sendo assim, é imprescindível um estudo sob as condições naturais as quais o aquífero esta submetido.

Uma bacia hidrográfica pode abranger diversos municípios ou cidades, que apresentem características distintas seja nas atividades desenvolvidas em seu território como agricultura, pecuária, produção industrial, dentre outros. Os municípios também podem apresentar discrepâncias em termos de qualidade no saneamento ambiental, possuindo ou não tratamento adequado para água e esgoto. Somam-se a esses fatores uma série de outros índices relacionados à população existente na bacia, dentre os quais destacam-se: a

educação, renda, saneamento e saúde. Tais índices podem afetar o perigo, o risco e a vulnerabilidade do meio ambiente na área de abrangência da bacia hidrográfica. Dessa maneira a compreensão destes índices, bem como o estudo do Risco, Perigo e Vulnerabilidade é indispensável para a proposição de ações mitigadoras ou compensatórias de impactos ambientais, facilitando a gestão territorial em áreas mais susceptíveis à contaminação ambiental.

Com base no exposto acima o presente trabalho tem como objetivo determinar o perigo, o risco e a vulnerabilidade à contaminação na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim está localizada na parte central do Estado do Rio Grande do Sul, entre as latitudes de 29° 36' 55"S e 29° 39' 50"S e longitudes de 53° 46' 30"W e 53° 49' 29"W, abrangendo uma área total de 1145,7 Km² (Casagrande, 2004). Está inserida em três grandes compartimentos geomorfológicos, com características morfológicas e geológicas distintas: Região do Planalto, do Rebordo do Planalto e da Depressão Central ou Periférica. Na Região do Planalto é onde se localizam suas nascentes, à altitude entre 300 e 480 m e é formada pelo vulcanismo da Bacia do Paraná, ocorrido no Mesozóico, com a presença de basaltos e arenitos "intertraps". A região é caracterizada pela presença de um relevo ondulado e suavemente ondulado, resultante do trabalho de dissecação fluvial na superfície do Planalto. A drenagem tem padrão dendrítico, com vales em V ou de fundo plano. A figura 1 ilustra a localização da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.

A área do Rebordo do Planalto localiza-se na transição entre o Planalto e a Depressão Central. A sua topografia caracteriza-se por ser formada por escarpas abruptas, drenagem fluindo no sentido da Depressão Central e padrão dendrítico, com presença marcante de vales em V. A área da Depressão Central ou Periférica é constituída por rochas sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraná, que datam do Paleozóico e Mesozóico (Triássico), encobertas, localmente, por sedimentos cenozóicos e recentes (planícies aluviais). Na região da Depressão Central a topografia é mais ou menos plana e suavemente ondulado, com morros de forma arredondada (Casagrande, 2004).

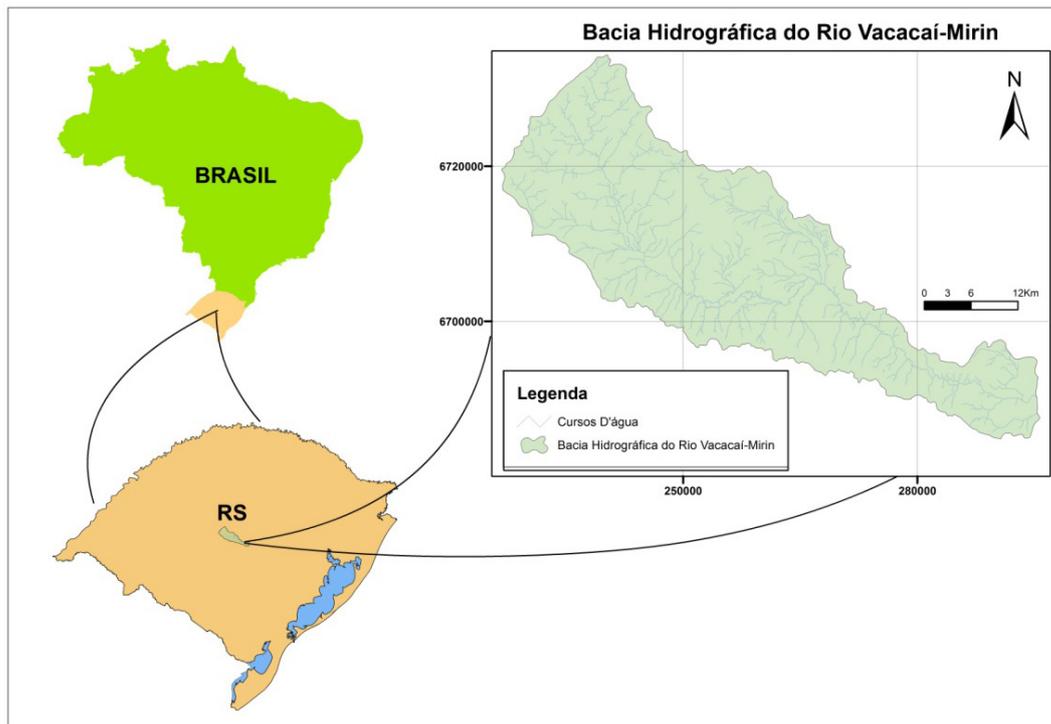


Figura 1: Área da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, 2010

Índice de Risco

O risco é uma função da vulnerabilidade e do perigo. A vulnerabilidade foi determinada na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim através da metodologia GOD (Foster, Hirata e Rocha, 2003). O perigo foi determinado a partir do Perigo Estimado. A partir da relação entres estes dois parâmetros obteve-se, conforme a equação 1, o Índice de Risco (IR) (produto entre o perigo estimado – PE e o índice de vulnerabilidade – IV) para cada setor censitário, ondeou seja:

$$IR = PE \cdot IV \quad (1)$$

Para uniformizar as unidades, todas as variáveis foram escalonadas de 0 a 1, sendo 0 o valor mínimo de cada variável e 1 o valor máximo, o mesmo utilizado por Marcelino et al. (2006), conforme equação abaixo, (equação 2):

$$V_{\text{escalonado}} = \frac{V_{\text{observado}} - V_{\text{mínimo}}}{V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}}} \quad (2)$$

Depois de escalonado, o Risco foi agrupado em quatro classes, da mesma forma que Goerl, Kobiyama e Pellein (2012): sendo elas classificadas como baixo, médio e alto e muito alto, definidas pelo desvio quartílico, que segundo Ramos e Sanchez (2000), dividem a série de dados em quatro

grupos, com igual número de ocorrências, cada um compreendendo 25% do total de valores. Desta forma, o fatiamento é definido quantitativamente, excluindo a subjetividade no processo de definição do limiar de corte. Esta etapa de escalonamento e classificação pelo desvio quartílico foi baseada em Marcelino *et al.* (2006).

Indicador de Perigo

O perigo estimado (PE) foi calculado para cada município através da expressão (equação 3):

$$PE = \frac{Inpp - Inpp - I}{IDESE \cdot IDESE} \quad (3)$$

Onde:

Inpp-I é o Índice de Potencial Poluidor da Indústria; e IDESE é o Índice de Desenvolvimento Sócio Econômico.

Determinação do índice de potencial poluidor da indústria - Inpp-I

Para a determinação dos parâmetros abaixo foi utilizado à base de dados disponível no site da Fundação de Economia e Estatística (FEE) do estado do Rio Grande do Sul, descrita por Martins e Oliveira (2005). Sendo assim, fez-se necessária

a mensuração do tamanho da indústria, através do Índice do Valor Adicionado Bruto da Indústria (IVAB-Indústria), o qual é calculado como um número-índice tradicional com base igual ao valor do VAB do estado do Rio Grande do Sul em 2002, como mostra a expressão abaixo (equação 4):

$$IVAB-Indústria_{i,t} = \frac{VAB-Indústria_{i,t}}{VAB-Indústria_{RS,2002}} \quad (4)$$

Onde:

IVAB – Indústria i,t é o índice do Valor Adicionado Bruto da Indústria da unidade geográfica i no tempo t ;

VAB - Indústria i,t é o Valor Adicionado Bruto da Indústria da unidade geográfica i no tempo t ;

VAB – Indústria RS,2001 é o Valor Adicionado Bruto da Indústria do estado do Rio Grande do Sul no ano de 2002.

Assim, o Inpp-I foi obtido combinando-se o Indapp-Indústria com o IVAB-Indústria. Ou seja, construiu-se um índice que computasse, de forma conjunta, o tamanho da indústria com o nível de dependência das atividades industriais potencialmente poluidoras de uma determinada unidade geográfica. Esse cômputo consistiu no produto dos dois índices mencionados acima, da mesma forma utilizada por Gullo (2010) demonstrado na equação (5) a seguir:

$$Inpp-Indústria_{i,t} = Indapp-Indústria_{i,t} \times IVAB-Indústria_{i,t} \quad (5)$$

Onde:

Inpp-Indústria i,t é o Índice de Potencial Poluidor da Indústria da unidade geográfica i no Tempo t ;

Indapp-Indústria i,t é o Índice de Dependência do Potencial Poluidor da Indústria da unidade geográfica i no tempo t ;

e IVAB-Indústria i,t é o índice do Valor Adicionado Bruto da Indústria da unidade geográfica i no tempo t .

Assim, obteve-se de fato, uma medida do “tamanho” do potencial poluidor das atividades econômicas da indústria por unidade geográfica.

Determinação do índice de desenvolvimento sócio econômico – Idese

O Idese é calculado a partir de quatro blocos: Renda, Saneamento e Domicílios, Saúde e Educação. O bloco Saneamento e Domicílios é a novidade do Idese em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Ao todo, são 12 indicadores que compõem o Índice. Esses indicadores são divididos em seus respectivos blocos. A tabela 1 apresenta os pesos de cada indicador nos respectivos blocos, os limites usados para transformar cada indicador em índice e, por fim, a fonte dos indicadores.

A transformação dos indicadores que compõem o Idese em índice é dada através da expressão abaixo (6), utilizada por Wink Júnior et al. (2012):

$$I_{x,j,t} = \frac{y_{x,j,t} - LI_x}{LS_x - LI_x} \quad (6)$$

Onde:

$I_{x,j,t}$ é o índice do indicador x da unidade geográfica j no tempo t ;

$y_{x,j,t}$ é o indicador x da unidade geográfica j no tempo t ;

LI_x é o limite inferior do indicador x ; e

LS_x é o limite superior do indicador x .

Zuanazzi & Wink Júnior (2011) dizem que uma unidade geográfica que apresente um determinado indicador igual ou maior que o limite superior terá, portanto, índice 1 para esse indicador. O mesmo raciocínio vale para uma unidade geográfica com indicador igual ou menor que o limite inferior, atribuindo-lhe índice 0. O mesmo autor afirma que o peso de cada indicador dentro de cada bloco é predeterminado, e o índice final é calculado a partir de uma média aritmética entre os blocos. Utilizando padrões internacionais do IDH, define-se a classificação da unidade geográfica em três níveis:

a) 0 - 0,499 representa baixo nível de desenvolvimento;

b) 0,5 - 0,799 representa nível de desenvolvimento mediano; e,

c) 0,8 – 1 representa alto nível de desenvolvimento.

TABELA 1 - Pesos e blocos de indicadores constituintes do Idese.

BLOCOS	INDICADORES	PESO NO BLOCO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	FONTE DOS DADOS BRUTOS
Educação	Taxa de abandono do ensino fundamental	0,25	100%	0%	Edudata do INEP; Ministério da Educação
	Taxa de reprovação no ensino fundamental	0,20	100%	0%	Edudata do INEP; Ministério da Educação
	Taxa de atendimento ao ensino médio	0,20	0	100%	Censo Demográfico 2000 do IBGE; Edudata do INEP; Ministério da Educação; FEE
	Taxa de analfabetismo de pessoas de 15 anos ou mais	0,35	100%	0%	Censo Demográfico 2000 e PNAD do IBGE
Renda	Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (PIB pc)	0,50	100 (\$ ppp)	40000 (\$ ppp)	FEE
	Valor Adicionado Bruto <i>per capita</i> (VABpc) do comércio, alojamento e alimentação	0,50	11,22 (\$ ppp)	4486,64 (\$ ppp)	FEE
Saneamento e Domicílios	Percentual de domicílios abastecidos com água: rede geral de esgoto ou pluvial	0,50	0%	100%	Censo Demográfico 2000
	Percentual de domicílios atendidos com esgoto sanitário: rede geral de esgoto ou pluvial	0,40	0%	100%	Censo Demográfico 2000
	Média de moradores por domicílios	0,10	6 moradores	1 morador	Censo Demográfico 2000 e PNAD do IBGE; FEE

Continua...

TABELA 1 - Continuação...

Saúde	Percentual de Crianças com baixo peso ao nascer	0,33	30%	4%	DATASUS do Ministério da Educação
	Taxa de mortalidade de menores de cinco anos	0,33	316 por mil	4 por mil	DATASUS do Ministério da Educação
	Esperança de vida ao nascer	0,33	25 anos	85 anos	IDHM 2000 do PNDU, IPEA e Fundação João Pinheiro

Fonte: FEE (2005).

Determinação da vulnerabilidade do aquífero à contaminação

A metodologia “GOD” (G – groundwaterhydraulicconfinement; O – overlayingstrata; D – depthtgroundwatertable), elaborada por Foster, Hirata e Rocha (2003), correspondente a: G – Grau de confinamento hidráulico da água subterrânea/aquífero; O – Ocorrência de estratos

de cobertura; D – Distância/Profundidade até o lençol freático,foi a metodologia utilizada para a definição dos índices de vulnerabilidade das diferentes áreas. A estimativa do índice de vulnerabilidade “GOD” seguiu as etapas ilustradas conforme a Figura 2.

Inicialmente identificou-se o grau de confinamento hidráulico do aquífero, atribuindo-lhe

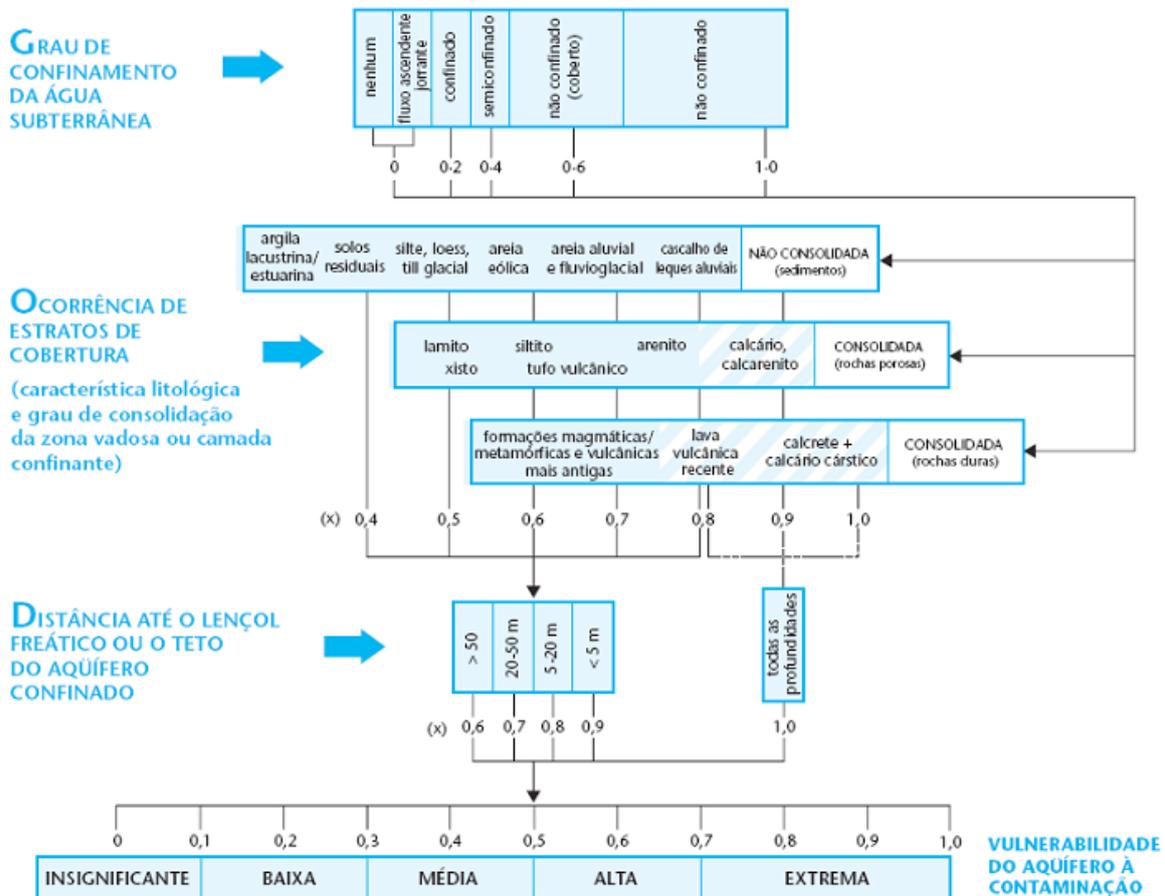


Figura 2: Sistema GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero.

Fonte: Foster et al. (2003).

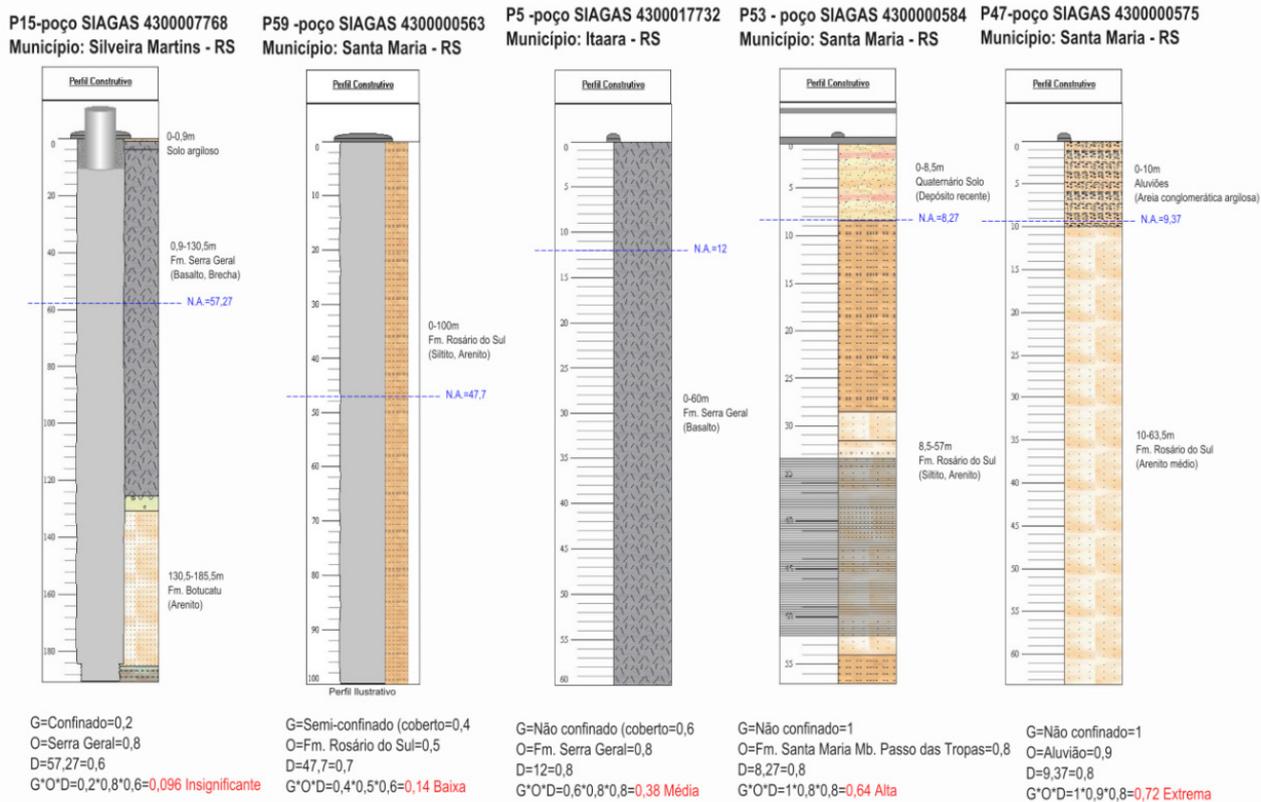


Figura 3: Exemplos de aplicação do Sistema GOD em poços com diferentes índices de vulnerabilidades.

um índice entre 0,0 a 1,0. Foram considerados aquíferos confinados com nota 0,2, e os semi-confinados nota 0,4.

Foram especificadas as características do substrato que recobre a zona saturada do aquífero em termos de: (a) grau de consolidação e (b) litologia, assinalando um índice a este parâmetro em uma escala de 0,4 a 1,0. Considerou-se distância ou profundidade ao nível da água (em aquíferos não confinados) ou profundidade do teto da camada do primeiro aquífero confinado, assinalando um índice a este parâmetro em uma escala de 0,6 a 1,0.

O índice final integrado da avaliação de vulnerabilidade do aquífero à contaminação “GOD” é o produto dos valores obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (insignificante) até 1,0 (extrema).

A figura 3 ilustra exemplos dos cálculos para diferentes índices de vulnerabilidade do aquífero a contaminação através do método GOD referente às captações em estudo. Sendo P15 correspondente ao poço SIAGAS número 4300007768. Este poço apresentou vulnerabilidade insignificante (nota GOD = 0,096), por outro lado, o P47 corresponde ao poço SIAGAS número 4300000575 obteve índice de vulnerabilidade extrema, com

nota GOD = 0,72.

Para espacialização dos dados e construção dos mapas de vulnerabilidade em coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) foi utilizado o programa Surfer 9. Utilizou-se o Datum Horizontal SAD-69 e Datum Vertical o Porto de Imbituba-SC, inseridos no fuso 22 que apresenta como meridiano central 51° a oeste de Greenwich. Utilizou-se a krigagem como método de interpolação matemática, que melhor ajustou-se aos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice condições de domicílio e Saneamento

A Figura 4 ilustra o Índice Condições de Domicílio e Saneamento nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

Para o índice condições de domicílios e saneamento, os valores variaram de 0,286 (município de Itaara no ano de 2002) a 0,725 (município de Santa Maria no ano de 2006) com média de $0,422 \pm 0,001$. Os municípios de Itaara, Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine apresentaram níveis classificados como baixo índice condições de domicílio e saneamento.

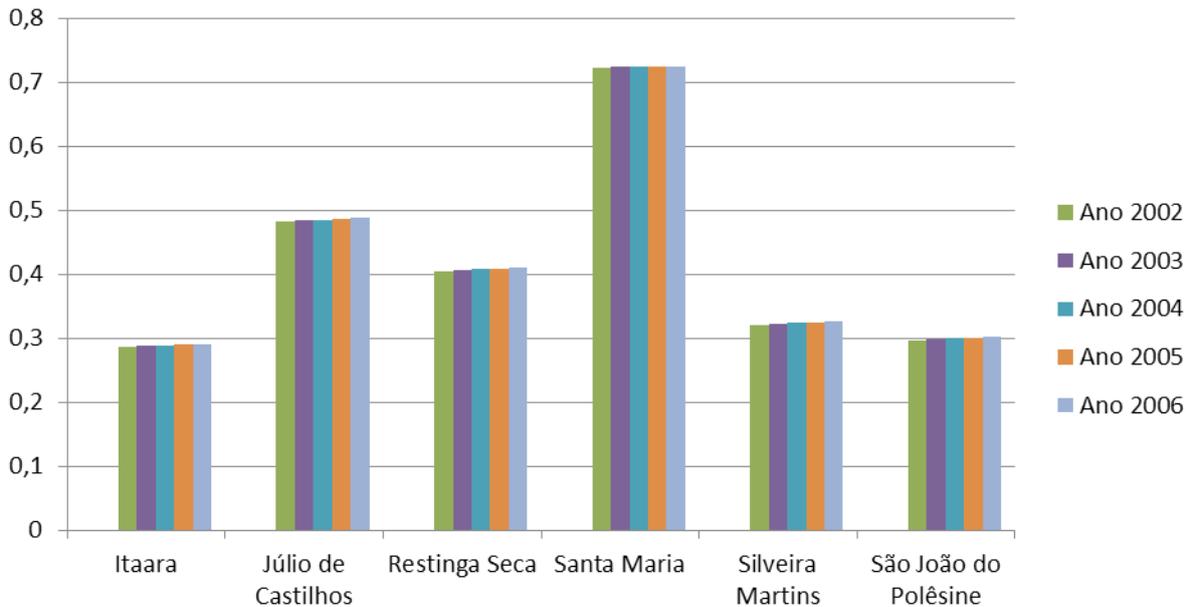


Figura 4: Índice Condições de Domicílio e Saneamento entre os anos de 2000 a 2006 na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

amento (valores entre 0 e 0,499), já o município de Santa Maria apresentou um mediano nível de desenvolvimento (valores entre 0,5 e 0,799).

Corvalán (2004) define saúde ambiental como sendo os aspectos da saúde humana e das enfermidades que são determinados por fatores ambientais. De acordo com a Funasa (2006), a Organização Mundial da Saúde (OMS) conceitua saúde ambiental como a parte da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do homem que podem exercer alguma influência sobre a saúde e o bem-estar. Desta forma, a conservação e a proteção do meio ambiente assumem papel decisório nas medidas relativas à promoção da saúde nas populações.

A infraestrutura sanitária deficiente desempenha uma nítida interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, nos quais as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade (DANIEL, 2001). A prevalência dessas doenças constitui um forte indicativo da fragilidade dos sistemas públicos de saneamento.

Prüss et al. (2002) estimaram que a diarreia é responsável por 4,3% dos anos de vida perdidos ou com incapacitação (DALY) no mundo e que 88% desta carga de doenças é atribuída ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e higiene inadequados. A maior concentração dessa carga recai em crianças dos países em desenvolvimento com condições impróprias de saneamento.

Índice educação

A figura 5 ilustra o Índice Educação nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

Os índices de Educação variaram de 0,792 (município de Itaara em 2005) a 0,875 (município de Santa Maria em 2003), com média de $0,837 \pm 0,007$. Na área em estudo, o município de Itaara apresentou índices de educação tidos como medianos, nos anos de 2004, 2005 e 2006, onde os valores ficaram entre 0,5-0,799. Nos demais municípios o índice foi classificado como de alto nível (valores entre 0,8 e 1).

Para Kornhauser (2001), a educação é o cimento da construção do desenvolvimento humano sustentável. É preciso elaborar estratégias e programas de educação relacionados com o ambiente, no qual haja uma abrangência, tanto no ensino escolar como na educação informal, que adote a perspectiva da educação permanente a ser desenvolvida pelos poderes públicos, pelo setor produtivo, pelo comércio e pelas comunidades locais.

Percebe-se cada vez mais que os professores são as peças fundamentais no processo de conscientização da sociedade sobre os problemas ambientais, pois buscam desenvolver em seus alunos hábitos e atitudes sadias de conservação ambiental e respeito à natureza, transformando-os em cidadãos conscientes e comprometidos com o futuro do país.

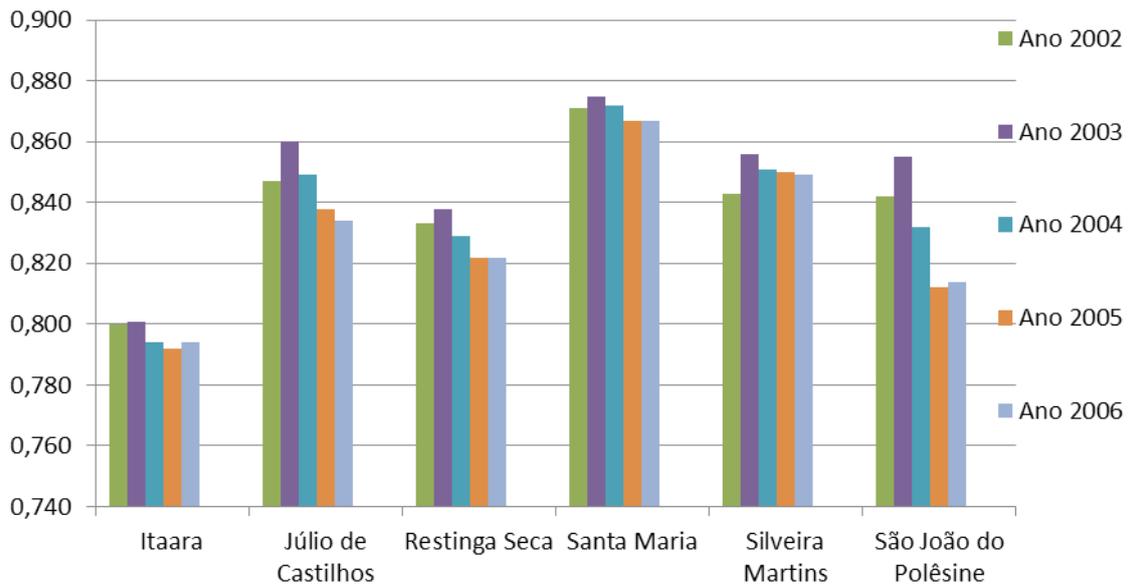


Figura 5: Índice Educação entre os anos de 2000 a 2006 na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

Índice saúde

A figura 6 ilustra o Índice Saúde nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

Os valores do índice Saúde variaram de 0,817 (município de Júlio de Castilhos em 2002) a 0,846 (município de Júlio de Castilhos em 2005), com média de $0,855 \pm 0,008$. Nesse índice, todos os municípios apresentaram valores classificados como altos (valores entre 0,8 e 1) no período analisado.

Todos os municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim apresentam o índice saúde considerado alto no período de 2000 a 2006, destacando-se como um ponto positivo, uma vez que as condições de saúde dos aglomerados humanos vêm sendo cada vez mais analisadas em função de progressão ou redução do desenvolvimento.

Sabe-se, já há muitos anos, que as populações mais pobres têm maior probabilidade de adoecer, perpetuando-se assim as condições de

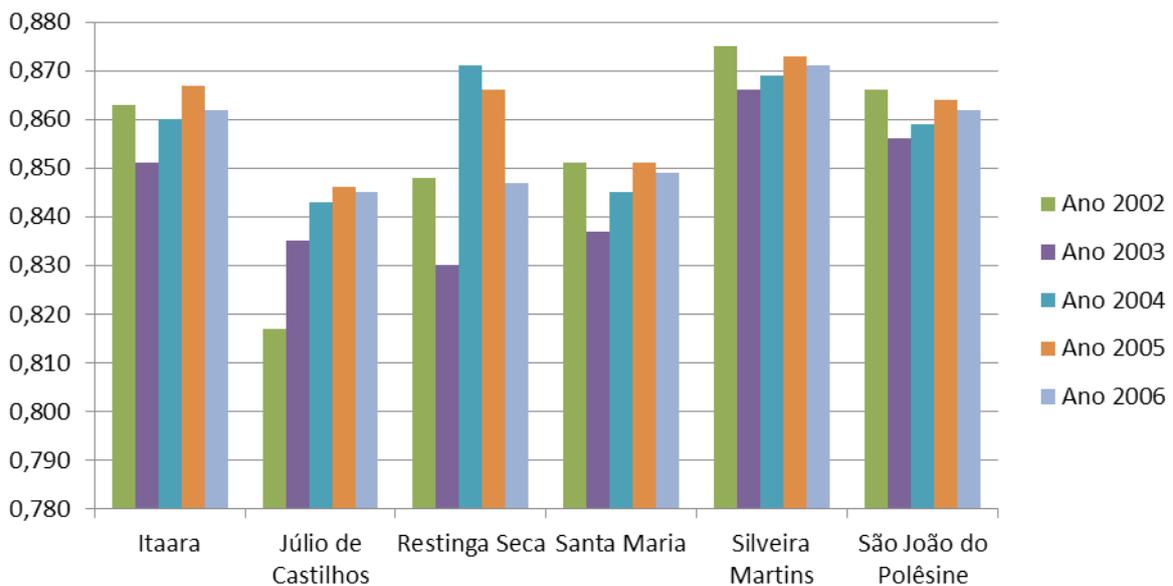


Figura 6: Índice Saúde entre os anos 2000 a 2006 na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

subdesenvolvimento. Há algumas evidências de que as manutenções de indicadores de saúde desfavoráveis e de iniquidades nas condições de vida podem comprometer o desenvolvimento, e que os benefícios na área da saúde podem favorecer o desenvolvimento, assim como uma melhor distribuição dos benefícios de um processo de desenvolvimento, que também podem acarretar na diminuição da pobreza e melhorar a saúde das populações (WHO, 2002).

Índice Renda

A figura 7 ilustra o Índice Renda entre os anos 2000 e 2006 nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

O índice de Renda variou de 0,542 (município de Itaara em 2005) a 0,814 (município de Júlio de Castilhos em 2003), com média de $0,661 \pm 0,019$. Entre os anos de 2002 a 2006, os municípios de Itaara, Restinga Seca, Silveira Martins, São João do Polêsine e Júlio de Castilhos, apresentaram um nível mediano no quesito renda (valores variando de 0,5 a 0,799), já o município de Santa Maria apresentou valores altos de renda (valores entre 0,8 e 1), o mesmo ocorreu com na cidade de Júlio de Castilhos no ano de 2003.

Muitos problemas ambientais vêm da pobreza, contribuindo para uma espiral descendente em que a pobreza exacerba a degradação ambiental e a degradação ambiental exacerba a pobreza. Nas áreas rurais pobres, por exemplo, há ligações entre elevada mortalidade infantil, elevada fertilidade, elevado crescimento populacional e

extensa devastação das florestas, na medida em que os produtores rurais derrubam florestas para lenha e nova terra arável (Sincomcam, 2011).

Dada esta cadeia de causalidade, as políticas que reduzem a mortalidade infantil podem ajudar o ambiente, reduzindo o crescimento populacional e as pressões demográficas sobre ecossistemas frágeis. Abundam outros exemplos de pobreza que contribuem para a degradação ambiental. Assim, reduzir a pobreza pode desempenhar um papel central na proteção ambiental (Sincomcam, 2011).

Agravar as condições ambientais, incluindo o esgotamento de recursos naturais e a degradação de ecossistemas e dos seus serviços, atinge mais diretamente a classe de menor poder aquisitivo, que em alguns casos são obrigadas a migrarem para terras marginais mais propensas à degradação (SincomCam, 2011).

Existem diversas razões para que os pobres rurais estejam localizados em áreas degradadas, além da causada pela pressão do crescimento populacional (LEONARD, 1989). Contudo, o fato de que uma proporção substancial da população pobre viva em ambientes degradados não demonstra por si só, que a pobreza causa degradação ambiental (PRAKASH, 1997).

Nos aglomerados urbanos as ocupações informais pelas famílias de baixa renda constituem atualmente o nicho da pobreza na ecologia da cidade, e grande parte dos pobres urbanos nos países do Terceiro Mundo não tem outra opção senão a de conviver com os riscos. O autor afirma, ainda, que o crescimento da urbanização informal

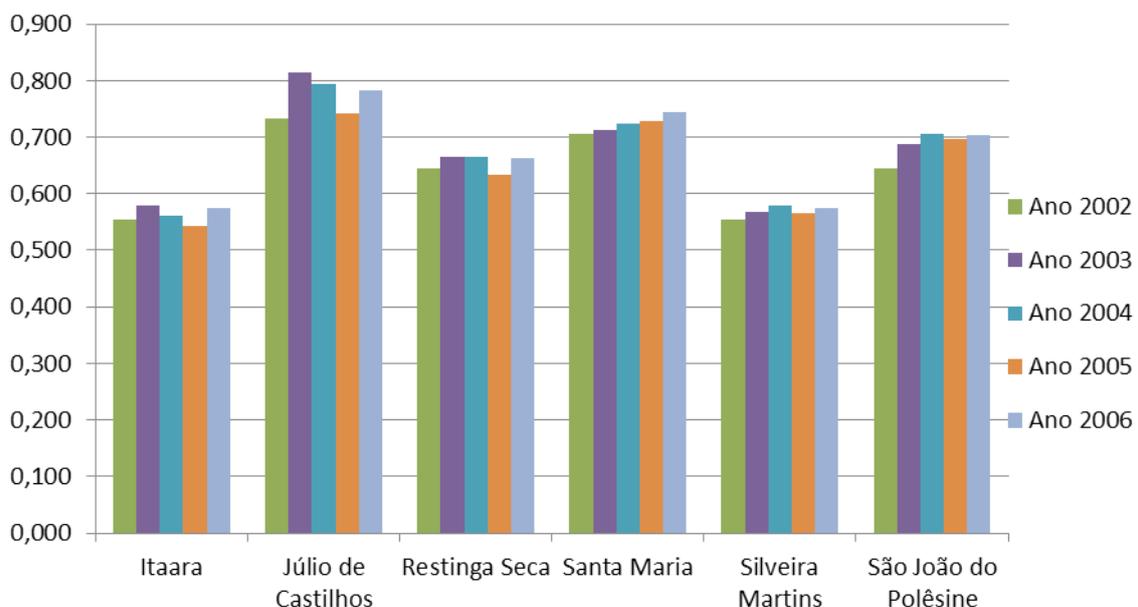


Figura 7: Índice Renda entre os anos 2000 a 2006 na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim

nas últimas décadas multiplicou por dez ou mais vezes a probabilidade inerente de desastres nos ambientes urbanos, ampliando assim os riscos a que estão sujeitos à população residente (DAVIS, 2006).

Índice de desenvolvimento sócio econômico – Idese

Segundo a FEE (2005), o Idese é um índice sintético, inspirado no IDH (índice de desenvolvimento humano), que abrange um conjunto amplo de indicadores sociais e econômicos, classificados em quatro blocos temáticos: educação, renda, saneamento e domicílios e saúde. Tem por objetivo mensurar e acompanhar o nível de desenvolvimento do Estado, de seus municípios e dos Coredes, informando a sociedade e orientando os governos (municipais e estaduais) nas suas políticas socioeconômicas. Este índice varia de 0 a 1 e, assim como o IDH, permite que se classifique o Estado, os municípios ou os Coredes em três níveis de desenvolvimento: baixo (índices até 0,499), médio (entre 0,500 e 0,799) ou alto (maiores ou iguais a 0,800).

A figura 8 apresenta o Índice de Desenvolvimento Sócio Econômico – IDESE para os municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.

O parâmetro IDESE no ano 2002, apresenta o município de Santa Maria com o maior valor (0,788) e Itaara como o município com menor

índice de desenvolvimento na Bacia Hidrográfica (0,626), dessa maneira todos os municípios apresentaram níveis de desenvolvimento considerados médios. Itaara, Santa Maria e Restinga Seca apresentaram o menor aumento no índice de desenvolvimento (0,001) já Silveira Martins teve o maior aumento no índice entre os seis municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (0,005).

Júlio de Castilhos teve o maior aumento (0,029) no IDESE entre os seis municípios da Bacia Hidrográfica para o ano de 2003. Santa Maria apresentou regressão de 0,001 no IDESE passando para 0,787.

Itaara e Júlio de Castilhos tiveram redução no índice de desenvolvimento no ano de 2004 (-0,004 e -0,005), São João do Polêsine não apresentou aumento no IDESE e Restinga Seca teve o maior aumento (0,009).

O IDESE para o ano de 2005 aponta um decréscimo em relação ao ano anterior nos municípios de Júlio de Castilhos (-0,015), Restinga Seca (-0,011), São João do Polesine (-0,006) e Silveira Martins (-0,002), para o referido ano apenas Santa Maria apresenta um aumento de 0,002 no índice.

No ano de 2006 todos os municípios apresentaram aumento no índice de desenvolvimento comparado com o ano de 2005, sendo o menor aumento registrado para o município de Silveira Martins (0,001) e o maior aumento em Júlio de Castilhos (0,009).

A variação nos seis municípios da Bacia

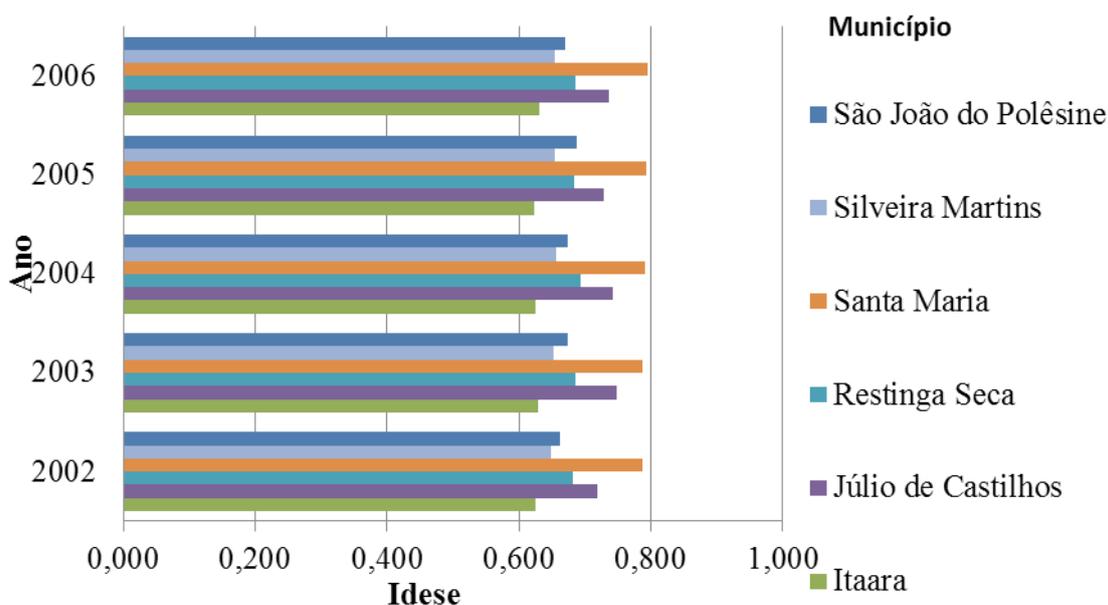


Figura 8: Variação do Idese no período entre os anos de 2002 a 2006

TABELA 2 - Variação do Idese e média no período de 2000 a 2006.

Município	Variação do Idese (2002 a 2006)	Média Idese (2002 a 2006)
Itaara	0,008	0,627
Júlio de Castilhos	0,029	0,735
Restinga Seca	0,012	0,686
Santa Maria	0,009	0,791
Silveira Martins	0,007	0,653
São João do Polêsine	0,026	0,674

Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim nos seis anos de avaliação do IDESE (2000 a 2006) e a média nesse mesmo período é apresentado na tabela 2.

No período de 2002 a 2006 todos os municípios apresentaram aumento nos índice de desenvolvimento, o município com maior aumento foi Júlio de Castilhos com 0,029 e o menor aumento ocorreu no município de Silveira Martins (0,007).

Os valores médios do Idese na Bacia Hidrográfica variaram entre 0,627 (Itaara) e 0,791 (Santa Maria). Desse modo, todos os municípios nos seis anos de avaliação do IDESE apresentaram índices de desenvolvimento classificados como médio (entre 0,500 e 0,799).

Cabe destacar os baixos valores dos indicadores: Condições de Domicílio e Saneamento e Renda foram responsáveis pelos resultados do Idese nos municípios de Itaara, Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine. Santa Maria apresentou valores considerados baixos apenas no indicador Renda.

Perigo e Risco

Variação do potencial poluidor nas atividades nos Municípios constituintes da bacia

hidrográfica

A variação do potencial poluidor das atividades econômicas desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, pode ser visualizado na figura 9.

Itaara apresentou acréscimo no percentual de atividades consideradas de baixo potencial poluidor no período de 2002 a 2006, variando entre 6,02 e 26,46%, também ocorreu acréscimo das atividades consideradas de médio potencial poluidor no período de 2002 (4,45%) a 2005 (11,32%), com leve queda no ano de 2006 (7,76%). Em decorrência de um aumento nas atividades com potencial poluidor considerado baixo ou médio. As atividades com potencial poluidor alto apresentaram um decréscimo de 2002 a 2006, passando de 89,53% para 65,78%.

Júlio de Castilhos apresenta a maioria de suas atividades classificadas como de alto potencial poluidor, sendo que entre 2002 e 2006, estas atividades apresentaram valores variando entre 66,67 e 76,25%. Destacam-se também para o município as atividades de médio potencial poluidor, estas variando entre 23,4 e 33,15% no período de 2002 a 2006. As atividades consideradas menos impactan-

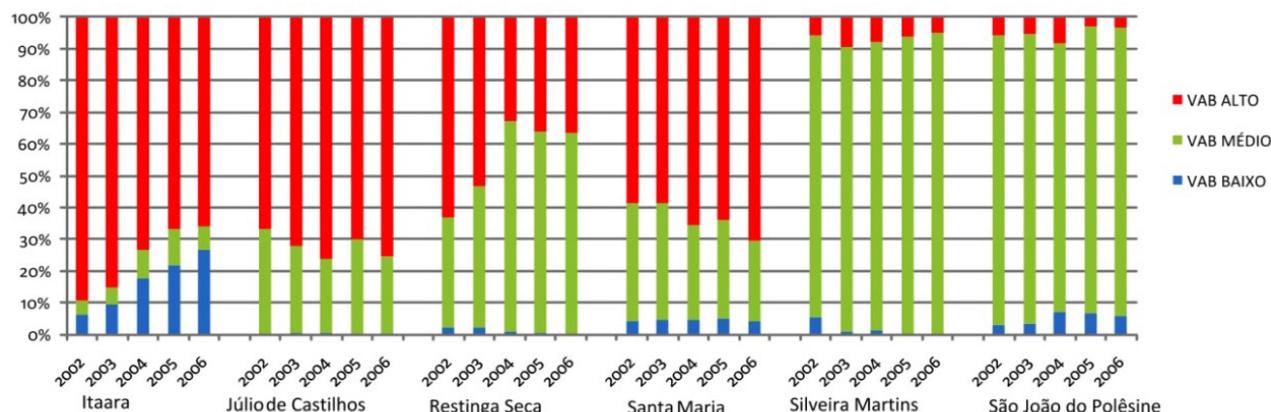


Figura 9: Variação do percentual de atividades com potencial poluidor baixo, médio e alto nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim no período de 2002 a 2006.

tes do ponto de vista ambiental apresentam no mesmo período uma variação entre 0,14 e 0,35%.

O município de Restinga Seca apresenta significativa redução no percentual de atividades classificadas como de alto potencial poluidor, sendo que no período de 2002 a 2006 os valores variaram entre 63,15 e 32,75%. Com relação às atividades de médio potencial poluidor, estas passaram de 34,78% em 2002 para 63,54% em 2006. A existência de atividades classificadas como de baixo potencial poluidor também apresentaram decréscimo, variando de 2,07 em 2002 para 0,17 em 2006.

No período de 2002 a 2006 Santa Maria, apresentou predominância na existência de atividades com potencial poluidor considerado alto, variando entre 58,52% e 70,37%. No mesmo período as atividades com potencial poluidor médio decaíram de 37,3% para 25,53%. Já a existência de atividades consideradas de baixo potencial poluidor manteve-se praticamente constantes registrando a maior ocorrência em 2005 (4,91%) e a menor no ano de 2006 (4,10%).

Silveira Martins destaca-se por apresentar a maioria das atividades classificadas como de médio potencial poluidor, variando entre 88,98% em 2006 e 95,20% em 2006. As atividades de baixo potencial poluidor, apresentaram queda no período de 2002 a 2006, passando de 5,14% (2002) para 0% em 2006. O município apresentou queda na representatividade de atividades consideradas de alto potencial poluidor, variando entre 9,47% (2003) para 4,8% (2006).

As atividades desenvolvidas no município de São João do Polêsine apresentam-se em maior proporção classificadas como de médio potencial poluidor, embora tenham sofrido redução no período em estudo, variando de 91,71% em 2002 e 91,03% em 2006.

Outra redução foi apresentada pelas atividades de alto potencial poluidor que passaram de 8,29% (2004) para 3,36% (2006). Em contrapartida houve um acréscimo no período de 2002 a 2006 nas atividades de baixo potencial poluidor, de 2,7% para 5,61%.

Índice de Potencial Poluidor da Indústria - Inpp-I

Martins e Oliveira (2005) dizem que o Inpp-I surgiu para suprir algumas lacunas deixadas por outros parâmetros. Dessa forma, fez-se necessário a mensuração do tamanho da indústria, através do Índice do Valor Adicionado Bruto da Indústria (IVAB-I). Assim, o Inpp-I foi obtido combinando-se o Indapp-I com o IVAB-I. Ou seja, construiu-se um índice que computasse, de forma conjunta, o tamanho da indústria com o nível de dependência das atividades industriais potencialmente poluidoras de uma determinada unidade geográfica, obtendo-se de fato, uma medida do “tamanho” do potencial poluidor das atividades econômicas da indústria por unidade geográfica.

A figura 10 ilustra o Índice de Potencial Poluidor da Indústria nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Mirim.

Em Itaara o Inpp-I variou de 0,008 a 0,012,

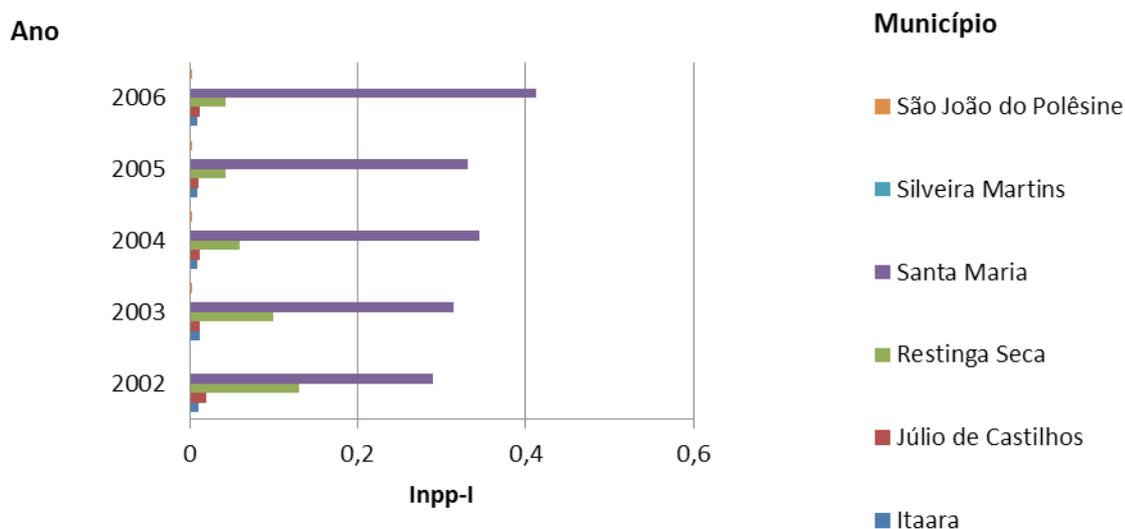


Figura 10: Variação do Inpp-I no período entre os anos de 2002 a 2006

sendo que nesse período o valor médio foi de $0,009 \pm 0,001$. Júlio de Castilhos apresentou média de $0,012 \pm 0,004$ no período de 2002 a 2006, variando entre 0,01 e 0,02.

O Inpp-I em Restinga Seca variou de 0,042 a 0,130 sendo o valor médio $0,070 \pm 0,030$. Santa Maria apresenta nos anos de 2002 a 2006 os valores de Inpp-I variando entre 0,29 e 0,412, o valor médio foi de $0,338 \pm 0,045$.

O Inpp-I em Silveira Martins variou entre 0 e 0,001 sendo o valor médio $0,0008 \pm 0,0004$. São João apresentou o Inpp-I variando entre 0 a 0,003 com valor médio de $0,001 \pm 0,001$.

Santa Maria apresentou o maior valor médio no período de 2002 a 2006 para o Inpp-I de 0,338 demonstrando assim ser o município da Bacia Hidrográfica com o maior nível de dependência das atividades industriais potencialmente poluidoras.

Nesses indicadores, ressalta-se que não corre a medição da carga poluidora de fato, mas sim de uma adoção da classificação utilizadas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM), para fins de licenciamento ambiental, classificando quanto ao potencial de risco ambiental, as 281 classes da indústria de transformação e extrativa que constam da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2007). A classificação do potencial poluidor das atividades reflete o comportamento mediano quanto ao risco de comprometimento com a preservação do ambiente.

A classificação do potencial poluidor usada no licenciamento das atividades industriais tem origem em estudo de Perrit (1981), que fornece, de forma qualitativa, a potencialidade poluidora segundo cinco parâmetros de poluição hídrica e de poluição atmosférica relativos às diferentes tipologias industriais do IBGE, pressupondo-se que cada tipo apresenta uma produção média e tecnologia convencional. Para cada parâmetro, foram atribuídos pesos, de acordo com seus efeitos nocivos ao meio ambiente, e, a seguir, valores em função das características do ramo industrial, obtendo-se, ao final, as classificações qualitativas de potencial poluidor hídrico e atmosférico (Martins e Oliveira, 2008).

Posteriormente, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM, uniu essas duas classificações, inserindo também um terceiro elemento, relativo aos efeitos dos resíduos sólidos, e associando, a cada atividade econômica, um grau de potencial poluidor (alto, médio ou baixo). Essa

junção foi feita tomando-se, predominantemente, uma posição conservadora, ao se agregar, em apenas uma potencialidade, as potencialidades poluidoras hídrica, atmosférica e de resíduos sólidos (Martins e Oliveira, 2008).

Vulnerabilidade natural à contaminação dos recursos hídricos subterrâneos

O Índice de Vulnerabilidade na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim variou entre 0 e 0,81, sendo o valor médio de $0,56 \pm 0,17$, sendo que a vulnerabilidade variou de Insignificante a Extrema, conforme ilustra figura 11.

Da área total da Bacia Hidrográfica (1153,77 km²), 14,245 km² (1,23%) foram classificados como área de vulnerabilidade insignificante, 58,099 km² (5,03%) situam-se em área de vulnerabilidade baixa, 284,16 km² (24,62%) encontram-se em área com vulnerabilidade considerada média, 718,50 km² (62,24%) situam-se em áreas com alta vulnerabilidade e 78,76 km² (6,82%) foram classificados como de vulnerabilidade extrema.

De um modo geral, o termo vulnerabilidade é compreendido como sendo a suscetibilidade do aquífero à contaminação. Segundo Ribeira (2004) a vulnerabilidade natural se costuma calcular e expressar em termos hidrogeológicos, como por exemplo, a profundidade do nível freático, a permeabilidade, etc. Entretanto a vulnerabilidade específica da água subterrânea costuma-se expressar em termos de riscos frente a um determinado impacto.

A avaliação da vulnerabilidade tem sido reconhecida por sua capacidade de delinear áreas mais susceptíveis que outras de se tornarem contaminadas, como resultado de atividades antrópicas na superfície do solo. O mapeamento da avaliação da vulnerabilidade mostra as parcelas de uma área geográfica e as características determinantes que são mais ou menos vulneráveis a um tipo particular de estressor que frequentemente ainda não começou a ser exercido (Lahr e Kooisrea, 2010; Gonçalves e Koppe, 2011).

Segundo Foster, Hirata e Rocha (1988), uma caracterização aproximada da ideia de risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície. Isso significa que se pode ter uma situação de alta vulnerabilidade, porém, sem risco de contaminação se não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa. A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com a vulnerabilidade natural, que é uma

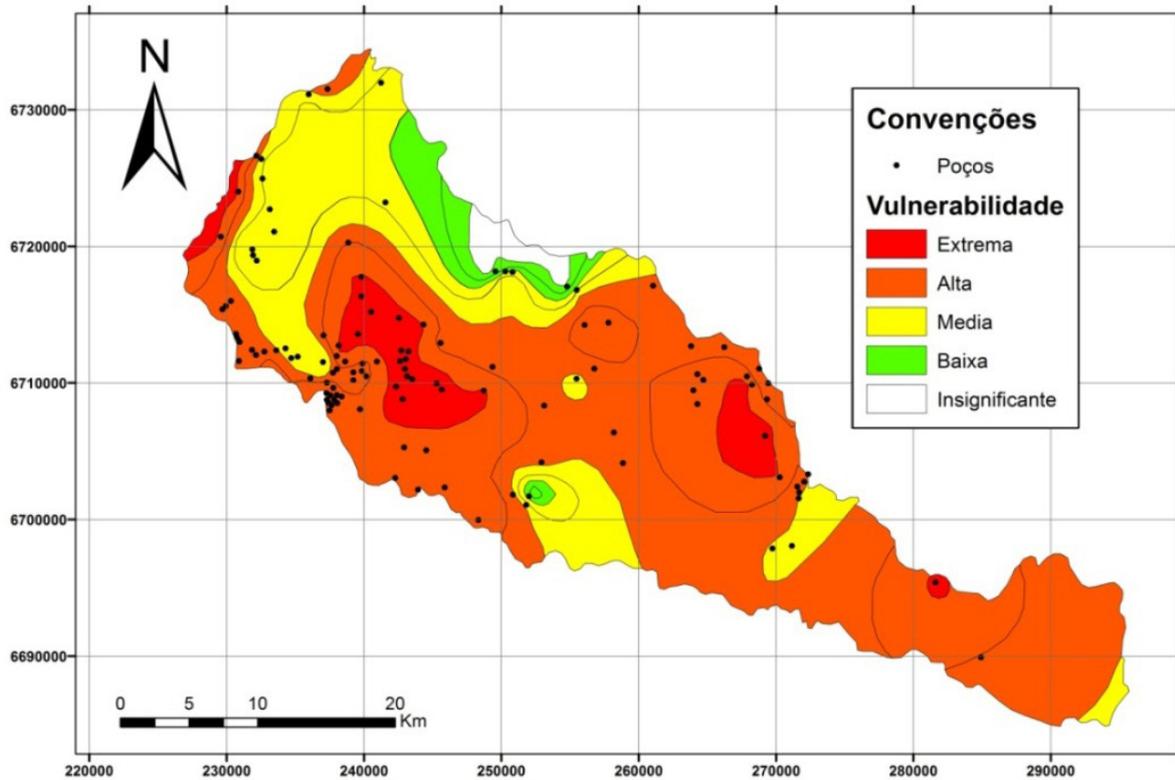


Figura 11: Vulnerabilidade natural à contaminação na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.

propriedade intrínseca do aquífero. Sendo assim, a vulnerabilidade significa a maior suscetibilidade de um aquífero de ser adversamente afetado por uma carga contaminante imposta.

Perigo

No período de 2002 a 2006, o perigo nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim variou entre 0 (Silveira Martins) e 1 (Santa Maria), sendo que o valor médio foi $0,220 \pm 0,393$. A figura 12 ilustra o perigo nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica, sendo que os maiores valores encontram-se nas regiões Sudoeste e Central (Município de Santa Maria) e a Noroeste (Itaara) onde o perigo foi considerado Muito Alto e Médio respectivamente. Os municípios de Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine apresentaram o Perigo considerado Baixo.

O perigo de contaminação, segundo Milek (2011), pode ser relacionado com o uso do solo. Assim, dentro deste contexto, áreas com pouca interferência das ações antrópicas apresentam um potencial baixo de contaminação. Da mesma forma, atividades intensas e com grandes impac-

tos representam um alto perigo de contaminação.

Pode-se constatar que mesmo Santa Maria apresentando o maior Idese, seu risco é o maior dos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim, isto deve-se ao fato de seu Inpp-I ser elevado, quando comparado as outras cidades. No que diz respeito à Itaara que apresenta o Perigo considerado médio, esta apresenta o Inpp-I baixo, porém apresenta a pior Idese entre todos os municípios o que causou um aumento no perigo.

Risco

A figura 13 ilustra o Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.

O Risco existente na Bacia Hidrográfica concentra-se nas porções Oeste, Noroeste e Central (Municípios de Santa Maria e Itaara), enquanto que a classificação Baixo/Nulo encontra-se distribuída nas regiões Norte, Leste e Sudeste, compreendendo os municípios de Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine.

Os valores do risco variaram entre 0 e 0,810 e a média foi de $0,340 \pm 0,290$ caracterizando uma variação do risco entre Baixo/Nulo a Muito Alto. O município de Santa Maria apresentou o risco

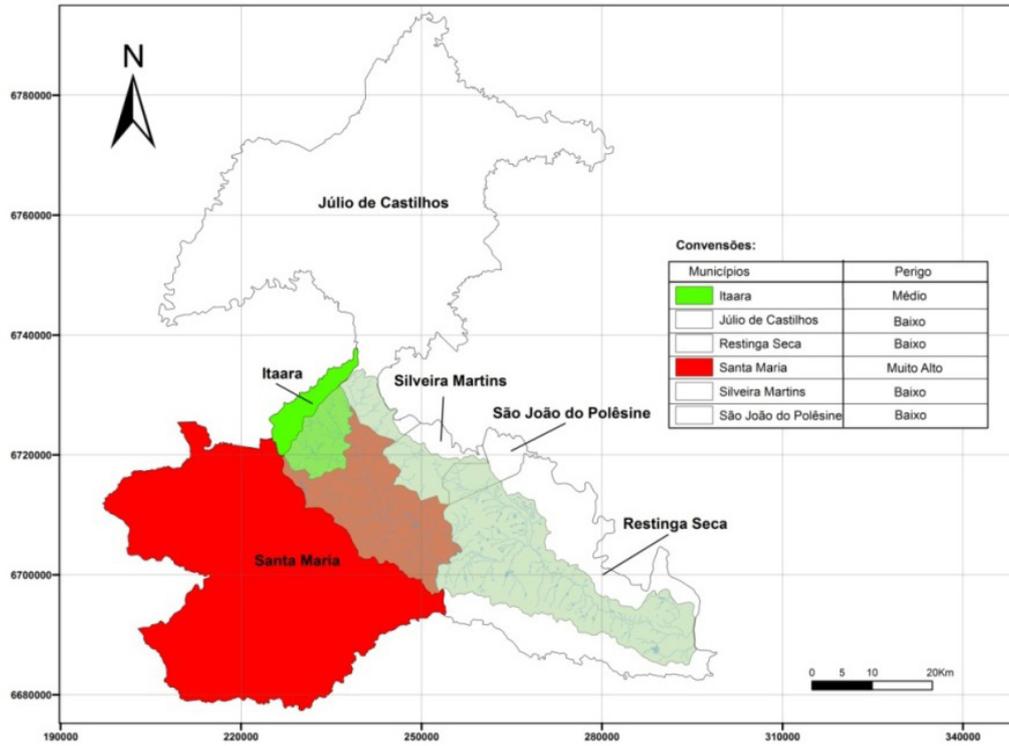


Figura 12: Classificação do Perigo na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim

variando entre 0 e 0,810 (Risco variando de Baixo/Nulo a Muito Alto) e média de $0,578 \pm 0,224$. Em Itaara o índice variou entre 0,035 a 0,135 (Risco Baixo/Nulo), apresentando o valor médio de $0,106 \pm 0,040$. Restinga Seca apresentou os valores entre 0,120 a 0,490 (Risco variando de Baixo/Nulo a

Médio) com média de $0,187 \pm 0,087$.

Júlio de Castilhos apresentou o risco 0,010 (Baixo/Nulo) enquanto que São João do Polésine e Silveira Martins apresentaram valores de risco classificados como Baixo/Nulo uma vez que o valor encontrado para os municípios foi 0 (zero).

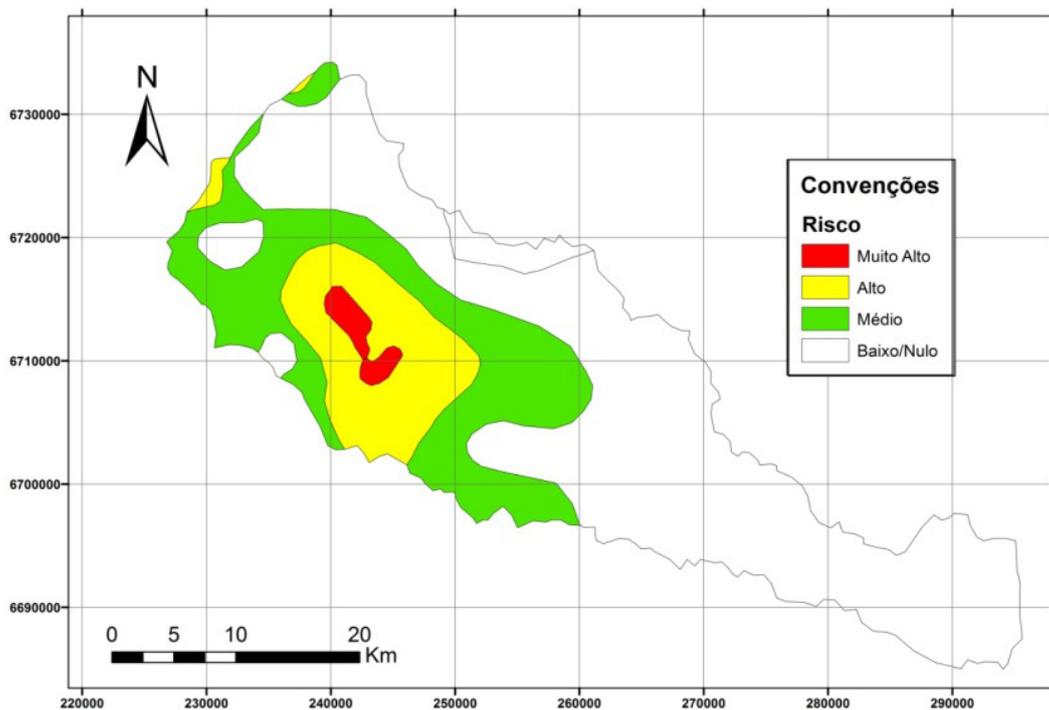


Figura 13: Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim

O risco de poluição pode ser descrito como a soma de variáveis relacionadas ao perigo com situações de vulnerabilidade. No contexto da água subterrânea, o risco é uma situação que determina o potencial de poluição do lençol freático. Assim, podem existir cenários onde existe um alto grau de perigo, mas com um risco de poluição mínimo devido às condições de baixa vulnerabilidade (MILEK, 2011). Segundo esse mesmo autor, a determinação do risco de contaminação pode ser estratégica, uma vez que pode ser útil no sentido de se tomar ações necessárias que evitem a contaminação de fato. Dessa forma a obtenção do grau de risco é determinante no conceito de gestão territorial no que concerne ao bom uso dos recursos hídricos.

CONCLUSÕES

O potencial poluidor da indústria – Innpp-I no período de 2002 a 2006 todos os municípios apresentaram um potencial poluidor considerado baixo.

As condições de domicílio e saneamento nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, com a exceção de Santa Maria não se apresentam em condições satisfatórias em todo o período de avaliação. No período de avaliação, todos os municípios apresentam valores no que se refere ao índice educação, assim como no índice saúde, sendo estes na maioria níveis medianos e altos.

O Idese entre os anos de 2002 a 2006 apresenta aumento em todos os municípios constituintes da bacia hidrográfica, porém todos os municípios foram classificados como médios (entre 0,500 e 0,799).

A vulnerabilidade determinada com o uso da metodologia GOD, variou entre insignificante a extrema.

O perigo em Julio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine foi classificado como baixo. Itaara teve o perigo classificado como médio e Santa Maria como muito alto.

O risco na Bacia Hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, variou entre baixo/nulo e muito alto, sendo que os maiores valores encontram-se nas porções Oeste, Noroeste e Central (municípios de Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine).

REFERÊNCIAS

- BRAGA, T.; GIVISIEZ, G. N.; OLIVEIRA, E. L. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. In: **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v.20, p. 32-43, 2006.
- CASAGRANDE, L. **Avaliação Do Parâmetro de Propagação de Sedimentos do Modelo De Williams (1975) na Bacia do Rio Vacacaí-Mirim Com o Auxílio de Técnicas de Geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- CORVALÁN, C. **Processos de toma de decisões em Saúde Ambiental**. Brasília: World Health Organization, 2004.
- CUTRIM, A. O.; CAMPOS, J. E. G. Avaliação Da Vulnerabilidade E Perigo À Contaminação Do Aquífero Furnas Na Cidade De Rondonópolis (MT) Com Aplicação Dos Métodos GOD e POSH. In: **Revista Geociências**, São Paulo v.29, p. 401-411, 2010.
- DANIEL, L. A. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro: Rima/ABES, 2001.
- DAVIS, M. **Planeta favela**. São Paulo: Boitempo, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.
- FERREIRA, A. B.; SILVESTRE, K. B.; LEITE, E. F.; ROSA, R.; FILHO, W. P. **análise do meio físico da sub-bacia do rio Vacacaí-Mirim RS/ Brasil** Rev. Geogr. Acadêmica v.3, n.2. p. 28-34, 2009.
- FOSTER, S.; HIRATA, R. C.; ROCHA, G. A. **Riscos de poluição de águas subterrâneas; uma proposta de avaliação regional**. São Paulo: ABAS, 1988.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Protección de la calidad del agua subterránea. Guia para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales**. Edición en español. 115p. 2003.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Programa de cooperação técnica**. Brasília: Funasa, 2006.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. Dados sobre os municípios. Disponível em: <www.fee.tche.br>. Acesso em 7 Julh de 2012.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLEIN, J. R. G. M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: Estudo de caso do município de Rio Negrinho - SC. In: **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

GONÇALVES, L.; KOPPE, J. C. C. L. Vulnerabilidade natural e avaliação de risco de contaminação dos sistemas de aquíferos nas áreas degradadas pela extração de carvão no município de Siderópolis-SC. IN: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, 2011, Gramado, **Anais...** Gramado, 2011.

GULLO, M. C. R. **Valoração Econômica Dos Recursos Naturais: Uma Aplicação Para o Setor Industrial de Caxias do Sul**. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

KEMERICH, P. D. da C.; DESCOVI FILHO, L. V.; [UCKER, F. E.](#); FOLETTO, C. V. Influência Dos Cemitérios Na Contaminação Da Água Subterrânea Em Santa Maria - RS. In: **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 24, p. 129-141, 2010.

KORNHAUSER, A. **Criar oportunidades. Educação, um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez, 2001.

LAHR, J.; KOOISTRA, L. Environmental risk mapping of pollutants: State of the art and communication aspects. In: **Science of the Total Environment**, v.408, p.3899-3907, 2010.

LEONARD, J. **Environment and the Poor: Development Strategies for a Common agenda**. New Brunswick (USA) and Oxford (UK): Transaction Books, 1989.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. In: **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.7, p. 72-84, 2006.

MARTINS, C. H. B.; OLIVEIRA, N. Indicadores de sustentabilidade: a necessária integração das dimensões social, econômica e ambiental. In: VI ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2005, Brasília,

Anais... Brasília, 2005.

MARTINS, C. H. B.; OLIVEIRA, N. Desenvolvimento sustentável e sistemas de informação: indicadores do potencial poluidor da indústria gaúcha. In: **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 36, p. 99-114, 2008.

MILEK, C. B. **Avaliação Do Risco De Contaminação Da Água Subterrânea Em Uma Área Urbana Do Aquífero Carste Em Almirante Tamandaré**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de recursos hídricos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PERRITI, R. **Crerios ambientais para o zoneamento industrial**. Porto Alegre: FEE, 1981.

PRAKASC, S. **Poverty and Environment linkagens in Mountains and Uplands: Reflections on the "Poverty trap" thesis**. CREED: Working paper, 1997.

PRÜSS, A.; KAY, D.; FEWTRELL, L.; BARTRAM, J.. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. In: **Environmental Health Perspectives**, v.110, p. 537-542, 2002.

RAMOS, C. da S.; SANCHEZ, M. C. Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática. In: **Revista Geografia**, v.5, p.23-52, 2000.

RIBEIRA, F. Calidad, contaminación y protección de acuíferos. In: III CURSO HISPANOAMERICANO DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA, 2004, Montevidéo, **Anais...** Montevidéo, 2004.

SEPLAN. **Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

SMITH, K. **Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster**. London: Routledge, 1996.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; LIMA, E. F.; SIQUEIRA, A. C.; MACEDO, D. Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciados da bacia do Rio Araguari – MG. Brasília: CNPq. p. 69 – 87, 2004.

ZUANAZZI, P. T.; WINK JUNIOR, M. V. Desempenho do índice de desenvolvimento socioeconômico gaúcho em 2008. In: **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre, v.39, p. 19-31, 2011.

SINCOM – Cam - Sindicato Do Comércio Patronal De Camaçari e Região. Políticas públicas para assegurar a sustentabilidade ambiental. Disponível em: < http://www.sincomcam.com.br/noticia_le.php?id=68>. Acesso em 23 Julh de 2012.

UNDP – United Nations Development Program.
Reducing disaster risk: a challenge for development. New York: UNDP, 2004.

WHO. **Health and Sustainable development: addressing the issues and challenges.** Genebra: WHO, 2002.

WINK JUNIOR, M. V.; OLIVEIRA, L. L. S.; MARTINS, C. H. B.; MATTOS, E. J. de. Índice de Desenvolvimento Socioeconômico e pobreza extrema: um cenário para os municípios gaúchos. In: VI ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 2012, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre, 2012.