

RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA - SUDESTE DA BAHIA/BRASIL

Antonio Fábio Reis Figueirêdo¹
Neylor Alves Calasans²

Resumo: Com o objetivo de orientar o plano de manejo da bacia hidrográfica do rio Colônia, foi gerado um mapa de risco de salinização de solos. Considerando-se que o processo de salinização é resultado da interação de diversos fatores, o referido mapa foi gerado tendo como base mapas de clima, solos, condutividade elétrica da água, malha hídrica, declividade e cobertura vegetal. Todos os mapas foram gerados no ArcView 3.2a, que é um SIG (Sistema de Informações Geográficas), na escala de 1:500000, com resolução espacial de 30 metros. Para a definição dos pesos dos critérios, foi utilizada a técnica de análise multicritério AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Foram geradas quatro classes de risco de salinização de solos, onde 9,62% da área da bacia hidrográfica do rio Colônia corresponde à classe de baixo risco de salinização, 35,53% a médio risco de salinização, 39,86% a alto risco de salinização e 14,99% da área da bacia corresponde a risco muito alto de salinização do solo.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, rio Colônia, risco de salinização, AHP

Abstract: In this work, a risk map soil salinization was generated to obtain information about Colonia river watershed management plan. The salinization process is a resulted of the interaction among several factors, the salinization soil map it was done based on climate, soils, river water electric conductivity, hydrological network, land slope and vegetative cover. All the maps were done with ArcView 3.2a, what is a SIG (Geographic Information System), in scale of 1:500000, with space resolution of 30 meters. The multicriteria analysis AHP (*Analytical Hierarchy Process*) was used to criteria's weights definition. Thus, were generated four classes of soil salinization risk, where 9.62% of the watershed area corresponds to low salinization risk class, 35.53% to medium risk, 39.86% to high risk and 14.99% to very high risk.

Key words: Watershed, Colonia river, salinization risk, AHP

¹ Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Santa Cruz – e-mail: figueiredo@uesc.br.

² Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Santa Cruz – e-mail: neylor@uesc.br.

1. INTRODUÇÃO

O solo como um sistema aberto, é dinâmico e está em constante interação com a atmosfera, a hidrosfera, a biosfera e a litosfera. Dependendo da intensidade como atuam estes fatores, os solos podem apresentar características diferenciadas, que definem as suas potencialidades de exploração pelo homem. De acordo com Machado (2002), o uso inadequado dos solos vem causando a perda gradual da sua capacidade produtiva.

A salinização do solo, que pode ser de origem natural ou causada pela ação antrópica, constitui um processo de degradação do solo que, de acordo com Oliveira (1997), em alguns casos é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas.

A noção de Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento para ocupação sócio-econômica e recuperação ambiental, é um conceito que vem se incorporando por diversos motivos ao cotidiano de especialistas, produtores e ambientalistas de todo o mundo (Pires et al, 2002). Para Faria (2000) a preservação e recuperação dos recursos naturais devem ser realizadas de maneira integrada, sendo a bacia hidrográfica a unidade ideal para a programação do uso e manejo dos recursos naturais.

A bacia hidrográfica do rio Colônia, objeto de estudo deste trabalho, constitui uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, localizada na região sudeste do Estado da Bahia. Apresenta como corpo d'água principal o rio Colônia, que tem importância fundamental para os municípios que drena, pois grande parte da população local retira dele o sustento de suas famílias. Portanto, é de salutar importância estudos direcionados ao o manejo adequado dos recursos naturais da referida bacia hidrográfica, visando à sua sustentabilidade.

De acordo com Valladares e Faria (2004), na definição do plano de manejo

de uma determinada área, torna-se importante a interpretação de inventários do meio físico, como por exemplo mapas de riscos, que devem ser adequados à realidade local, com objetivo de conservação dos recursos naturais.

Muito se sabe a respeito de ações potenciais de conservação dos recursos naturais, principalmente aqueles em crescente escassez. Entretanto, pouco tem sido feito no sentido de evitar, num futuro próximo, sérios problemas diante da limitação destes recursos. Sendo assim, todo e qualquer esforço direcionado à preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais deve ser avaliado para dar continuidade ao desenvolvimento econômico de forma sustentável, assegurando, desta forma, o bem estar da humanidade. Desta forma, o presente trabalho objetivou analisar, através da tecnologia SIG, o risco de salinização dos solos, da bacia hidrográfica do rio Colônia, visando subsidiar programas de manejo sustentável dos recursos naturais da região.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Colônia (BHRCol), que constitui uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, está localizada entre as coordenadas métricas 8299918 e 8353516; e 375681 e 455489, apresentando uma área de drenagem de aproximadamente 2.339 km² e perímetro de 323 km, com uma extensão do seu curso d'água principal de 137 km (Figura 1).

O rio Colônia tem suas nascentes no município de Itororó (na divisa com o município de Caatiba), na serra do Ouricana, em altitude na ordem de 720 m. A partir da confluência com o Rio Salgado, o Rio Colônia passa a receber a denominação de Rio Cachoeira até a sua foz no oceano Atlântico.

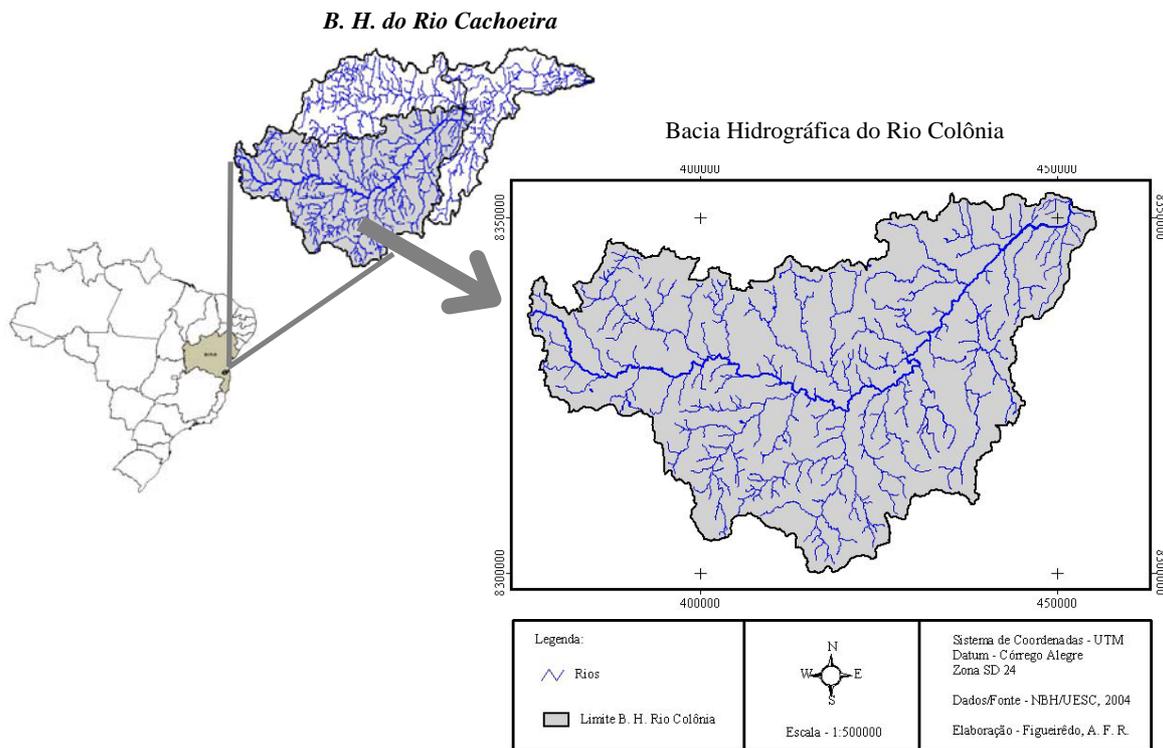


Figura 1 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Colônia

2.2 RISCO DE SALINIZAÇÃO

Para a determinação do risco de salinização dos solos foram dadas notas de risco de salinização a cada um dos critérios (clima, solo, condutividade elétrica da água, malha hídrica, declividade e cobertura vegetal), sendo, então, obtidos os mapas de risco de salinização referente a cada variável. As notas de risco de salinização variaram de 1 a 4, conforme Tabela 1. Ressalta-se que para atribuir as notas de risco de salinização de cada mapa foram consultados especialistas de cada área.

Posteriormente, atribuiu-se pesos a cada critério/mapa gerado, utilizando para esta etapa de metodologia multicritério, haja vista que os métodos mais utilizados no suporte à decisão são

os multicritério. As Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid - MCDA*) objetivam auxiliar analistas e decisores em situações nas quais há a necessidade de identificação de prioridades sobre a ótica de múltiplos critérios, o que ocorre normalmente, quando coexistem interesses em conflito (Gomes, 1999, *in* Prado, 2004).

Neste trabalho foi utilizada a técnica de avaliação multicritério denominada Processo Analítico Hierárquico – *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, desenvolvida por Saaty (1991). No ambiente SIG ArcView 3.2a os referidos mapas foram “cruzados”, sendo, então, gerado o mapa de risco de salinização para a bacia hidrográfica do rio Colônia.

Tabela 1 – Notas de risco de salinização e suas respectivas classificações

Nota de Risco de Salinização	Classificação do Risco de Salinização
1	Risco baixo
2	Risco médio
3	Risco alto
4	Risco muito alto

2.2.1 Clima

O mapa de risco de salinização, referente ao critério clima, foi elaborado a partir do índice de aridez, sendo utilizados os dados de precipitação total anual das estações/postos pluviométricos

(disponíveis na bacia) e de evapotranspiração potencial total anual da estação meteorológica de Itajú do Colônia. Na Tabela 2 são apresentados os índices de aridez obtidos na área da BHRCol e as respectivas notas de risco de salinização atribuídas.

Tabela 2 – Relação de estações/postos pluviométricos, precipitação média anual (P_{anual}), evapotranspiração potencial média anual da estação de Itajú do Colônia ($ETP_{\text{Itajú}}$), índice de aridez (Ia_{BACIA}) e as respectivas notas de risco de salinização (NRS)

Estação Meteorológica ou Posto Pluviométrico	P_{anual} (mm)	$ETP_{\text{Itajú}}$ (mm)	Ia_{BACIA}	NRS
Ibicaraí	1081,5	1185,2	0,91	2
Floresta Azul	882,1	1185,2	0,74	4
Santa Cruz da Vitória	824,3	1185,2	0,70	4
Itororó	931,6	1185,2	0,79	3
Itajú do Colônia	950,1	1185,2	0,80	3
Jussari	1210,5	1185,2	1,02	1

2.2.2 Solo

Os tipos de solos foram classificados em função dos dados de condutividade hidráulica saturada do perfil dos solos, obtidos a partir dos estudos realizados por Nacif (2000). Para

cada valor de condutividade hidráulica saturada (k_{sat}) foram atribuídos pesos respectivos, considerando que maiores valores de condutividade hidráulica significavam maiores taxas de infiltração e, conseqüentemente, menor risco de salinização, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Tipos de solos da bacia do rio Colônia e suas respectivas condutividades hidráulicas saturadas (k_{sat}) e notas de risco de salinização (NRS)

Tipo de Solo	k_{sat} (cm/h) Horizonte A	k_{sat} (cm/h) Horizonte B	k_{sat} (cm/h) Perfil	NRS
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	0,177	0,201	0,1890	1
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	0,213	0,090	0,1515	2
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	0,213	0,090	0,1515	2
Chernossolo Argilúvico Órtico	0,042	0,009	0,0255	4

2.2.3 Condutividade elétrica da água (CEa)

Foram coletadas amostras de água em quatorze pontos distribuídos ao longo da bacia, sendo a classificação de risco de salinização determinada através da metodologia proposta por Richards (1954), descrita em Bernardo (1995). A

área de influência de cada ponto de coleta foi estimada utilizando-se o interpolador IDW (Inverse Distance Weight), sendo o mapa de risco de salinização de solos, referente ao critério condutividade elétrica da água elaborado a partir deste interpolador. O interpolador IDW (Inverse Distance Weight) admite que os valores são ponderados durante a

interpolação de tal forma que a influência de um determinado dado em relação ao outro diminui com o aumento da distância (Davis, 1986).

2.2.4 Declividade

O mapa de declividade foi gerado a partir das curvas de nível (40m X 40m) obtidas da base de dados do Núcleo de

Bacias Hidrográficas (NBH) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Depois de elaborado, o mapa de declividade foi reclassificado, de forma a obter-se apenas quatro classes de declividade, sendo estas definidas a partir da metodologia descrita por Lemos & Santos (1995). A Tabela 4 apresenta as classes de declividade e as respectivas notas de risco de salinização.

Tabela 4 – Notas de risco de salinização de solo (NRS)

Classes de declividade	NRS
0 a 20%	4
20 a 40%	3
40 a 60%	2
> 60%	1

2.2.5 Malha hídrica

Toda a malha hídrica da bacia hidrográfica do rio Colônia foi dividida em dois grupos: o primeiro grupo, referente ao rio principal (Colônia) e o segundo grupo compreendendo todos os outros demais rios (afluentes). Através da função “buffer” no SIG, foram definidas quatro zonas de exposição ao longo dos rios, sendo que para o rio Colônia, as

referidas zonas foram definidas com distâncias de 150, 300, 450 e 600 m a partir do centro do rio; para os afluentes, as distâncias foram de 100, 200, 300 e 400 m. Tais zonas foram definidas tendo-se como base os estudos realizados por Saccon, et al. (2003). A Tabela 5 apresenta os grupos de malha hídrica, as zonas de exposição e as respectivas notas de risco de salinização.

Tabela 5 – Grupos de malha hídrica, distâncias do centro do rio (DCR), notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações

Grupos	DCR (m)	NRS
Grupo 1 (rio Colônia)	150	4
	300	3
	450	2
	600	1
Grupo 2 (Afluentes)	100	4
	200	3
	300	2
	400	1

2.2.6 Cobertura vegetal

O mapa de risco de salinização do solo referente ao critério cobertura

vegetal foi elaborado a partir dos dados obtidos dos estudos realizados por Landau et al. (2003), sendo que se levou em consideração a relação cobertura

vegetal *versus* degradação ambiental, ou seja, quanto maior a probabilidade de degradação ambiental do uso atual da terra, maior a nota de risco de

salinização. A Tabela 6 apresenta as notas de risco de salinização atribuídas a cada classe de cobertura vegetal.

Tabela 6 – Notas de risco de salinização de solo (NRS) referente ao critério cobertura vegetal

Cobertura Vegetal	NRS
Pastagem	4
Cacau	2
Capoeira	2
Mata	1

2.3 MAPA DE RISCO DE SALINIZAÇÃO DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA

Para gerar o mapa de risco de salinização de solos da BHRCol, foi utilizado, no ambiente SIG (*Arcview 3.2a*), a técnica de avaliação multicritério denominada Processo Analítico Hierárquico – *Analytical Hierarchy Process* (AHP), desenvolvida por Saaty (1991), sendo considerada como a mais promissora no contexto do processo de tomada de decisão. Esta técnica foi utilizada para atribuir os pesos relativos a cada critério determinante do risco de salinização dos solos da referida bacia, de forma que a influência dos autores na determinação dos pesos de cada critério fosse mínima. A metodologia baseia-se no princípio de que para a tomada de decisão a experiência e o conhecimento dos pesquisadores é pelo menos tão valioso, quanto os dados utilizados.

O tomador de decisão, mesmo que esteja motivado pela necessidade de prever ou controlar, geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados, e quanto melhor o sistema for entendido, melhor será a sua previsão ou decisão (SAATY, 1991).

Ressalta-se que tal técnica (AHP) não constitui um módulo do SIG (*Arcview 3.2a*), portanto, para a consecução do referido trabalho, os autores desenvolveram, a partir dos pesos obtidos com a aplicação da AHP, uma equação matemática (eq. 1), integrando-a no ambiente SIG (*Arcview 3.2a*).

$$W * C + w * S + w * CEa + w * Mh + w * D + w * Cv \text{ eq. 1}$$

C – Clima;

S – Solos;

CEa – Condutividade elétrica da água;

Mh – Malha hídrica;

D – Declividade;

Cv – Cobertura vegetal;

w – Peso calculado pela técnica AHP.

3. RESULTADOS

3.1 CLIMA

Para o critério clima, foram obtidas quatro classes de risco de salinização de solos (Figura 2). A classe de risco de salinização considerada como baixa corresponde a 629,0 km², que equivale a 26,9 % da área da bacia; a classe considerada como risco médio corresponde a 246,0 km², representando 10,5 % da área da bacia; a classe considerada como risco alto corresponde a 1118,0 km², representando 47,8% da área da bacia; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 346,0 km², ou seja, 14,8% da área da bacia do rio Colônia.

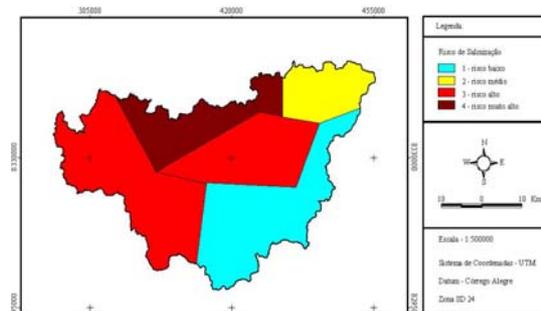


Figura 2 – Mapa de risco de salinização referente ao critério clima.

3.2 SOLOS

Para o critério solo, foram obtidas três classes de risco de salinização (Figura 3), a saber: baixo, médio e muito alto risco de salinização; sendo risco baixo para os solos do domínio Latossolos, risco médio para solos do domínio Argissolos e risco alto para os solos de domínio Chernossolos. A classe de risco de salinização considerada como baixa corresponde a 49,1 km², que equivale a 2,1% da área da bacia, a classe considerada como risco médio de salinização corresponde a 563,7 km², representando 24,1 % da área da bacia; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 1726,2 km², representando 73,8% da área da bacia do rio Colônia.

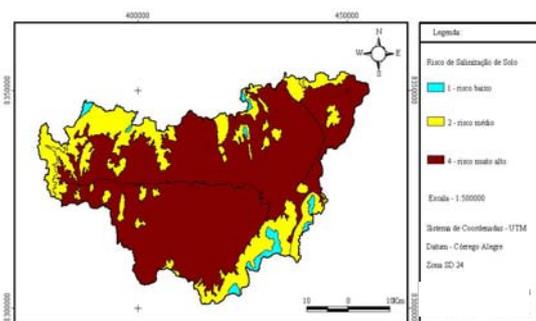


Figura 3 – Mapa de risco de salinização referente ao critério solos.

3.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA (CEa)

De acordo com o mapa de risco de salinização de solos referente ao critério condutividade elétrica da água (Figura 4), gerado através do método de interpolação IDW, a classe de risco de salinização considerada como baixa corresponde a 120,6 km², que equivale a 5,15 % da área da bacia; a classe considerada como risco médio de salinização corresponde a 503,7 km², representando 21,53 % da área da bacia; a classe considerada como alto risco de salinização corresponde a 1195,4 km², ou seja, 51,12 % da área; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a

519,3 km², representando 22,20 % da área da BHRCol.

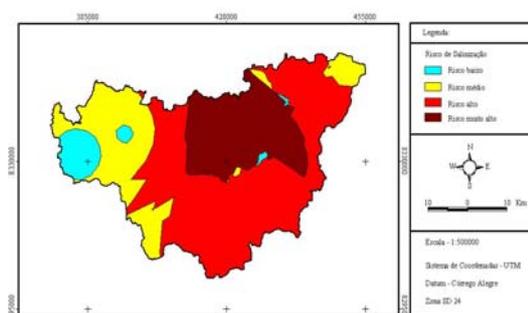


Figura 4 – Mapa de risco de salinização referente ao critério condutividade elétrica da água.

3.4 DECLIVIDADE

A Figura 5 ilustra o mapa de classes de declividade obtido a partir das curvas de nível, onde se observa que 79,36% (1856,24 km²) da área da bacia apresenta declividade entre 0 e 20%; 12,59% (294,56 km²) da área apresenta declividade entre 20 e 40%; 6,11% (142,85 km²) da área apresenta declividade entre 40 e 60%; e apenas 1,94% (45,35 km²) da área da bacia apresenta declividade superior a 60%.

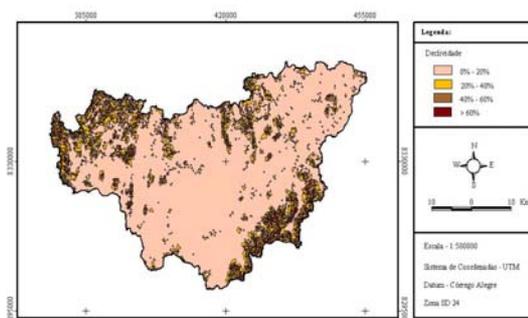


Figura 5 – Mapa de risco de salinização referente ao critério declividade.

3.5 MALHA HÍDRICA

A Figura 6 ilustra o mapa de malha hídrica obtido, com as respectivas zonas geradas a partir dos grupamentos definidos (rio Colônia e afluentes).

3.6 COBERTURA VEGETAL

Para o critério cobertura vegetal foram obtidas três classes de risco de salinização do solo; risco baixo, médio e muito alto (Figura 7). A classe de risco de salinização considerada como baixa corresponde a 57,6 km², o equivalente a 2,46 % da área da bacia; a classe considerada como risco médio de salinização corresponde a 290,9 km², representando 12,44% da área da bacia; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 1990,5 km², representando 85,1% da área da BHRCol.

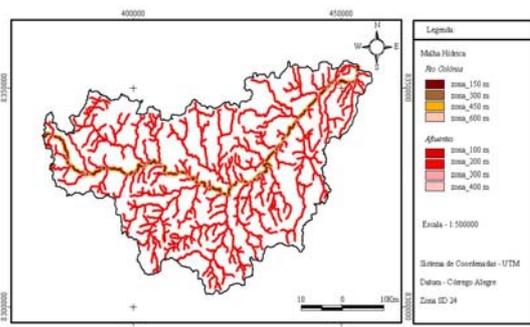


Figura 6 – Mapa de risco de salinização referente ao critério malha hídrica.

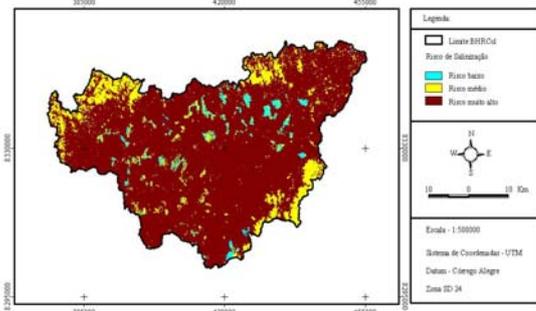


Figura 7 – Mapa de risco de salinização referente ao critério cobertura vegetal.

3.7 APLICAÇÃO DA TÉCNICA AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)

Na aplicação da AHP, os diferentes fatores que influenciam na tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores.

O Quadro I ilustra a matriz de julgamento construída para aplicação da técnica AHP.

Após ordenação, foram comparados par a par, pelos autores, cada um dos critérios, sendo, então, gerada uma nova matriz, a qual é apresentada no Quadro II.

O cálculo dos pesos, expostos na Tabela 7, resultou em uma razão de consistência (RC) igual a 0,086, o que caracteriza, de acordo com Saaty (1991), um modelo coerente. O grau de inconsistência calculado representa o quão bem os resultados obtidos dos julgamentos representam a realidade. O teste de consistência só é possível porque existe uma matriz de comparação paritária. De acordo com Saaty (1991), o resultado de RC deve ser menor que 10%, caso contrário a realidade dos julgamentos deve ser melhorada através de uma revisão das estimativas.

Quadro I – Matriz de julgamento para aplicação da técnica AHP, para determinação dos pesos a serem atribuídos a cada critério

Crítérios	Clima	Solos	CEa	Malha Hídrica	Declividade	Cobertura Vegetal
Clima	X					
Solos		X				
CEa			X			
Malha Hídrica				X		
Declividade					X	

Cobertura Vegetal						X
-------------------	--	--	--	--	--	---

Quadro II – Matriz de comparação paritária dos critérios observados para determinação do risco de salinização de solos na BHRCol

Critérios	Clima	Tipos de Solos	CEa	Malha Hídrica	Declividade	Cobertura Vegetal
Clima	1	2	3	5	6	7
Tipos de Solos	1/2	1	2	4	5	6
CEa	1/3	1/2	1	3	4	5
Malha Hídrica	1/5	1/4	1/3	1	3	4
Declividade	1/6	1/5	1/4	1/3	1	3
Cobertura Vegetal	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1

Tabela 7 – Pesos atribuídos aos critérios abordados

Critérios	Peso calculado
Clima	0,3838
Solos	0,2558
Condutividade Elétrica da Água (CEa)	0,1719
Malha Hídrica	0,0963
Declividade	0,0580
Cobertura Vegetal	0,0342

A equação matemática obtida e aplicada no SIG (*ArcView 3.2a*) é apresentada abaixo:

$$0,3838*C + 0,2558*S + 0,1719*CEa + 0,0963*Mh + 0,058*D + 0,0342*Cv$$

3.8 MAPA DE RISCO DE SALINIZAÇÃO

O mapa de risco de salinização de solos gerado para a BHRCol, a partir do cruzamento dos mapas, aplicando-se a equação matemática obtida com a técnica AHP, relativos a cada critério influenciador no processo de salinização do solo (Figura 8), apresentou valores que variaram de 1,443 a 4,000. Este mapa foi então reclassificado, pelos autores, no ambiente SIG (*ArcView 3.2a*), de forma a gerar quatro classes de risco de

salinização, a saber: risco baixo – intervalo de 1,443 a 2,083; risco médio – intervalo de 2,083 a 2,722; risco alto – intervalo de 2,722 a 3,361; e risco muito alto de salinização do solo – intervalo de 3,361 a 4,000; apresentado na Figura 9.

É importante ressaltar que os pesos atribuídos aos critérios e às classes dos critérios podem ser alterados em qualquer momento do estudo, dependendo do julgamento de cada pesquisador e da análise que se quer realizar. Porém, após qualquer alteração nos julgamentos, o processo da técnica

AHP deverá ser executado novamente, pois com isto, serão obtidos novos pesos para cada um dos critérios; e posteriormente deverá ser realizada uma nova reclassificação, para que com isto o mapa final seja atualizado a cada modificação.

De acordo com o mapa de risco de salinização de solos da BHRCol (Figura 9), a classe de risco considerada baixa corresponde a 225,0 km², que equivale a 9,62% da área; a classe considerada como médio risco corresponde a 831,0 km², ou 35,53% da área; a classe considerada como alto risco corresponde a 932,3 km², ou 39,86% da área; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 350,7 km², ou 14,99% da área da bacia.

Analisando-se tais resultados e visando orientar o plano de manejo da bacia hidrográfica do rio Colônia, de forma a evitar a ocorrência de processos de desertificação, recomenda-se que as áreas de risco muito alto de salinização de solos devem ter como principal uso a preservação ambiental. Nas áreas que apresentaram alto risco de salinização de solos, onde predomina a pastagem como cobertura vegetal, recomenda-se a melhoria no manejo destas, no intuito de promover a sustentabilidade da atividade agropecuária, devendo ser dada uma atenção especial em caso de irrigação destas áreas, devido à baixa qualidade da água (no que diz respeito ao risco de salinização).

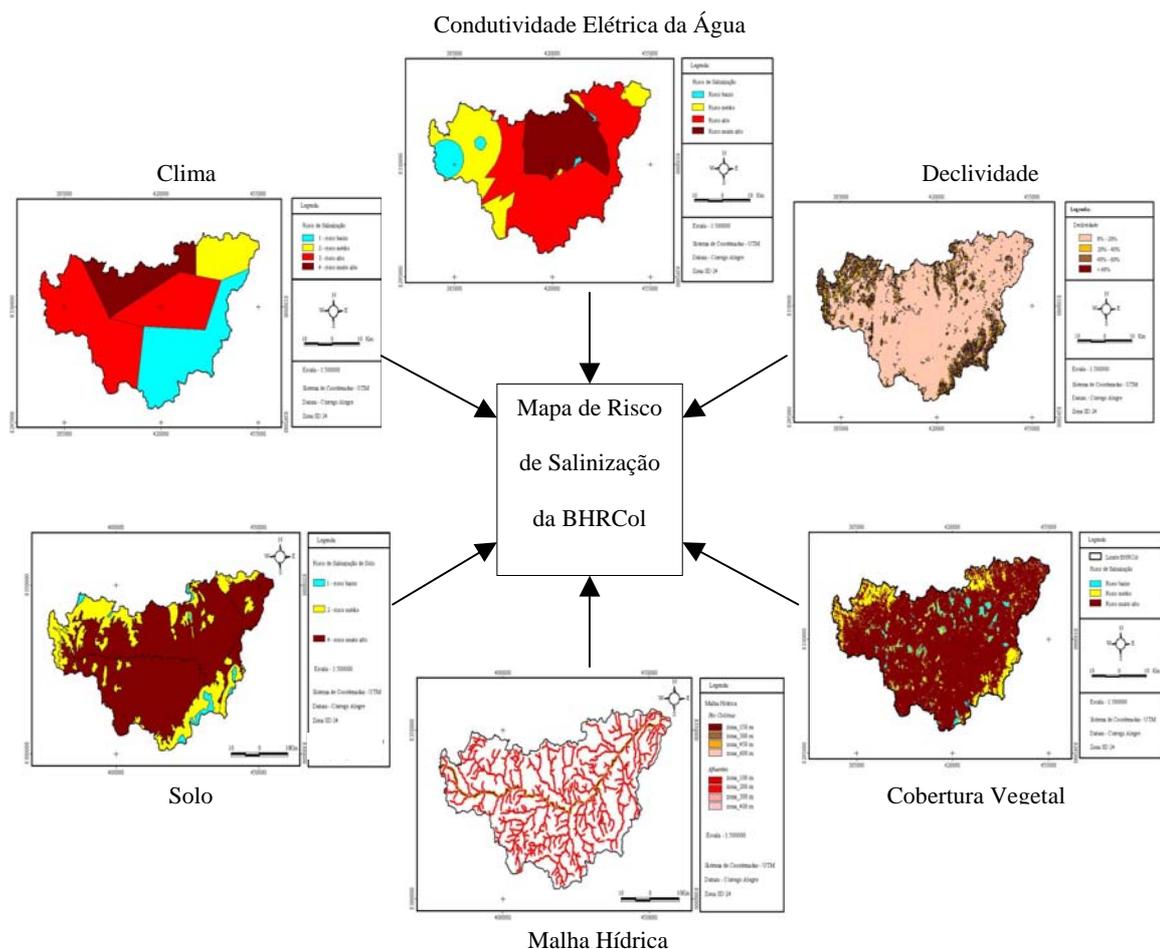


Figura 8 – Mapas utilizados para gerar o mapa de risco de salinização do solo para a bacia do rio Colônia

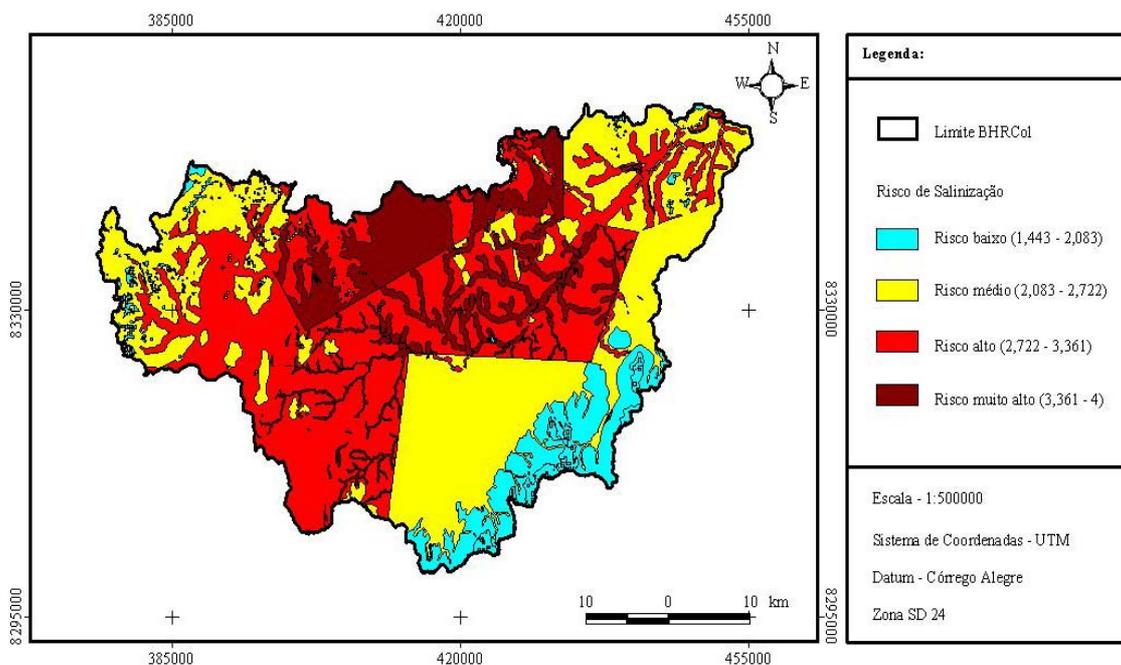


Figura 9 – Mapa de risco de salinização de solos da bacia hidrográfica do rio Colônia

4. CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou a técnica de análise multicritério AHP (*Analytical Hierarchy Process*), gerando uma equação matemática que foi aplicada no SIG ArcView 3.2a para a elaboração do mapa final de risco de salinização de solos. Os mapas base foram os de clima, tipo de solo, condutividade elétrica da água, malha hídrica, declividade e cobertura vegetal.

Foram geradas quatro classes de risco de salinização de solos, onde 9,62% da área da bacia hidrográfica do rio Colônia corresponde à classe de baixo risco de salinização, 35,53% a médio risco de salinização, 39,86% a alto risco de salinização e 14,99% da área da bacia corresponde a risco muito alto de salinização do solo. O mapa de risco de salinização de solos gerado para a bacia hidrográfica do rio Colônia pode ser utilizado como material básico para a elaboração de zoneamentos, como também em planejamento agroambiental em escala regional.

5. REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6 ed. Viçosa, Imprensa Universitária, 1995, 657p.

DAVIS, J. C. Statistics and data analysis in geology. Second edition, Jhon Wiley & Sons 646 p. 1986.

FARIA, A L L . Geoprocessamento na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo – Juiz de Fora(MG): Um Diagnóstico Ambiental das áreas de Susceptibilidade à Erosão e de Potencial para Pecuária de Leite. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ. UFRRJ, 2000.

LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; MUSINSKY, J. 2003. Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Sul da Bahia - Brasil, escala 1:100.000, data dos dados: 1996-97 (mapa em formato digital). In: Prado P.I., Landau E.C., Moura R.T., Pinto L.P.S., Fonseca G.A.B., Alger K. (orgs.) Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.

LEMOS, R. C.; SANTOS R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 4ed. Campinas, SBCE/EMBRAPA, 1995. 46p.

MACHADO, R. E. Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. 2002. 154p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

NACIF, P.G.S. Ambientes naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira com Ênfase aos Domínios Pedológicos. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (Ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB; SBEA, 1997. cap. 1, p. 1-35.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus-BA, Editus, 2002. 293p.

PRADO, R. B. Geotecnologias aplicadas a análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2004.

SAATY, T. L. Método de Análise Hierárquica, Makron Books do Brasil Editora Ltda. e Editora McGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro/RJ, 1991.

SACCON, P. P.; HARUM, T.; RUCH, C.; CALASANS, N. Mapping of hidrologic vulnerability zones and quality of water. In: Decision Support System for Sustainable Ecosystem Management in Atlantic Rain Forest Rural Areas – ECOMAN NEWSLETTER. 2003.

VALLADARES, G. S.; FARIA, A. L. L. SIG na análise do risco de salinização na

bacia do rio Coruripe, AL. ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 86-98, dez. 2004.