



Universidade Estadual de Santa Cruz

Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

**ANÁLISE DO RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – SUL DA
BAHIA**

PRODEMA

ANTONIO FÁBIO REIS FIGUEIRÊDO

**ILHÉUS – BAHIA
2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ANTONIO FÁBIO REIS FIGUEIRÊDO

**ANÁLISE DO RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – SUL DA
BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sub-programa Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de concentração: Planejamento e Gestão Ambiental no Trópico Úmido.

Orientador: Prof. Dr. Neylor Alves Calasans Rego.

ANTONIO FÁBIO REIS FIGUEIRÊDO

**ANÁLISE DO RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sub-programa Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de concentração: Planejamento e Gestão Ambiental no Trópico Úmido.

Orientador: Prof. Dr. Neylor Alves Calasans Rego.

COMISSÃO EXAMINADORA

Ilhéus – BA, 27/10/2005.

Prof. Dr. Neylor Alves Calasans Rêgo
UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz
Orientador

Prof. Dra. Sônia Martins Teodoro
UESB- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Examinador Externo

Prof. Dr. Francisco Carlos Fernandes De Paula
UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz
Examinador Interno

À minha mãe, Jaciara, que lutou bravamente, com esmero e amor, transformando
minha conquista em eterna vitória;

Ao meu irmão, Vinícius, pela amizade e apoio, nunca medindo esforços
em ajudar-me, mesmo quando não solicitado;

À minha amada esposa, Paula, pelo incentivo, dedicação,
compreensão, companheirismo e carinho.

OFEREÇO

E

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz, pela oportunidade da realização do curso.

Ao professor Dr. Neylor Alves Calasans Rêgo, pela orientação, amizade e confiança em mim depositada para a realização deste trabalho.

Ao Núcleo de Bacias Hidrográficas da Universidade Estadual de Santa Cruz, pela disponibilização dos dados, bem como todo o apoio logístico.

Ao professor Alexandre Schiavetti, pela amizade e valorosas contribuições na área de metodologia científica; sempre disponível nas horas solicitadas.

Ao professor Francisco DePaula, pela amizade e valorosas contribuições na área de geologia e qualidade de água.

À professora Agna Menezes, pela amizade, bem como pelas importantes contribuições na área de solos.

Ao Instituto de Estudos Sócioambientais do Sul da Bahia (IESB), em especial ao Laboratório de Geoprocessamento, pelo treinamento em SIG.

Ao Setor de Climatologia da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), pela disponibilização dos dados de precipitação e temperatura.

Ao Laboratório de Oceanografia Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, onde foram realizadas as medições de condutividade elétrica da água.

Aos colegas de mestrado, em especial, Eric, Vinícius, Alonso, Pires e Ariele, pela amizade e companheirismo.

Ao colega José Wildes, pela amizade e apoio logístico nas saídas à campo e na área de Estatística.

Ao amigo Pablo, pela amizade e apoio nas questões relativas ao SIG ArcView.

Às demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, mais uma importante etapa da minha vida, eu agradeço.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Municípios abrangidos pela da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.....	17
Figura 2 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	20
Figura 3 – Tipos de solos da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	22
Figura 4 – Cobertura Vegetal na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	23
Figura 5 - Localização dos postos pluviométricos e estações meteorológicas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.....	29
Figura 6 – a) Condutivímetro <i>Multiline P3</i> ; b) Coleta de água para análise em laboratório. Ponto de coleta <i>PC 02</i> ; c) Análise da condutividade elétrica da água em laboratório.....	33
Figura 7 – Municípios abrangidos pela bacia hidrográfica do rio Colônia.....	43
Figura 8 - Perfil longitudinal do rio Colônia.....	45
Figura 9 - Áreas de influência das estações meteorológicas e postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.....	46
Figura 10 - Áreas de influência das estações meteorológicas e postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	47
Figura 11 - Precipitação média mensal (mm) na bacia hidrográfica do rio Colônia – série histórica: 20 anos – 1982 – 2001.....	48
Figura 12 - Relação entre precipitação média mensal (P) e evapotranspiração potencial (ETP) na bacia hidrográfica do rio Colônia – série histórica (20 anos): 1982 – 2001.....	50
Figura 13 – Índices de aridez da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	52
Figura 14 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério clima.....	54
Figura 15 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério solo.....	55
Figura 16 – Pontos de coleta de água para na bacia hidrográfica do rio Colônia.....	56
Figura 17 – Diagrama de caixa com valores de condutividade elétrica da água (CE) nos pontos de coleta.....	59
Figura 18 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério qualidade da água.....	60
Figura 19 – Malha hídrica, com as respectivas zonas de risco de salinização geradas para o rio Colônia e seus afluentes.....	61
Figura 20 – Classes de declividade na bacia hidrográfica do rio Colônia.....	62
Figura 21 - Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério cobertura vegetal.....	64
Figura 22 – Mapa de risco potencial de salinização de solos da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação dos municípios, com suas respectivas áreas total e pertencente à bacia hidrográfica do rio Cachoeira.....	17
Tabela 2 - Características dos principais rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira..	18
Tabela 3 - Principais afluentes do rio Colônia, com suas respectivas extensões.....	19
Tabela 4 - Estações Meteorológicas e Postos Pluviométricos utilizados. Período de observação: 1982 – 2001.....	28
Tabela 5 - Dados Pluviométricos (mm) – Média Mensal - Período de observação: 1982 – 2001.....	29
Tabela 6 - Classes de clima de acordo com o índice de aridez.....	30
Tabela 7 - Data das campanhas realizadas para coleta de água na BHRCol.....	33
Tabela 8 - Localização Geográfica dos Pontos de Coleta de água na bacia do rio Colônia.....	34
Tabela 9 - Escala de Valores para Comparação Pareada no Processo Analítico Hierárquico.....	38
Tabela 10 - Índices Randômicos calculados em função da ordem das matrizes.....	40
Tabela 11 - Relação dos municípios, com suas respectivas áreas total e pertencente à bacia do rio Colônia.....	43
Tabela 12 - Índices Fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	44
Tabela 13 - Áreas de Influência e Percentagem da Área Total Referente às Estações Meteorológicas e Postos Pluviométricos.....	47
Tabela 14 - Precipitação média mensal da bacia do rio Colônia, obtidas através do método de Thiessen, com dados primários referentes à uma série histórica de 20 anos (1982 – 2001).....	48
Tabela 15 - Evapotranspiração potencial média na bacia do rio Colônia. Período de Observação: 1982 – 2001.....	50
Tabela 16 - Precipitação média mensal (P), evapotranspiração potencial média mensal (ETP), índice de aridez (Ia) e classes de clima da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	51
Tabela 17 - 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 classes de clima da bacia hidrográfica do rio Colônia.....	52
Tabela 18 - Notas de risco de salinização a serem atribuídas, em função do índice de aridez encontrado para cada sub-área da BHRCol.....	53
Tabela 19 - Notas de Risco de Ralinização (NRS) em função do Índice de Aridez (Ia) para cada sub-área da BHRCol.....	53
Tabela 20 - Condutividade elétrica da água, por pontos de coleta, na bacia hidrográfica do rio Colônia.....	57
Tabela 21 - Condutividade elétrica média da água (a 25°C) da bacia hidrográfica do rio Colônia e suas respectivas classificações em relação ao risco potencial de salinização do solo.....	58
Tabela 22 - Grupos de malha hídrica, distâncias do centro do rio (DCR), notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações.....	61

Tabela 23 - Notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações referente ao critério declividade.....	62
Tabela 24 - Notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações referente ao critério uso da terra.....	63
Tabela 25 - Pesos atribuídos aos critérios abordados.....	66

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos Específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo	4
2.2 Salinização de Solos	5
2.2.1 Origem dos Sais no Solo	5
2.2.2 O Processo de Salinização de Solos	6
2.3 Efeito da Salinidade sobre as Culturas	7
2.4 Condutividade Elétrica da Água e Salinização do Solo	9
2.5 Importância do Clima nos Processos de Salinização do Solo	11
2.6 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	11
3. ÁREA DE ESTUDO	16
3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC)	16
3.2 Bacia Hidrográfica do Rio Colônia (BHRCol)	19
3.2.1 Tipos de Solos	21
3.2.2 Cobertura Vegetal	22
4. METODOLOGIA	24
4.1 Caracterização Geral	24
4.2 Caracterização Fisiográfica	24
4.2.1 Coeficiente de Capacidade (Kc)	25
4.2.2 Fator de Forma (Kf)	25
4.2.3 Densidade de Drenagem (D _d)	26
4.2.4 Tempo de concentração (T _c)	26
4.2.5 Perfil longitudinal do rio principal (I _c)	27
4.3 Clima	27
4.3.1 Precipitação Atmosférica	27
4.3.2 Evapotranspiração	30
4.3.3 Índice de Aridez	30

4.4 Solo	31
4.5 Condutividade Elétrica da Água	31
4.5.1 Processamento dos Dados	32
4.5.2 Coleta e Análise da Água	32
4.5.3 Pontos de Coleta	34
4.5.4 Elaboração do Mapa de Risco de Salinização	35
4.6 Malha Hídrica	35
4.7 Declividade	35
4.8 Cobertura Vegetal	36
4.9 Elaboração de Mapas Temáticos	36
4.10 Determinação do Risco de Salinização dos Solos	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1 Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia	42
5.2 Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia	44
5.3 Clima	46
5.3.1 Precipitação Atmosférica	46
5.3.2 Evapotranspiração	49
5.3.3 Índice de Aridez	51
5.4 Solo	54
5.5 Condutividade Elétrica da Água	55
5.5.1 Pontos de Coleta	55
5.5.2 Análise Estatística dos Dados de Condutividade Elétrica da Água	56
5.5.3 Mapa de Risco de Salinização referente ao critério Condutividade Elétrica da Água.....	60
5.6 Malha Hídrica	61
5.7 Declividade	62
5.8 Cobertura Vegetal	63
5.9 Determinação do Risco de Salinização do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia	65
5.9.1 – Aplicação da Técnica AHP	65
5.9.2 – Mapa de Risco de Salinização	67
6. CONCLUSÕES.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	79

ANÁLISE DO RISCO DE SALINIZAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA - SUL DA BAHIA

Autor: ANTONIO FÁBIO REIS FIGUEIREDO

Orientador: Prof. Dr. NEYLOR ALVES CALASANS RÊGO

RESUMO

A salinização do solo, que pode ser de origem natural ou causada pela ação antrópica, constitui um processo de degradação do solo que em alguns casos é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas. 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, sejam eles físicos, ambientais ou devido à ação antrópica, e analisando as características da bacia em estudo, 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. A técnica de análise multicritério AHP mostrou-se eficiente na determinação dos pesos atribuídos a cada critério. 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.

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

SOIL SALINIZATION RISK ANALYSIS OF THE RIO COLONIA WATERSHED – SOUTH OF THE BAHIA

Author: ANTONIO FÁBIO REIS FIGUEIREDO

Adviser: Prof. Dr. NEYLOR ALVES CALASANS RÊGO

ABSTRACT

The salinization of the soil, that can be of natural origin or caused by the anthropic action, is a process of soil degradation that in some cases it is responsible for irreparable losses in the production capacity of the soils, causing great extensions of cultivated land to become sterile. In this work, a soil salinization risk was generated with the objective of furnishing information for a management plan for the river Colonia watershed. Considering that the salinization process is a resulted of the interaction among several factors, being physical, environmental or due to the anthropic action, and analyzing the characteristics of the watershed in study, the soil salinization map was generated based on the climate, soils, electric conductivity of the river water, hydrological network, land slope and vegetative cover. All the maps were generated using ArcView 3.2a, what is a SIG (Geographic Information System), in the scale of 1:500000, with space resolution of 30 meters. For the definition of the criteria's weights it was used the multicriteria analysis AHP (Analytical Hierarchy Process). It was generated four classes of soil salinization risk, where 9,62% of the watershed area corresponds to the class of low salinization risk, 35,53% to medium risk, 39,86% to high risk and 14,99% to very high risk. The multicriteria technique analysis (AHP) proved to be efficient in the determination of the weights attributed to each criteria. The generated soil salinization risk map can be used as basic for the elaboration of zonings, as well as in environmental planning in regional scale.

Key-Words: Watershed, Colonia river, salinization risk, AHP

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 deve ser realizada 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, estando localizada na região sul 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 manejo adequado dos recursos naturais da referida bacia hidrográfica, visando a sustentabilidade dos mesmos na região.

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 dever ser avaliado para dar continuidade ao desenvolvimento econômico de forma sustentável, assegurando, desta forma, o bem estar da humanidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

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.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar geograficamente e hidrologicamente a bacia hidrográfica do rio Colônia;
- Elaborar mapas de riscos de salinização de solos para os dados de clima, solos, condutividade elétrica da água, malha hídrica, declividade e cobertura vegetal;
- Aplicar a técnica de análise multicritério AHP (*Analytical Hierarchy Process*), para a definição dos pesos dos diferentes mapas de risco de salinização elaborados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo.

A bacia hidrográfica é entendida como a área fisiográfica drenada por um curso d'água, ou por um sistema de cursos d'água conectados e que convertem direta ou indiretamente para um leito ou espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado dos recursos naturais no meio ambiente (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Segundo Moldan & Cerny (1994) *apud* Machado (2002), do ponto de vista hidrológico, a bacia hidrográfica pode ser considerada como a unidade da paisagem capaz de integrar todos os componentes relacionados com a qualidade e disponibilidade de água, como: atmosfera, vegetação natural, plantas cultivadas, solos, rochas subjacentes, corpos d'água e paisagem circundante. Ambientalmente, pode-se dizer que a bacia hidrográfica é a unidade ecossistêmica e morfológica que melhor reflete os impactos das interferências antrópicas, tais como a ocupação das terras com as atividades agrícolas (JENKINS *et al.*, 1994 *apud* MACHADO, 2002).

A degradação ambiental na bacia hidrográfica começa com o desmatamento e uso inadequado do solo, se acentua com o escoamento superficial, se agrava com a ausência da mata ciliar, e se torna crítica com a contaminação por resíduos sólidos e efluentes não tratados, oriundos tanto das cidades quanto das atividades agrícolas e industriais. Todos estes

fatores afetam direta ou indiretamente o ciclo hidrológico, afetando a quantidade e qualidade de água (BAHIA, 2001b).

2.2 Salinização de Solos

2.2.1 Origem dos Sais no Solo

A gênese de solos salinos (halomórficos) está associada grandemente com a formação geológica predominante na paisagem, e com a drenagem. O homem, como eterno modificador de ambientes, contribui decisivamente para acelerar ou diminuir o processo.

A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação dos solos, que é um produto de intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples (RICHARDS, 1954 *apud* DIAS, 2004).

Os sais liberados durante o processo de intemperização das rochas, dependendo da geomorfologia da região, podem ser carreados para horizontes inferiores mediante percolação ou levados a lugares distantes por escoamento superficial, conforme as condições de relevo, fluxo de água, etc. No primeiro caso, os sais são depositados nas águas sub-superficiais podendo, por capilaridade, acumular-se na superfície do solo a medida em que a água for evaporada ou consumida pela planta; o segundo fenômeno é responsável pela deposição e acumulação de sais em rios, mares, açudes e lagoas. Em regiões úmidas, por se tratar de zonas com precipitações elevadas, os sais são lixiviados até a zona freática ou eliminados através do escoamento superficial. Já em regiões de clima árido e semi-árido, por apresentarem déficit hídrico na maior parte do ano e, na maioria das vezes, os solos serem rasos ou apresentarem

camadas impermeáveis, a água que contém sais fica sujeita aos processos de evaporação ou evapotranspiração, podendo atingir, com o tempo, níveis comprometedores para o crescimento e desenvolvimento das plantas (PIZARRO, 1978; RICHARDS, 1970 *apud* DIAS, 2004).

2.2.2 O Processo de Salinização de Solos

A salinização dos solos pode ter origem natural ou através da ação antrópica. Os processos naturais, associados diretamente à pedogênese, são responsáveis pela maior parte da área salinizada no mundo (TANJI, 1990). Entretanto, a salinização causada pelo homem é a que resulta em maior impacto social e econômico; social porque leva à desertificação, tornando-se inviável a prática agrícola, e econômico porque ocorre em áreas onde se realizou um investimento de capital.

A salinização resultante devido à ação antrópica é conhecida como salinização secundária, estando, geralmente, associada ao manejo inadequado da irrigação, ocorrendo principalmente em regiões áridas ou semi-áridas. Os fatores diretamente responsáveis pela salinização dos solos em áreas irrigadas são:

- Utilização de água de baixa qualidade (com alta concentração salina);
- Elevação do lençol freático causada pelo manejo inadequado da irrigação, pelas perdas de água por infiltração em canais e reservatórios, e por deficiência de drenagem (SMEDEMA, 1988);
- Aplicação de fertilizantes, de forma excessiva e pouco parcelada no decorrer do período, induzindo estresse osmótico ao sistema radicular.

De acordo com Oliveira (1997), em alguns casos a salinização secundária é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéreis

grandes extensões de terras cultivadas. Assim, águas de qualidade duvidosa (com elevados riscos de salinidade e sodicidade), adubos com elevado índice salino, drenagem ineficiente, dentre outros fatores, podem acelerar o processo de salinização secundária.

Entretanto, de maneira geral, o processo de salinização pode ser evitado ou desacelerado caso ocorram precipitações pluviométricas concentradas em quantidades suficientes, associadas à boa permeabilidade do solo ou sistema de drenagem eficiente, promovendo assim uma lavagem natural do perfil do solo.

2.3 Efeito da Salinidade sobre as Culturas

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos), reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas.

De acordo com Larcher (1995), a elevada concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar redução da permeabilidade da membrana plasmática, além de influenciar no processo de fotossíntese, já que o conteúdo de clorofila nas plantas é diminuído.

As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. Com o aumento da concentração de sais no solo, o potencial osmótico pode tornar-se tão baixo a ponto de ocorrer a perda de água pela planta para o solo, processo conhecido como dessecação osmótica.

As plantas halófitas, adaptadas a condições salinas, possuem um mecanismo de absorção e acúmulo de sais do solo no vacúolo celular a fim de reduzir o potencial osmótico

interno e, desta maneira, evitar a dessecação osmótica. Portanto, os sais não se misturam com a solução citoplasmática, permanecendo no interior do vacúolo, uma vez que a membrana que separa o citoplasma do vacúolo não permite o fluxo de um compartimento para outro, mesmo que haja elevado gradiente de concentração (LAUCHLI & EPSTEIN, 1990 *apud* BLANCO, 1999). De acordo com Lima (1997) *apud* BLANCO (1999), estas plantas podem tolerar uma concentração de até 15 g.l⁻¹ de cloreto de sódio, o que corresponde à metade da contração da água do mar.

Por outro lado, plantas glicofitas ou não-halófitas, quando expostas à salinidade moderada, tendem a excluir o excesso de sais pelas raízes, porém não são capazes de realizar o ajuste osmótico, o que resulta no estresse hídrico por osmose (LAUCHLI & EPSTEIN, 1990 *apud* BLANCO, 1999).

Segundo Walter (1961) *apud* Blanco (1999) níveis elevados de cloreto na solução do solo provocam o aumento da permeabilidade das raízes, resultando na absorção de grandes quantidades de sais e, conseqüentemente, ocorre a deterioração dos cloroplastos e clorese foliar, seguida de necrose e morte da planta. De acordo com Lauchli & Epstein (1990) *apud* BLANCO (1999), este tipo de injúria é causada pela toxicidade dos íons que, em altas concentrações no citoplasma, danificam enzimas e organelas celulares.

Os danos devido à toxicidade podem reduzir significativamente o rendimento das culturas, estando sua magnitude dependente do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas. Os problemas de toxicidade freqüentemente acompanham ou potencializam os de salinidade ou de permeabilidade, podendo surgir mesmo quando a salinidade for baixa. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações de sais no interior da planta sejam suficientemente altas ou acima dos seus níveis de tolerância (Ayers & Westcot, 1991).

Cada espécie apresenta determinado nível de tolerância à salinidade, a partir do qual o rendimento começa a declinar; este ponto de transição é denominado de salinidade limiar. Mass e Hoffman (1977) propuseram um modelo com a finalidade de avaliar o grau de tolerância das culturas à salinidade. Tal modelo determina a salinidade limiar da cultura, ou seja, o ponto em que a cultura após atingir o nível de 100% de produtividade, inicia um decréscimo linear na produtividade com o aumento da salinidade do solo. Entretanto, segundo Tanji (1990), um parecer mais criterioso a respeito da tolerância de uma determinada cultura deve levar em consideração fatores locais, tais como: tipo de solo, clima e práticas de manejo da irrigação.

2.4 Condutividade Elétrica da Água e Salinização do Solo

A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção agrícola em bases sustentáveis e com segurança. Logo, a agricultura irrigada se constitui numa importante alternativa, como forma de garantir a produção de alimentos, mesmo em períodos de escassez de chuvas, principalmente nas regiões de clima quente e seco, como o semi-árido, por exemplo, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder à de precipitação durante a maior parte do ano. Ressalta-se que, apesar de representar apenas cerca de 18% das terras cultivadas, as áreas irrigadas respondem por mais de 40% da produção mundial de alimentos.

A água, além de elemento essencial à produção agrícola, é um recurso natural limitado, isto é, não-renovável e cada vez mais escasso. Portanto, deve-se fazer o melhor uso possível dos recursos hídricos disponíveis a fim de se obter produções eficientes e com altos rendimentos. O uso sustentável da água (superficial ou subterrânea) baseia-se não somente na

quantidade (disponibilidade hídrica) e custos de construção e de operação de obras hidráulicas, mas, principalmente, na qualidade da água dos mananciais.

Segundo Rhoades (1972) dentre os principais fatores que causam a salinização, a qualidade da água de irrigação contribui efetivamente para aumentar o teor de sais na solução do solo, pois pode conter de 100kg (água boa) a 4.000kg (água imprópria) de sal em cada 1.000m³, e é em geral, aplicada à razão de 10.000 a 15.000 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Consequentemente, se não houver drenagem, cerca de 1,0 a 60,0 t.ha⁻¹ de sal poderão ser adicionadas às áreas irrigadas.

A classificação da qualidade da água de irrigação utilizada mundialmente por mais de 20 anos foi desenvolvida pelo Laboratório de Salinidade de Riverside (RICHARDS, 1954 *apud* DIAS, 2004). A classificação levava em consideração a condutividade elétrica e sua relação de adsorção de sódio (RAS), sendo que os valores médios foram obtidos com base em áreas irrigadas. Entretanto, durante as últimas décadas consideráveis opiniões têm sido produzidas depois da utilização destas águas em áreas de regiões de clima árido e semi-árido. No centro destas discussões, em 1976, a FAO desenvolveu um novo guia para uma rápida avaliação do uso destas águas. Este guia foi parcialmente reformulado por Ayers & Westcot, em 1985.

A relação entre a composição química da água e a salinidade do solo, o efeito do sódio na taxa de infiltração e a especificidade tóxica de vários íons e outros efeitos específicos são levados em conta nestes guias.

Na realidade, não existe um limite fixo da qualidade das águas e seu uso é determinado pelas condições que controlam a acumulação dos sais e seus efeitos nos rendimentos das culturas (AYERS & WESTCOT, 1991). Como exemplo, pode ser citado o caso de diversos perímetros irrigados no Nordeste, onde se usa, normalmente águas com baixos teores de sais (CE entre 0,1 a 1,0 dS/m) e, mesmo assim, uma parte significativa destas

áreas apresentam problemas graves de salinidade, devido ao manejo inadequado da irrigação e drenagem. Neste caso, a salinização do solo existe, não pela água utilizada na irrigação conter sais em excesso, mas devido a elevação do lençol freático provocado pela aplicação de lâminas excessivas de água, perdas de água em canais de distribuição e drenagem deficiente.

Portanto, a avaliação dos riscos de salinização de uma determinada área mediante a água de irrigação não poderá ser realizada simplesmente pela qualidade da água, pois seus efeitos dependem das características do solo, da tolerância das culturas a serem exploradas, das condições climáticas locais e do manejo da irrigação e drenagem, além de suas características físico-químicas. Desse modo, a qualidade da água de irrigação pode ser considerada como um importante fator, mas nunca deve ser esquecido que ela é tão somente um dos fatores e que não é possível desenvolver um sistema de classificação que possa ser utilizado em todas as circunstâncias.

2.5 Importância do Clima nos Processos de Salinização do Solo

O clima da região, por sua vez, atua como um dos fatores mais importantes no processo de salinização. As plantas suportam maiores concentrações de sais sob clima frio e úmido do que sob clima quente e seco. Estudos realizados sobre a composição química das águas do cristalino no nordeste brasileiro concluíram que o clima exerce influência sobre o teor de salinidade total das águas (SILVA JÚNIOR, *et al.*, 1999).

2.6 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

A aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) utiliza a análise espacial para a resolução de problemas de várias naturezas. Portanto, SIG's são sistemas peculiares da

informação espacial, de caráter multidisciplinar, e que estão relacionados às várias áreas do conhecimento que manipulam dados referenciados espacialmente.

O uso de SIG para o estudo de uma determinada situação complexa, tem produzido resultados de grande utilidade e de boa qualidade. Dessa forma, SIG's são excelentes ferramentas, uma vez que permitem executar procedimentos diversos a partir de dados básicos e gerar informações georeferenciadas para definição de áreas propícias ao cultivo de determinadas culturas.

Os sistemas de informações geográficas (SIG) constituem-se em uma tecnologia apropriada à aquisição, armazenagem, recuperação, atualização, processamento, análise e representação de dados ambientais. Por outro lado, modelos matemáticos ou de simulação oferecem formas de antecipar mudanças nos processos físicos e examinar os impactos de estratégias alternativas.

Segundo Dangermond (1983) as principais vantagens do SIG são:

- Armazena dados espaciais de uma forma compacta e prontamente utilizável;
- Os dados podem ser atualizados, recuperados e apresentados mais rapidamente;
- Facilita a utilização de modelos analíticos visando o teste de diferentes cenários de manejo e estratégias;
- Facilita a análise de diferentes cenários e ajuda na tomada de decisões.

A estrutura interna de um SIG pode ser dividida basicamente em quatro partes (MAGUIRE, *et al.*, 1991):

- Entrada de dados - esta etapa consiste na entrada das informações no sistema, a qual pode ser feita por digitalização ou através de *scanner*.
- Armazenamento de dados - contempla a forma na qual os dados são armazenados dentro do sistema. Felgueiras *et al.* (1990) descrevem como quatro, os formatos no qual os dados podem ser estruturados para armazenamento:

1. Formato vetorial, o qual representa entidades (rios, isolinhas, lineamentos, estradas, entre outras) como um conjunto de pontos definidos no espaço 2-D, estas entidades estão definidas pelas coordenadas (x, y) e a elas estão associadas um atributo.
 2. Formato imagem, representa uma área da superfície terrestre em uma matriz de pontos (pixels) que estão distribuídos regularmente no espaço 2-D. No formato imagem, a cada ponto da matriz é atribuído um valor de nível de cinza que representa uma informação, seja ela reflectância, nível de declividade a teor geoquímico, entre outras.
 3. Formato amostra 3-D, representa amostras do comportamento de uma variável z dentro de uma região definida no espaço (x, y), como pontos definidos no espaço (x, y, z).
 4. Formato grade, representa um conjunto de pontos definidos em um arranjo de células (raster), onde cada uma é referenciada por linha e coluna, sendo o atributo a ser mapeado representado por um número.
- Manipulação e análise dos dados - esta fase consiste na manipulação e análise dos dados, através de rotinas de remoção de erros e de manipulação de informações.
 - Saída dos dados - a forma como os resultados (mapas, figuras, tabelas ou modelos numéricos de terrenos - MNTs) são apresentados, seja no formato vetor ou *raster*.

Como os sistemas de informações geográficas são ferramentas utilizadas para processar informações espaciais, oferecem uma estrutura ideal para a simulação e modelagem. Os atuais sistemas de informações podem, além de realizar análises dos dados existentes, projetar e simular situações ideais e potenciais, realizando previsões e serem utilizados na elaboração de modelos de simulação. As habilidades destes sistemas proporcionaram uma

revolução no modo de trabalhar e pensar nas áreas que usam a geografia e suas aplicações no mundo real.

A integração de SIG e modelos de simulação pode ser extremamente útil. Muitos pesquisadores têm documentado a relevância dos SIG's como uma ferramenta para modelagem.

Saccon *et al.* (2003), desenvolveram dois modelos para mapear zonas hidrologicamente vulneráveis à poluição dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Cachoeira. Através da utilização de diversas técnicas de SIG foi possível processar e combinar aspectos físicos e fatores antropogênicos característicos da bacia e que influenciavam na vulnerabilidade dos recursos hídricos quanto à poluição. Os modelos de vulnerabilidade (Modelo 1 - Vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais e Modelo 2 - Vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos) utilizaram as seguintes variáveis: cobertura do solo, declividade, solos, malha hídrica e distribuição urbana.

O mapa resultante do Modelo 1 mostrou que aproximadamente 1% da área da bacia foi classificada como de muito alta vulnerabilidade. As áreas de alta vulnerabilidade representaram aproximadamente 25%. As áreas com predominância de florestas foram classificadas como sendo de baixa vulnerabilidade e representaram 11% da área total. O mapa resultante do Modelo 2 mostrou que as regiões com maior declividade foram as que apresentaram mais baixa vulnerabilidade (aproximadamente 18%). Alta vulnerabilidade foi apresentada em áreas com altos valores de infiltração combinados com o uso do solo com pastagens e representou aproximadamente 35% da área.

Utset *et al.* (2001) desenvolveram um modelo matemático baseado em SIG para avaliar os efeitos da irrigação na salinização do solo em condições de aquecimento global. Foi utilizado o modelo SWAP (Soil Water Atmosphere Plant) para prever a elevação do lençol freático após a irrigação em condições de aumento global de temperatura. Resultados

simulados indicaram aumento drástico do lençol freático devido à elevação da quantidade de água utilizada na irrigação e um aumento de 31,4 para 98,6 ha de áreas salinizadas em 15 anos.

Asmar (2001) desenvolveu um modelo baseado no SIG para identificação de áreas propensas a desertificação no Líbano. Foram desenvolvidos índices referentes ao clima, tipo de solo, vegetação, pressão demográfica e intensidade de uso do solo. A integração dos diferentes índices foi feita utilizando-se diferentes mapas no ambiente SIG. Os resultados obtidos indicaram uma aproximação satisfatória em relação as áreas prioritárias de intervenção.

Bui (1997), desenvolveu um modelo de avaliação do risco de salinização em áreas recém desmatadas no nordeste da Austrália. O modelo foi desenvolvido no ambiente SIG sendo que para as variáveis selecionadas foram aplicados pesos diferentes de acordo com seu impacto na salinização do solo. Os resultados obtidos indicaram que devem ser evitados os desmatamentos em áreas de recarga de aquíferos não confinados, de forma a minimizar os riscos de salinização.

Smets (1996), trabalhou na modelagem dos efeitos do manejo da irrigação na salinidade do solo e transpiração das plantas. O modelo SOWATSAL (Soil and Water Salinization Model) foi utilizado para determinar o impacto do manejo da irrigação na salinização do solo. Os resultados obtidos foram implementados no modelo SWAP93. Sugeriu-se que a combinação de modelos de simulação dinâmica com experimentos de campo é necessária para avaliação do manejo da irrigação visando o controle da salinidade. O estudo foi importante no sentido de avaliar o grau em que as diferentes variáveis de manejo contribuíram para a salinização dos solos, sendo, portanto utilizada como uma ferramenta para previsão de risco de salinização.

3. ÁREA DE ESTUDO

Para a realização do presente trabalho, foi delimitada como área de estudo a bacia hidrográfica do rio Colônia, desde a sua nascente, na Serra da Ouricana, município de Itororó, até a sua foz, em Itapé, sul da Bahia. O rio Colônia banha quatro municípios: Itororó, Itapetinga, Itajú do Colônia e Itapé, município este no qual ocorre a sua confluência com o rio Salgado, passando, então, a ser denominado de rio Cachoeira. A bacia hidrográfica do rio Colônia constitui-se, portanto, numa sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC)

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira está situada no sul da Bahia, entre as coordenadas métricas 8299918 e 8372773; e 375681 e 495161, limitando-se ao norte com as bacias dos rios de Contas e Almada; ao sul, com as bacias dos rios Pardo e Una; a oeste, com a bacia do rio Pardo e a leste com o oceano Atlântico. Apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 4600 km², abrangendo doze municípios: Firmino Alves, Floresta Azul, Jussari, Itajú do Colônia, Ibicaraí, Itapé, Itabuna, Ilhéus, Lomanto Júnior, Santa Cruz da Vitória, Itororó e Itapetinga, sendo que destes, seis, encontram-se totalmente inseridos na área da bacia (Tabela 1). Na Figura 1 pode ser visualizada a delimitação da BHRC, bem como os municípios abrangidos pela mesma. A população total é de aproximadamente 600.000 habitantes (BAHIA, 2001a).

Tabela 1 – Relação dos municípios, com suas respectivas áreas total e pertencente à bacia hidrográfica do rio Cachoeira

Município	Área total (km ²)	Área pertencente à bacia	
		(km ²)	%
Firmino Alves	160,0	160,0	100,00
Floresta Azul	352,9	352,9	100,00
Ibicaraí	220,0	200,0	90,90
Ilhéus	1847,7	194,6	10,53
Itabuna	444,8	313,9	70,50
Itajú do Colônia	1221,8	1221,8	100,00
Itapé	444,8	444,8	100,00
Itapetinga	1615,0	403,7	25,00
Itororó	331,9	331,1	100,00
Jussari	358,0	358,0	100,00
Santa Cruz da Vitória	250,9	250,9	100,00
São José da Vitória	54,8	13,3	24,20

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1995/96 e malha municipal Digital do Brasil 1996.

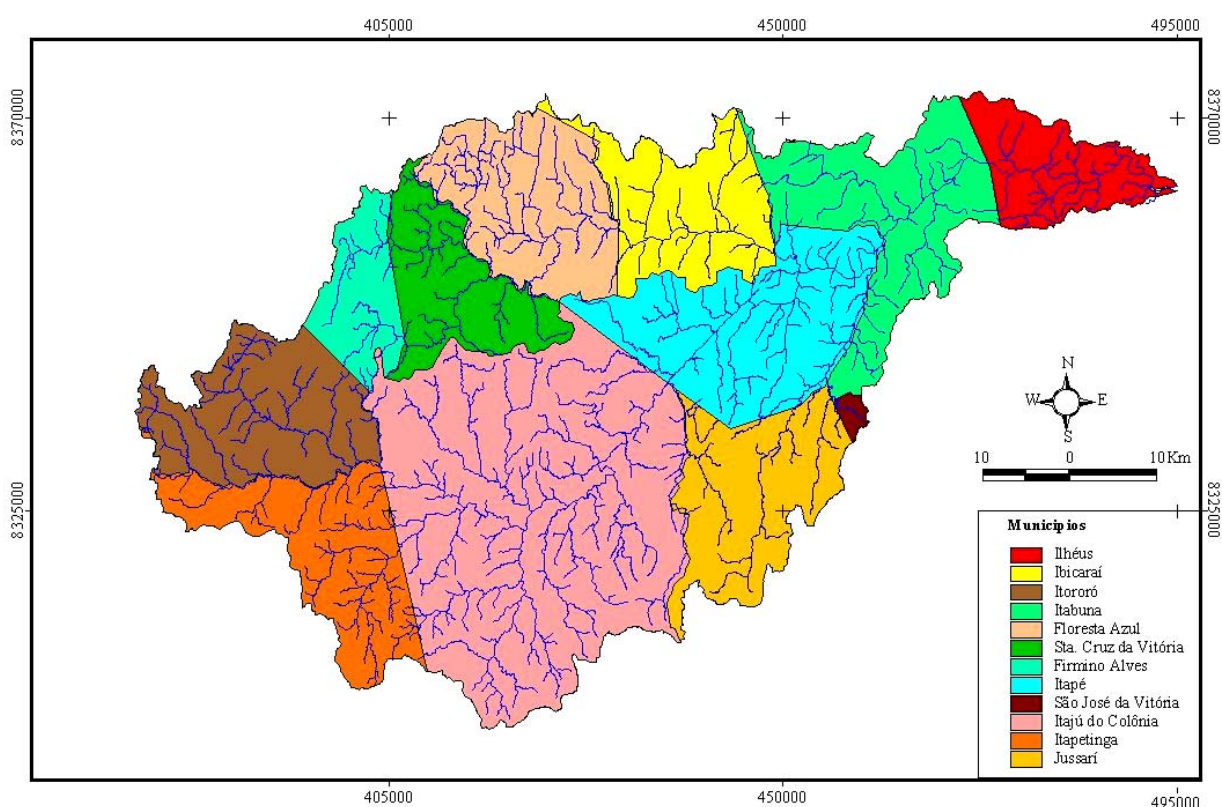


Figura 1 – Municípios abrangidos pela da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

Fonte: Adaptado de Bahia (2001a)

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira origina-se na nascente do rio Colônia, numa altitude de aproximadamente 720 m, na Serra da Ouricana (município de Itororó), atingindo o

seu patamar mais baixo na superfície litorânea do município de Ilhéus. O rio Colônia, após estender-se por 120 km, banhando os municípios de Itororó, Itapetinga, Itajú do Colônia e Itapé, tem sua confluência com o rio Salgado no município de Itapé, passando, então, a receber o nome de rio Cachoeira. O rio Salgado tem sua nascente no município de Firmino Alves e apresenta um curso de 88 km, banhando os municípios de Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí e Itapé, onde tem sua confluência com o rio Colônia. O rio Cachoeira, após percorrer 50 km, banhando os municípios de Itapé, Itabuna e Ilhéus, tem a sua foz no local conhecido como Coroa Grande (município de Ilhéus), onde encontra suas águas com as dos rios Santana e Fundão (Bahia, 2001a). Na Tabela 2 estão apresentados os dados gerais sobre os principais rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

Tabela 2 - Características dos principais rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira

Rio	Características Gerais	
Colônia	Nascente	Serra da Ouricana (Itororó) +/- 800 m alt.
	Extensão	120 km
	Municípios	Itororó, Itapetinga, Itajú do Colônia, Itapé
Salgado	Nascente	Serra do Salgado (Ipiranga – F Alves) +/- 720 m alt.
	Extensão	88 km
	Municípios	Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí, Itapé
Cachoeira	Início	Itapé (confluência dos rios Salgado e Colônia) 100 m de altitude
	Extensão	50 km
	Municípios	Itapé, Itabuna, Ilhéus.

Fonte: Adaptado de Bahia (2001a).

3.2 Bacia Hidrográfica do Rio Colônia (BHRCol)

A bacia hidrográfica do rio Colônia está localizada entre as coordenadas métricas 8299918 e 8353516; e 375681 e 455489 (Figura 2). Apresenta como corpo d'água principal o rio Colônia que, de acordo com a Bahia (2001a), tem suas nascentes no município de Itororó, na Serra da Ouricana, em altitude na ordem de 720 m.

O rio Colônia tem como afluentes principais (Tabela 3) à margem direita: ribeirões Água Preta, Fartura e Riacho do Ourinho e Caracol; e à margem esquerda: rio do Meio, rio Engorda Velho, rio Jacaré e ribeirão Grande (BAHIA, 2001a).

Tabela 3 - Principais afluentes do rio Colônia, com suas respectivas extensões

Margem Esquerda		Margem Direita	
Curso d'Água	Extensão (km)	Curso d'Água	Extensão (km)
Rio do Meio	28	Ribeirão Água Preta	34
Córrego Engorda Velho	26	Ribeirão da Fartura	22
Rio Jacaré	25	Riacho do Ourinho	22
Ribeirão Grande	5	Riacho Caracol	32

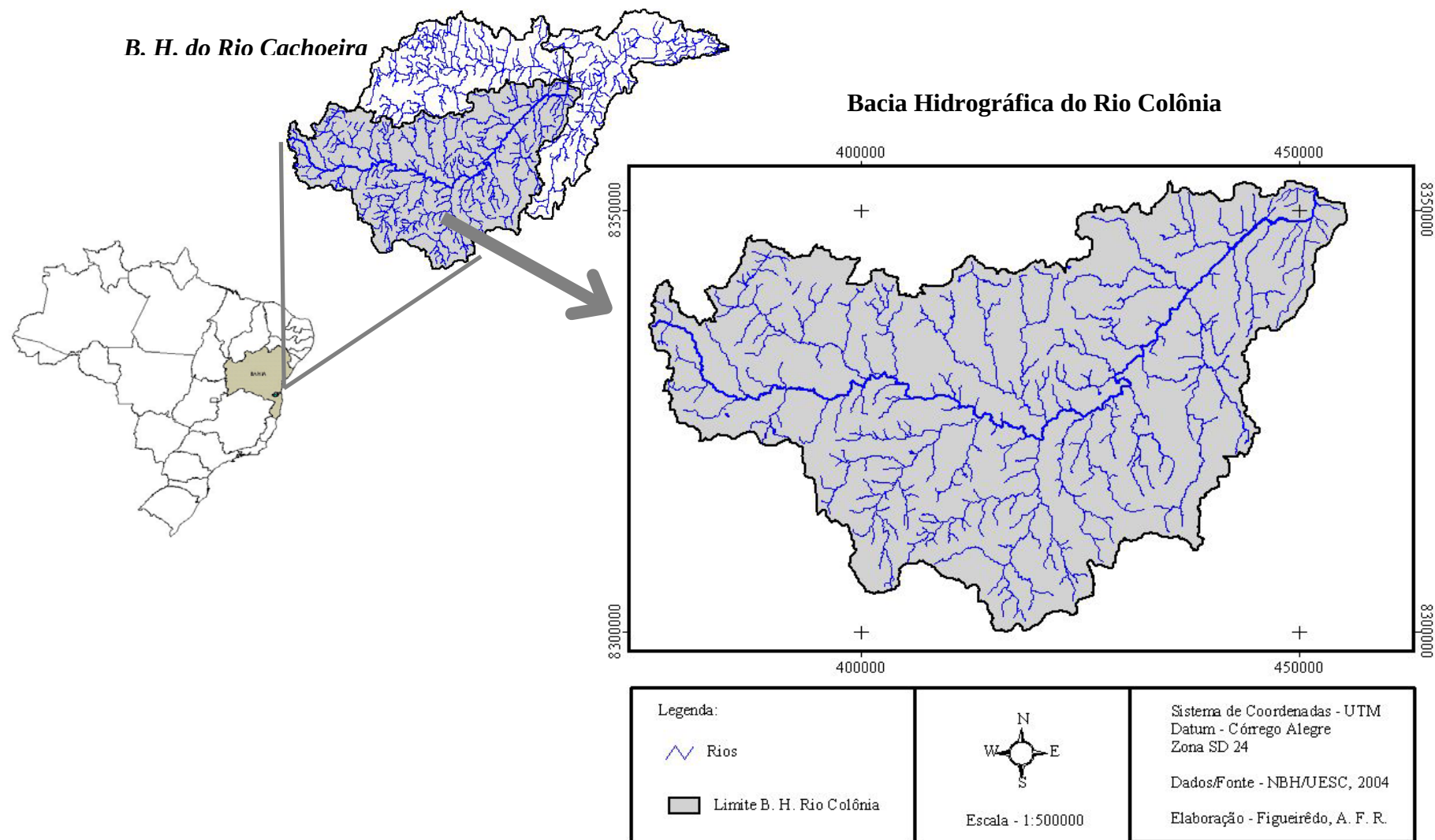


Figura 2 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Colônia.

3.2.1 Tipos de Solos

De acordo com o levantamento pedológico realizado por Nacif (2000), e com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), os solos ocorrentes na BHRCol são: CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos; ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos; ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos; e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos. Maiores detalhes, referentes à descrição dos solos, são apresentados no Anexo I.

Conforme pode ser observado na Figura 3, da área total da BHRCol, os CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos constituem-se no principal tipo de solo representando 73,8%; os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos representam 16,1%; enquanto os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos representam 8%; e os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos constituem-se no tipo de solo que representa a menor área, com apenas 2,1% da área total.

Com relação à permeabilidade, de acordo com Nacif (2000), os CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos constituem o domínio que apresenta a menor permeabilidade (0,042 cm/h no horizonte A e 0,004 cm/h no horizonte B), apresentando, com isso, sérios problemas no que diz respeito à infiltração de água, bem como a percolação dos sais que porventura vierem a ser incorporados via água de irrigação; os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS apresentam uma permeabilidade de 0,213 cm/h no horizonte A e 0,090 cm/h no horizonte B, revelando, portanto, problemas de baixa permeabilidade ao longo do seu perfil; e os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos, comumente definidos como solos velhos, geralmente apresentam boa drenagem, raramente apresentando problemas de infiltração ao longo do seu perfil, e com permeabilidade de 0,177 cm/h no horizonte A e 0,201 cm/h no horizonte B.

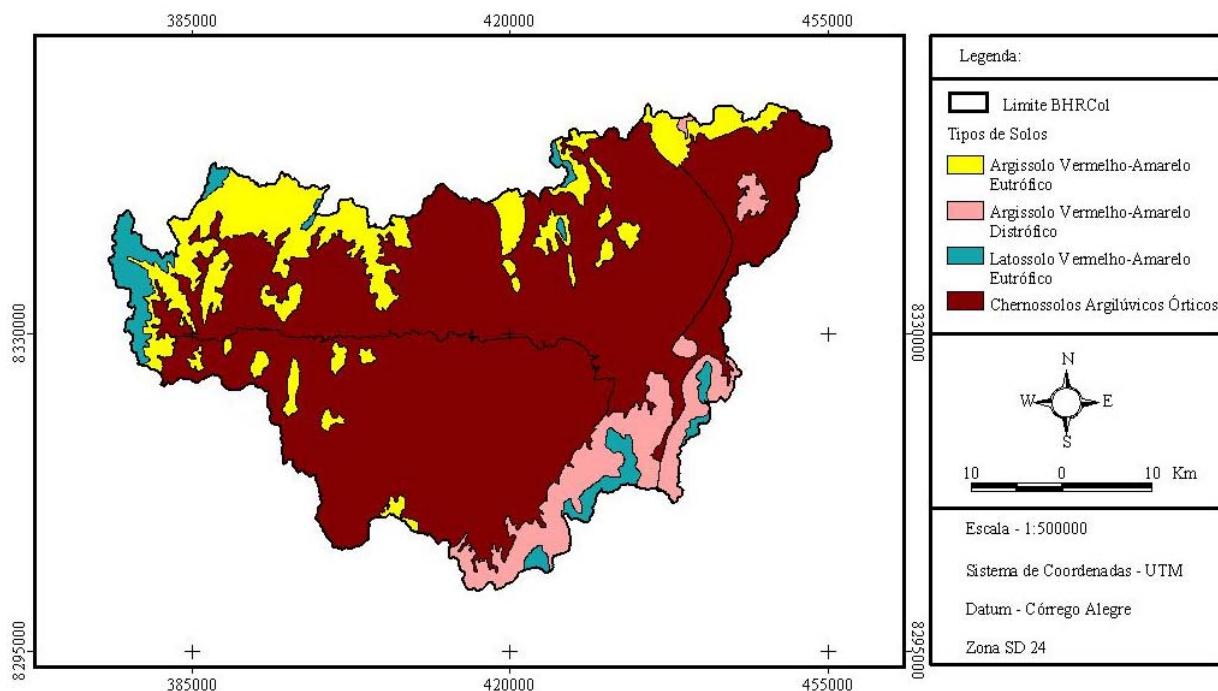


Figura 3 – Tipos de solos da bacia hidrográfica do rio Colônia.
Fonte: Adaptado de Nacif (2000).

3.2.2 Cobertura Vegetal

De acordo com Landau (2003), a pastagem constitui o principal uso da terra da BHRCol, ocupando uma área de 1990,5 km², que corresponde a 85,1 % da área da bacia. A pecuária constitui, portanto, a principal atividade agrícola da região abrangida pela bacia. A cultura do cacau ocupa uma área de 171,2 km², representando 7,32 % da área. A área de capoeira é de 119,7 km², ou 5,12 % da área da bacia. A área de mata corresponde a apenas 57,6 km², ou seja, 2,46 % da área da bacia.

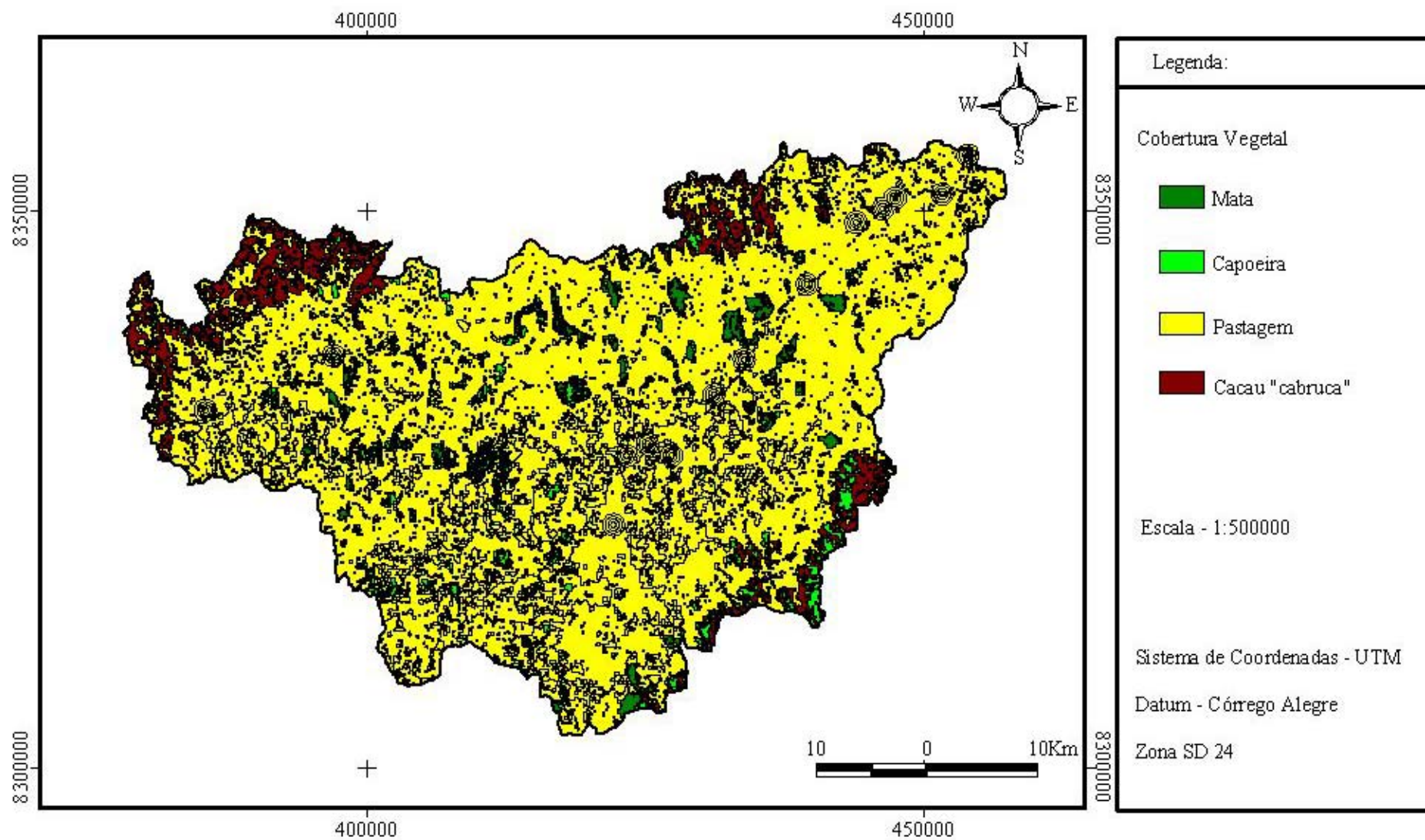


Figura 4 – Cobertura Vegetal na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Colônia.
 Fonte: Adaptado de Landau (2003).

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização Geral

Para a caracterização geral da bacia hidrográfica do rio Colônia foi utilizado o software *Arcview 3.2a*, sendo que os dados primários foram obtidos a partir dos estudos realizados pelo Governo do Estado da Bahia (2001a), bem como da base de dados do Núcleo de Bacias Hidrográficas (NBH) da Universidade Estadual de Santa Cruz.

4.2 Caracterização Fisiográfica

A caracterização fisiográfica da bacia do rio Colônia foi realizada a partir de parâmetros físicos, tais como: área de drenagem, perímetro, comprimento dos cursos d'água, perfil longitudinal e declividade. Estas características fornecem subsídios para as análises comparativas do escoamento superficial nas bacias. Para a determinação de tais parâmetros foram utilizados mapas da base de dados do NBH da Universidade Estadual de Santa Cruz, os quais foram manipulados no software *Arcview 3.2 a*.

Os índices fisiográficos determinados foram os descritos em Singh (1992), sendo estes: coeficiente de compacidade - K_c , fator de forma - K_f , densidade de drenagem - D_d , tempo de concentração - T_c e perfil longitudinal do rio principal - I_c :

4.2.1 Coeficiente de Compacidade (Kc): é definido como sendo a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de área igual à da bacia.

$$Kc = \frac{P}{C} = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Eq. 1}$$

sendo :

P = perímetro da bacia [L];

A = área da bacia [L²];

C = circunferência [L].

O coeficiente de compacidade é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independente do seu tamanho. O coeficiente Kc = 1 corresponde a uma bacia circular. Numa bacia circular o tempo de concentração é homogêneo para todos os pontos da bacia e, por consequência, há possibilidade de cheias maiores. Portanto, quanto mais próximo for o Kc da unidade maior, maior será a susceptibilidade da bacia hidrográfica à enchentes.

4.2.2 Fator de Forma (Kf): é definido como sendo a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica. A largura média é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia, obtido medindo-se a extensão do curso d'água mais longo:

$$K_f = \frac{A}{L} \quad \text{Eq.2}$$

sendo:

A = área da bacia [L²]; e

L = extensão do curso d'água mais longo [L].

O fator de forma constitui-se em um outro índice indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia, comparando a forma com um quadrado. Uma bacia

com fator de forma baixo deve ser alongada e, por isso, fica menos sujeita a enchentes, já que o hidrograma recebe contribuições distribuídas ao longo do canal longitudinal da bacia.

4.2.3 Densidade de Drenagem (D_d) : é definida como a relação entre a extensão total dos cursos d'água e a área da bacia:

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad \text{Eq. 3}$$

sendo:

L_t = extensão total dos cursos d'água [L]; e

A = área da bacia [L^2].

Um alto índice de densidade de drenagem significa que existe mais água circulando na bacia, porque existe a capacidade de erodir e estabelecer mais cursos de água. Este fator depende também das condições de relevo, cobertura e tipo de solo, já que estes influenciam a geração de escoamento superficial.

4.2.4 Tempo de Concentração (T_c) : O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido como o tempo necessário para água que precipita no ponto mais distante da bacia, deslocar-se até a seção principal (TUCCI, 1993). O T_c foi calculado utilizando-se a equação descrita por Kirpich (1940):

$$T_c = 57(L/H)^{0,385} \text{ [min]} \quad \text{Eq. 4}$$

onde:

L = extensão do curso principal [L]; e

H = desnível [L].

4.2.5 Perfil Longitudinal do Rio Principal (I_c) : O perfil longitudinal do rio principal mostra a variação de altitude do curso d'água ao longo do seu comprimento. A partir do perfil, são determinadas as declividades do rio principal e, se houver necessidade, de outros trechos de rio. A declividade é determinada por:

$$I_c = \text{desnível/comprimento [m/km]} \quad \text{Eq. 5}$$

4.3 Clima

4.3.1 Precipitação Atmosférica

Para a determinação da precipitação média da bacia hidrográfica do rio Colônia foi utilizado o método de Thiessen, descrito em Calasans *et al* (2002).

Tendo em vista que a bacia do rio Colônia constitui uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, para a determinação da precipitação pluviométrica média da bacia, foram utilizados todos os postos pluviométricos disponíveis na bacia do rio Cachoeira, de forma a se obter dados mais consistentes. Ressalta-se, que, para a determinação da precipitação média da bacia do rio Colônia foi “recortada”, posteriormente, apenas a área de interesse.

Os critérios adotados para a seleção das estações meteorológicas e dos postos pluviométricos utilizados no presente estudo foram os seguintes:

- Localização espacial: de forma a permitir a representação da variação da precipitação da área.
- Disponibilidade de dados.

- Período de observação: quanto mais longo o período de observação, mais representativa é a média mensal.

Utilizando-se os três critérios acima descritos, as estações meteorológicas e os postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Cachoeira utilizados no presente trabalho são apresentados na Tabela 4 e na Figura 5. Os dados pluviométricos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 – Estações Meteorológicas e Postos Pluviométricos utilizados. Período de observação: 1982 – 2001

Postos / Estações	Município	Código	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
Itabuna	Itabuna	P 1	14°47' S	39°12' W
Ibicaraí	Ibicaraí	P 2	14°52' S	39°36' W
Floresta Azul	Floresta Azul	P 3	14°52' S	39°39' W
Santa Cruz da Vitória	Santa Cruz da Vitória	P 4	14°58' S	39°49' W
Itororó	Itororó	P 5	15°07' S	40°07' W
CEPEC	Ilhéus	E 1	14°45' S	39°13' W
Itajú do Colônia	Itajú do Colônia	E 2	15°08' S	39°43' W
Jussari	Jussari	E 3	15°11' S	39°29' W

Fonte: Bahia (2001b).

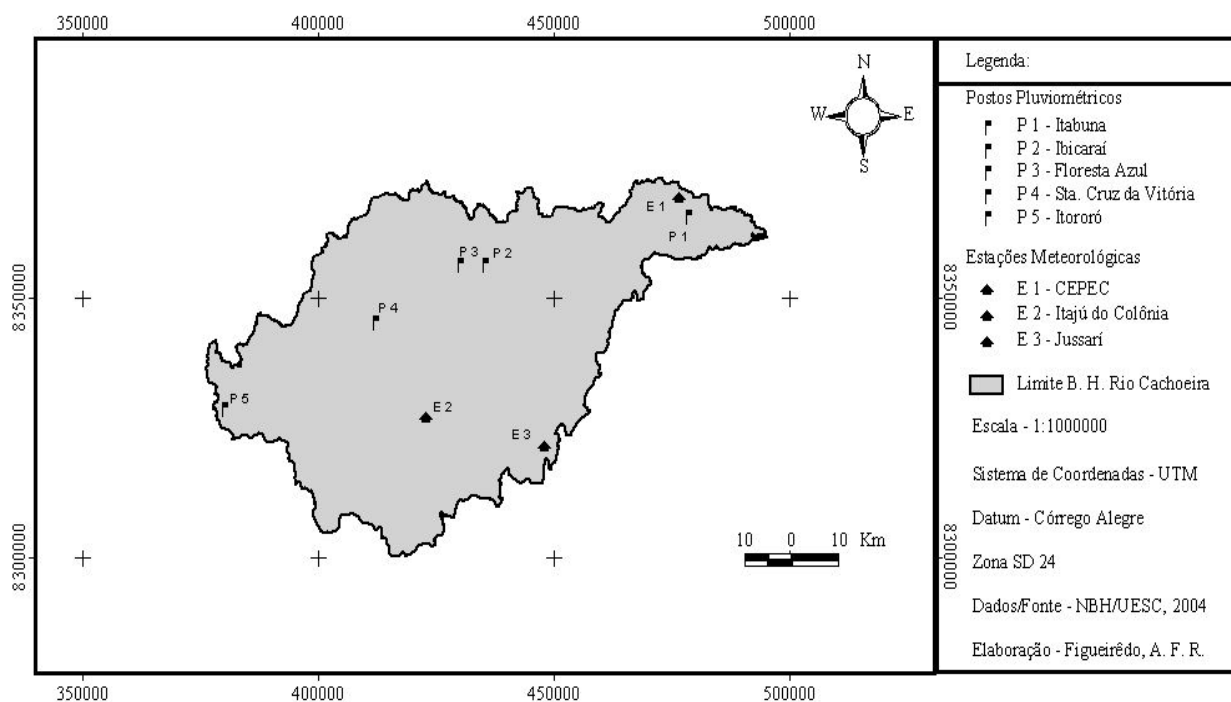


Figura 5 - Localização dos postos pluviométricos e estações meteorológicas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

Tabela 5 - Dados Pluviométricos (mm) – Média Mensal - Período de observação: 1982 – 2001

Estações / Postos	Meses												Total
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Itabuna	87,6	99,4	140	106,7	88,9	89,7	89,6	79,4	61,7	105,2	133,7	170,1	1252,0
Ibicaraí	84,0	84,7	118,6	99,9	73,5	70,9	77,8	70,8	55,6	84,7	120,3	140,7	1081,5
Floresta Azul	57,9	59,3	98,4	75,6	60,9	55,7	66,0	59,7	46,0	73,0	112,9	116,7	882,1
Sta. Cruz da Vitória	76,1	61,3	107,2	74,8	54,9	54,7	41,2	33,5	34,1	53,7	109,4	123,4	824,3
Itororó	86,1	68,3	123,3	79,5	51,3	47,1	44,8	41,6	37,6	69,9	131,6	150,5	931,6
CEPEC	107,6	134	185,3	149,7	139	121,6	127,3	101,5	95,3	134,2	168,9	208,9	1673,3
Itajú do Colônia	81,2	87,8	134,5	87,7	62,8	49,4	48,0	38,0	39,2	65,2	114,0	142,3	950,1
Jussari	101,5	109,5	146,8	100,2	87,1	77,7	73,7	64,7	62,8	89,6	145,0	151,9	1210,5

Fonte: Setor de Climatologia - CEPEC/CEPLAC, 2005.

4.3.2 Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial foi estimada através da metodologia descrita por Thornthwaite (1948), sendo que os dados de temperatura (°C) necessários para a sua estimativa foram obtidos a partir da estação meteorológica de Itajú do Colônia, em função desta ser a única estação inserida (localizada) na área da BHRCOL.

4.3.3 Índice de Aridez

De acordo com Thornthwaite (1941), o grau de aridez de uma região depende da quantidade de água advinda da chuva (P) e da perda máxima possível de água através da evapotranspiração potencial (ETP). A fórmula de Thornthwaite (1941), como é conhecido o índice de aridez, foi posteriormente ajustada por Penman (1953), a fim de que se elaborasse a classificação que é hoje aceita. A Tabela 6 apresenta a classificação climática para o índice de aridez, conforme critérios estabelecidos por Thornthwaite (1941), ajustado por Penman (1953).

Tabela 6 – Classes de clima de acordo com o índice de aridez

Classe	Índice de Aridez
Hiper-árido	<0,03
Árido	0,03 – 0,20
Semi-árido	0,21 – 0,50
Súb-úmido seco	0,51 – 0,65
Súb-úmido e úmido	>0,65

Fonte: BRASIL - Resolução CONAMA Nº 238.

O mapa de risco de salinização, referente ao critério clima, foi elaborado a partir do índice de aridez, sendo utilizado 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.

4.4 Solo

Os tipos de solos foram classificados em função dos dados de permeabilidade (condutividade hidráulica) obtidos a partir dos estudos realizados por Nacif (2000). Para cada valor de condutividade hidráulica foram atribuídos pesos respectivos, considerando que maiores valores de condutividade hidráulica significavam maiores taxas de infiltração e, conseqüentemente, menor risco de salinização.

4.5 Condutividade Elétrica da Água

A qualidade da água para a irrigação foi determinada pela metodologia proposta por Richards (1954) descrita em Bernardo (1995). Essa metodologia de classificação da água é a mais utilizada em todo o mundo, e é recomendada pelo Laboratório de Salinidade dos EUA (USDA), que se baseia na condutividade elétrica (CE), como indicadora do risco de salinização, e na Razão de Adsorção de Sódio (RAS), como indicadora de risco de sodificação do solo. Ressalta-se que como o presente trabalho objetiva determinar o risco de salinização de solos, aferiu-se apenas a condutividade elétrica (CE) da água da BHRCol.

De acordo com esta metodologia, o risco de salinização do solo pode ser: baixo (condutividade elétrica entre 0 e 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C), médio (condutividade elétrica entre 250 e 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C), alto (condutividade elétrica entre 750 e 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C) e muito alto (condutividade elétrica entre 2250 e 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C).

4.5.1 Processamento dos Dados

Para a aplicação dos testes estatísticos, foram analisados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade. Para verificar a normalidade das variáveis, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e, para verificar a homocedasticidade, isto é, se a variância entre grupos pode ser considerada igual para todos eles, foi aplicado o Teste de Levene (NORUSIS, 1993). Como a variável (condutividade elétrica da água) não apresentou normalidade, utilizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, para analisar a significância estatística dessas diferenças.

Devido à natureza da presente pesquisa, cujas medidas dos dados estão sujeitas a erros de coleta, de instrumentação, de medição, condições de levantamento de dados, dentre outros fatores, o nível de significância estabelecido foi de 5%. Todavia, foi colocado o valor de p do teste, a fim de possibilitar ao leitor extrair suas próprias conclusões.

Foi utilizada, também, a estatística descritiva (mínimo, máximo e média), para estabelecer a classificação (risco de salinização) da qualidade da água (condutividade elétrica), sendo os resultados das análises, expressos em porcentagem do total de amostras, distribuídos, por ponto, dentro de cada classe.

O processamento dos dados foi realizado utilizando o pacote estatístico SPSS – *Statistical Package for Social Science* (NORUSIS, 1993).

4.5.2 Coleta e Análise da Água

Foram realizadas quatro campanhas para coleta de amostras de água ao longo da BHRCol a fim de determinar o risco potencial de salinização de solos, quando de sua utilização para a irrigação de áreas da bacia. As datas das campanhas (Tabela 7) foram

previamente determinadas em função do clima da região, sendo escolhidas duas campanhas em período chuvoso (campanhas 1 e 3) e duas campanhas em período seco (campanhas 2 e 4), a fim de verificar se a variação na condutividade elétrica da água nestes períodos era suficiente para alterar a classificação da água em relação ao risco de salinização. As amostras de água foram coletadas em fracos de polietileno, os quais foram acondicionados em caixas de isopor com gelo, sendo posteriormente levados ao laboratório.

Tabela 7 – Data das campanhas realizadas para coleta de água na BHRCol.

Campanha	Data
Campanha 01	18/11/2004
Campanha 02	20/01/2005
Campanha 03	17/03/2005
Campanha 04	19/05/2005

A condutividade elétrica foi determinada no Laboratório de Oceanografia Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, com o auxílio de um condutivímetro marca *Multiline P3* (Figura 6).

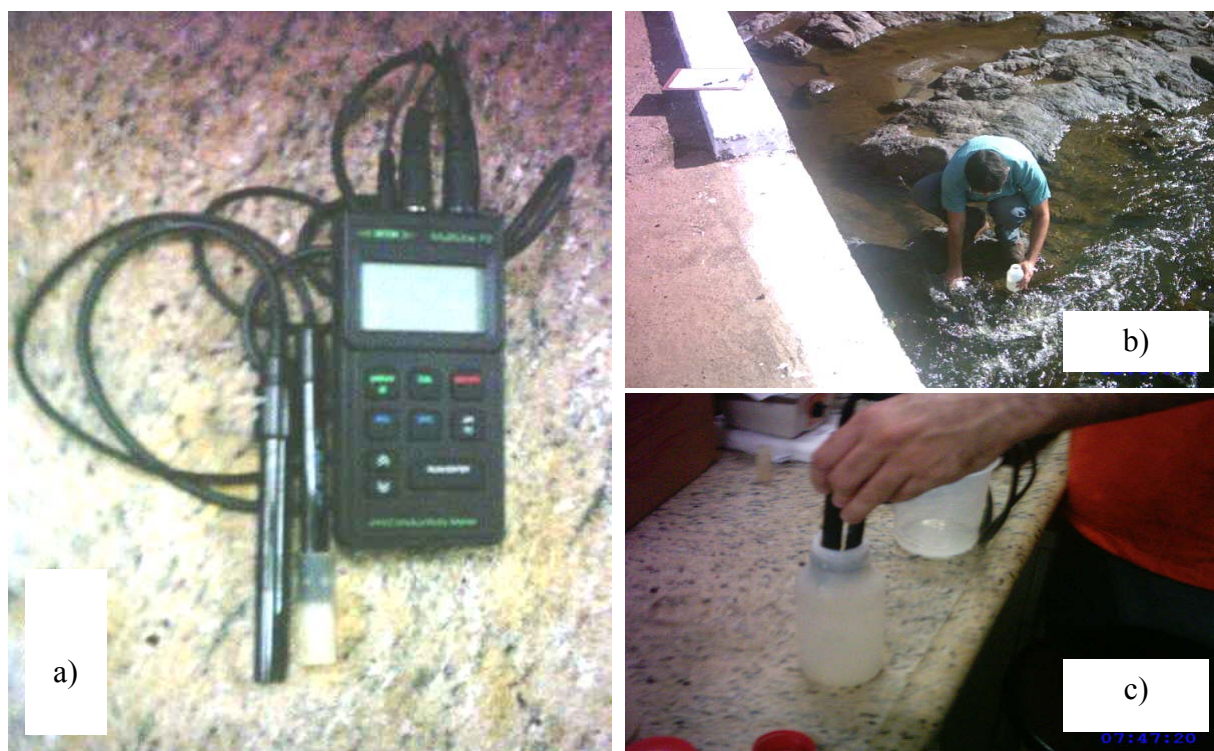


Figura 6 – a) Condutivímetro *Multiline P3*; b) Coleta de água para análise em laboratório. Ponto de coleta PC 02; c) Análise da condutividade elétrica da água em laboratório.

4.5.3 Pontos de Coleta

Para a definição dos pontos de coleta foram efetuadas pesquisas bibliográficas referentes à geologia e pedologia da bacia do rio Colônia, tendo como meta a identificação dos principais tipos de rochas e de solos da área. Foi analisado, também, o mapa hidrográfico, sendo, então, realizada uma campanha prospectiva no intuito de se determinar a variabilidade da condutividade elétrica da água ao longo da bacia.

Baseando-se na avaliação preliminar, foram definidos quatorze pontos de coleta, distribuídos ao longo do rio Colônia e seus afluentes, contemplando da forma mais realista possível a bacia hidrográfica do rio Colônia.

A Tabela 8 apresenta os dados de localização dos pontos de coleta. A área de influência de cada ponto de coleta foi obtida através do método de interpolação IDW (Inverse Distance Weight) no ambiente SIG ArcView 3.2a, extensão *Spatial Analyst v. 1.1*. Maiores detalhes referentes aos pontos de coleta, podem ser consultados no Anexo II.

Tabela 8 – Localização Geográfica dos Pontos de Coleta de água na bacia do rio Colônia.

Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas ¹	
	x	y
PC 01	451837	8352310
PC 02	449511	8348788
PC 03	445313	8348451
PC 04	444191	8347511
PC 05	441781	8346260
PC 06	437383	8340682
PC 07	428987	8330750
PC 08	425185	8325280
PC 09	423012	8326338
PC 10	419960	8319057
PC 11	421873	8325297
PC 12	421096	8325271
PC 13	394757	8334282
PC 14	383194	8329378

¹ Sistema de Coordenadas/Projeção – UTM (*Universal Transversa de Mercator*); Datum – Córrego Alegre; Zona SD 24.

4.5.4 Elaboração do Mapa de Risco de Salinização

O mapa de risco de salinização de solos foi elaborado utilizando-se o método de interpolação IDW (Inverse Distance Weight), o qual 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).

4.6 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).

4.7 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).

4.8 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 (2003).

4.9 Elaboração de Mapas Temáticos

Os mapas referentes aos critérios a serem considerados na determinação do risco de salinização de solos na bacia hidrográfica do rio Colônia, foram elaborados e manipulados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) *ArcView GIS versão 3.2a*; sendo utilizadas as extensões *ArcView Projection Utility Wizard from ArcView v. 3.2*, *Geoprocessing*, *ArcView Spatial Analyst v. 1.1*, *ArcView 3D Analyst v. 1.0*, desenvolvidos pela Environmental Systems Research Institute (ESRI), Redlands, CA, EUA.

4.10 Determinação do Risco de Salinização dos Solos

Para a determinação do risco de salinização dos solos foram dadas notas de risco de salinização a cada uma das unidades de mapeamento dos mapas (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 obedeceram a critérios específicos:

- **clima**, as notas de risco de salinização foram baseadas no índice de aridez da bacia, sendo que quanto maior o índice de aridez maior a nota de risco de salinização;
- **solo**, baseou-se nas características de permeabilidade, sendo que quanto menor a permeabilidade maior o risco;

- **condutividade elétrica da água**, seguiu-se a metodologia proposta por Richards (1954) descrita em Bernardo (1995), ou seja, quanto maior a condutividade elétrica maior o risco;
- **malha hídrica**, em ambos os grupos (rio Colônia e afluentes), a menor distância do centro dos rios foi associada a um maior risco de salinização;
- **declividade**, utilizou-se o critério de que quanto maior a declividade menor o risco, desta forma: risco baixo, para áreas de declividade superior a 60%; risco médio, para áreas de declividade entre 40% e 60%; risco alto para áreas de declividade entre 20% e 40%; e risco muito alto de salinização de solos para as áreas de declividade inferior a 20%.
- **cobertura vegetal**, levou-se 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.

Ressalta-se que para atribuir as notas de risco de salinização de cada mapa foram consultados especialistas de cada área.

As notas atribuídas a cada unidade de mapeamento variaram de 1 a 4, sendo 1 para risco baixo, 2 para risco médio, 3 para risco alto e 4 para risco muito alto de salinização de solo. Foram gerados, então, mapas de risco de salinização de solos referentes a cada critério.

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. 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.

A aplicação desse processo reduz o estudo de sistemas extremamente intrincados a uma sequência de comparações aos pares de componentes adequadamente identificados, pois é uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação pareada. 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).

Nesta técnica, 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, conforme uma escala pré-definida (Tabela 9).

Tabela 9 – Escala de Valores para Comparação Pareada no Processo Analítico Hierárquico

Intensidade de importância	Definição
1	Importância igual – os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada – um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	Importância essencial – um fator é claramente mais importante que o outro.
7	Importância demonstrada – um fator é fortemente favorecido e sua importância foi demonstrada na prática.
9	Importância extrema – a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais.

Saaty (1991) fez experiências com várias escalas (3, 5, 7, 9, 20) e concluiu que a escala de nove valores fornece flexibilidade suficiente para diferenciar dois elementos; embora não impeça a utilização de outras escalas de julgamento. A partir do estabelecimento de critérios de comparação para cada combinação de fatores, é possível determinar um conjunto ótimo de pesos que podem ser utilizados para a combinação dos diferentes mapas.

Os resultados (números) obtidos com os julgamentos, através da comparação paritária, são colocados numa matriz (**A**) quadrada (**n x n**). A matriz apresenta-se da seguinte forma:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & . & . & . & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & . & . & . & a_{2n} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & . & . & . & 1 \end{pmatrix}$$

As matrizes construídas desta forma facilitam a valoração do grau de importância dos critérios e sub-critérios, diminuindo, assim, a inconsistência dos julgamentos dos decisores.

Posteriormente, determinou-se o índice de consistência, o qual é calculado pela Eq 6:

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad \text{Eq. 6}$$

onde,

$\lambda_{\max}$ é uma medida de consistência a partir de **n**, sendo então, o maior autovalor da matriz A,

n corresponde à ordem da matriz.

O índice de consistência mede o desvio dos julgamentos da consistência; quanto mais próximo o índice estiver de zero, melhor será a consistência global da matriz de comparação de julgamentos. Segundo Saaty (1991), consistência quer dizer que, quando uma quantidade básica de julgamentos de uma matriz foram feitos, isto é, pelo menos **(n-1)** comparações, passa-se a deduzir os outros julgamentos até completar a matriz.

O grau de inconsistência ou incomparabilidade é medido através da Eq 7.

$$RC = IC / IR \quad \text{Eq. 7}$$

onde,

RC é o grau de inconsistência,

IC é o índice de consistência e,

IR é o índice randômico.

O **IR**, índice randômico, é baseado na escala de 1-9. Para cada ordem de matriz, foi construída uma amostra de tamanho 100, sendo que as suas entradas foram preenchidas randomicamente. As entradas da diagonal principal são unitárias, e para cada posição acima da diagonal, foram colocados randomicamente qualquer dos inteiros de 1-9 ou seus recíprocos. Na posição abaixo da diagonal foram colocados seus recíprocos forçados. Por exemplo, se na posição $a_{ij} = 6$, então na posição $a_{ji} = 1/a_{ij} = 1/6$. A seguir as matrizes são calculadas e é encontrada a média de $(\lambda_{\max} - n) / (n-1)$ para as 100 matrizes correspondentes a cada valor de n . Os cálculos foram repetidos para uma amostra de tamanho 500. A Tabela 10 mostra a ordem das matrizes e seus respectivos **IR's**.

Tabela 10 - Índices randômicos calculados em função da ordem das matrizes

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

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.

Para a determinação do risco de salinização dos solos da bacia hidrográfica do rio Colônia foi construída uma matriz utilizando-se os critérios/mapas: clima, solo, condutividade elétrica da água, malha hídrica, declividade e cobertura vegetal; sendo esta a ordem de grau de importância de cada critério.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia

De acordo com as informações geradas no presente estudo, a bacia hidrográfica do rio Colônia apresenta 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.

O rio Colônia, conforme afirmado por Bahia (2001a), banha quatro municípios (Itororó, Itapetinga, Itajú do Colônia e Itapé), porém, a bacia do rio Colônia, abrange, em toda a sua área de drenagem, cinco municípios: Itororó, Itapetinga, Itajú do Colônia, Jussarí e Itapé. Na Tabela 11 encontra-se a relação dos municípios abrangidos pela bacia do rio Colônia, com suas respectivas áreas total e pertencente à bacia. Na Figura 7 são ilustrados os respectivos municípios. Observa-se que dos municípios abrangidos pela bacia do rio Colônia, apenas os municípios de Itororó e Itajú do Colônia apresentam-se 100% inseridos na área da bacia.

Tabela 11 – Relação dos municípios, com suas respectivas áreas total e pertencente à bacia do rio Colônia

Município	Área total (km ²)	Área pertencente à bacia	
		(km ²)	%
Itapé	444,8	321,5	72,30
Jussari	358,0	103,6	28,94
Itajú do Colônia	1221,8	1221,8	100,00
Itororó	331,9	331,1	100,00
Itapetinga	1615,0	403,7	25,00

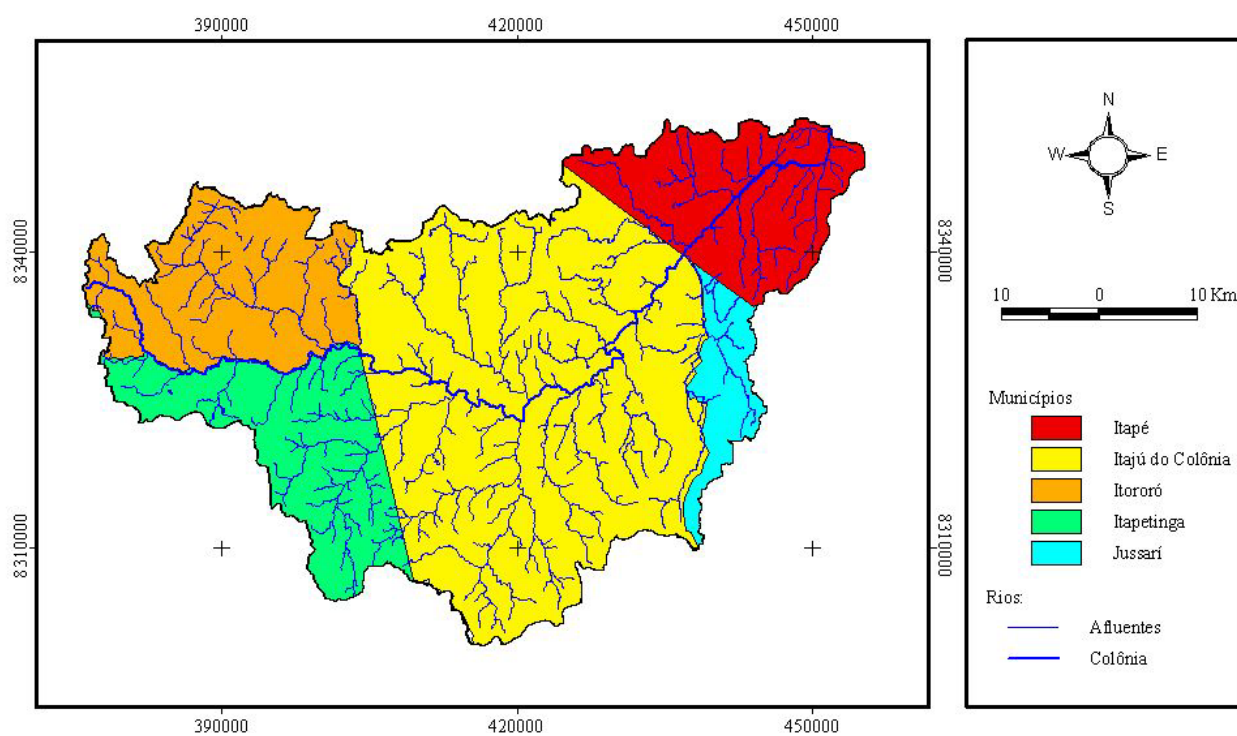


Figura 7 – Municípios abrangidos pela bacia hidrográfica do rio Colônia.

5.2 Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia

Conforme pode ser observado na Tabela 12, a bacia hidrográfica do rio Colônia apresenta alto coeficiente de compacidade (K_c) e baixo fator de forma (K_f), significando que o tempo de concentração é bastante heterogêneo, isto é, o escoamento superficial apresenta tempos diferenciados de chegada à área de deságüe, devido à forma alongada da bacia.

Tabela 12 - Índices Fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Colônia

Característica	Índices Fisiográficos
Área de Drenagem (A)	2339 km ²
Extensão do Rio Principal (L)	137 km
Perímetro (P)	323 km
Desnível (Dh)	680 m
Tempo de Concentração (Tc)	30,8 h
Extensão Total dos Cursos d'Água (LL)	1353 km
Declividade do Rio Principal	4,96 m/km
Fator de Forma (K_f)	0,125
Coef. de Compacidade (K_c)	1,87
Densidade de Drenagem (DD)	0,578 km/km ²

O perfil longitudinal do rio Colônia é apresentado na Figura 8, sendo que uma das características marcantes é a diferença acentuada de declividade ao longo do rio. Conforme pode ser observado na Figura 8, da nascente do rio Colônia até os primeiros 20 km, a declividade é bastante acentuada, apresentando um valor médio de aproximadamente de 2,72%. A partir deste ponto, até a área de deságüe, a declividade é bastante baixa, com um valor estimado de 0,128%.

Devido a estas características, a velocidade da água nos primeiros 20 km do rio Colônia é bastante elevada, com alto poder erosivo e de transporte de sedimentos. Da confluência com o rio do Meio até a confluência com o ribeirão Água Preta, a declividade do

rio Colônia é muito baixa (0,024%), propiciando a ocorrência de altas lâminas de água com baixa velocidade e grande potencial para deposição de sedimentos.

Entre as confluências com o ribeirão Água Preta e o rio Salgado a declividade aumenta (0,27%), voltando a decrescer acentuadamente tendo em vista à característica de planície encontrada no trecho da sua foz. A aceleração das águas no trecho entre o ribeirão Água Preta e o rio Salgado, aliado às águas do rio Salgado, quando encontram a planície do trecho final, contribuem para formar uma zona de inundação maior, capaz de acomodar as grandes vazões, mas provocando, esporadicamente enchentes nos municípios de Itabuna e Ilhéus.

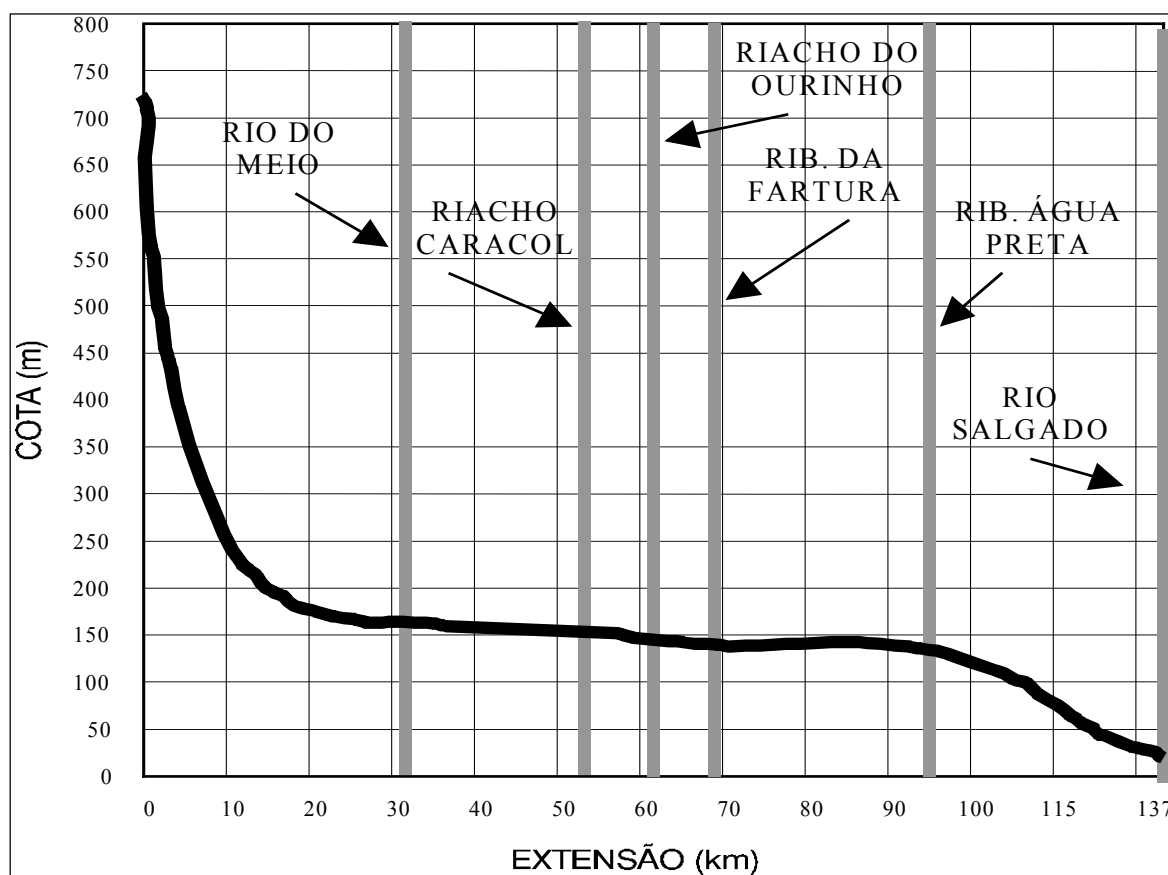


Figura 8 - Perfil longitudinal do rio Colônia.

5.3 Clima

5.3.1 Precipitação Atmosférica

Na Figura 9 pode-se observar o mapa obtido após aplicação da Metodologia de Thiessen em função das estações/postos da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

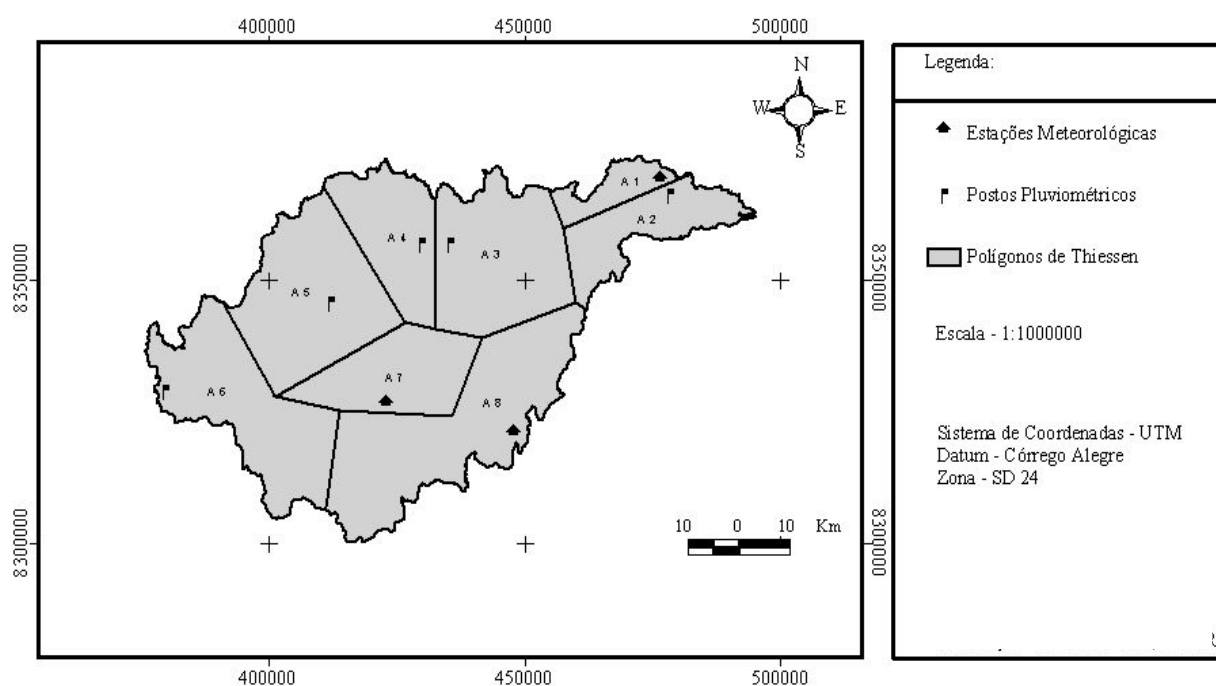


Figura 9 - Áreas de influência das estações meteorológicas e postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

O recorte da área de interesse (área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Colônia) é ilustrado na Figura 10. As áreas de influência obtidas para cada estação meteorológica e posto pluviométrico utilizados para a determinação da precipitação pluviométrica média mensal da BHRCol são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Áreas de Influência e Percentagem da Área Total Referente às Estações Meteorológicas e Postos Pluviométricos

Estação Meteorológica ou Posto Pluviométrico	Símbolo	Área de Influência (km ²)	Percentagem da Área Total (%)
Ibicaraí	A1P2	246,0	10,5
Floresta Azul	A2P3	63,0	2,7
Santa Cruz da Vitória	A3P4	283,0	12,1
Itororó	A4P5	693,0	29,6
Itajú do Colônia	A5E2	425,0	18,2
Jussari	A6E3	629,0	26,9
TOTAL	-----	2339,0	100,0

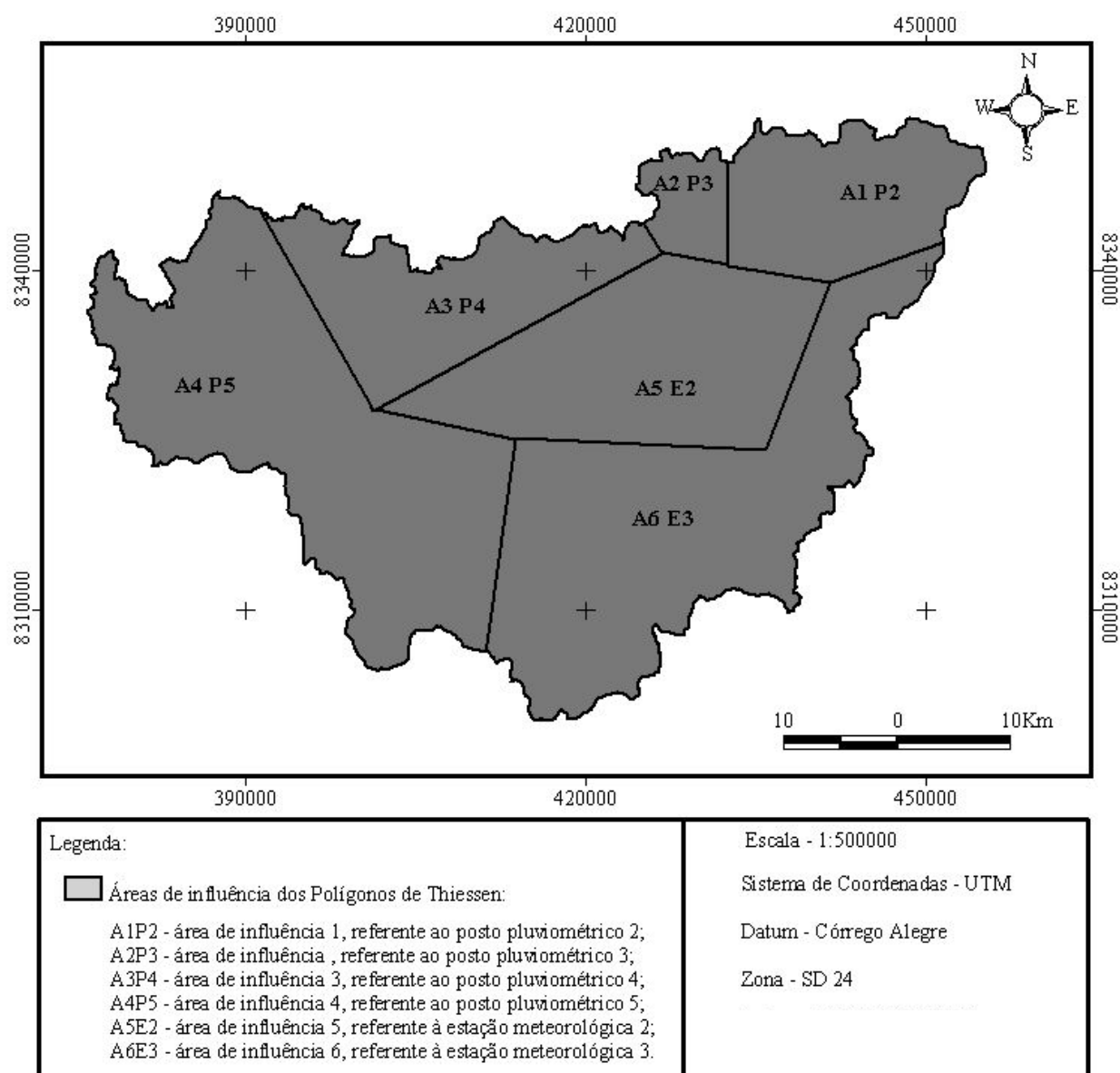


Figura 10 - Áreas de influência das estações meteorológicas e postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Colônia.

Com os dados de precipitação pluviométrica de cada estação/posto e as áreas apresentadas na Tabela 13, a precipitação total média mensal calculada para a bacia é apresentada na Tabela 14 e ilustrada na Figura 11.

Tabela 14 – Precipitação média mensal da bacia do rio Colônia, obtidas através do método de Thiessen, com dados primários referentes a uma série histórica de 20 anos (1982 – 2001)

Meses	Precipitação Média (mm)
Janeiro	87,1
Fevereiro	83,5
Março	128,5
Abril	88,0
Maio	66,0
Junho	59,3
Julho	56,7
Agosto	49,7
Setembro	46,3
Outubro	74,0
Novembro	127,6
Dezembro	144,1
TOTAL	1010,8

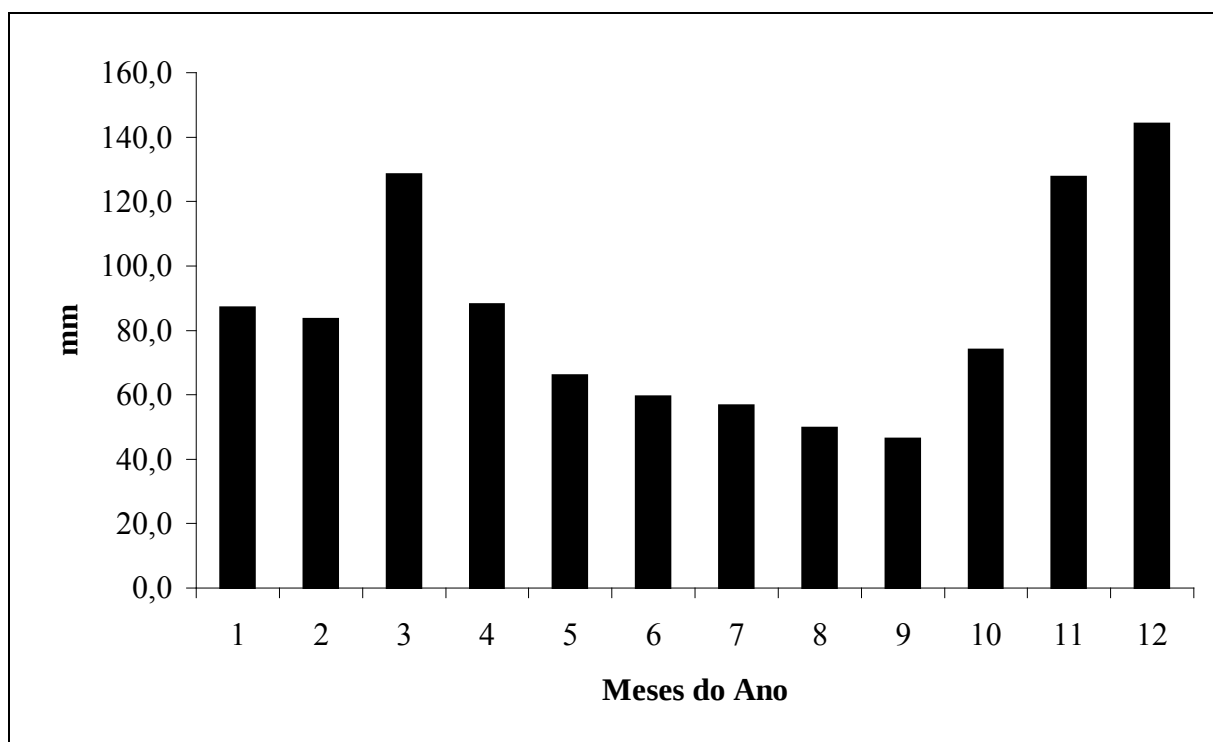


Figura 11 - Precipitação média mensal (mm) na bacia hidrográfica do rio Colônia – série histórica: 20 anos – 1982 – 2001.

Conforme pode ser observado, a precipitação média calculada através do Método de Thiessen, fornece uma tendência geral da variação anual média da pluviosidade na bacia em estudo.

A precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio Colônia é de 1010,8 mm, sendo que se observa a ocorrência de dois períodos bastante distintos, um mais chuvoso, com precipitações superiores a 100 mm, destacando-se aí o mês de dezembro, com uma precipitação média de 144,1 mm, e outro mais seco, com precipitações inferiores a 90 mm, merecendo destaque o mês de setembro, com uma precipitação média de 46,3 mm. De acordo com a Estação Meteorológica de Itajú do Colônia, a média anual de dias sem chuva é de 217, sendo que a média mensal é de 18 dias.

O mês de setembro caracteriza-se por ser o período mais seco do ano, apresentando uma precipitação média menor em aproximadamente 68% quando comparada com o mês de dezembro, mês de maior precipitação na bacia.

5.3.2 Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial média obtida a partir dos dados da Estação Meteorológica de Itajú do Colônia é apresentada na Tabela 15, podendo ser visualizada na Figura 12.

Tabela 15 – Evapotranspiração potencial média na bacia do rio Colônia. Período de Observação: 1982 – 2001

Mês	ETP (mm)
Jan	126,7
Fev	113,1
Mar	122,6
Abr	103,1
Mai	90,7
Jun	66,9
Jul	67,8
Ago	71,6
Set	82,7
Out	104,1
Nov	112,5
Dez	123,4
Total	1185,2

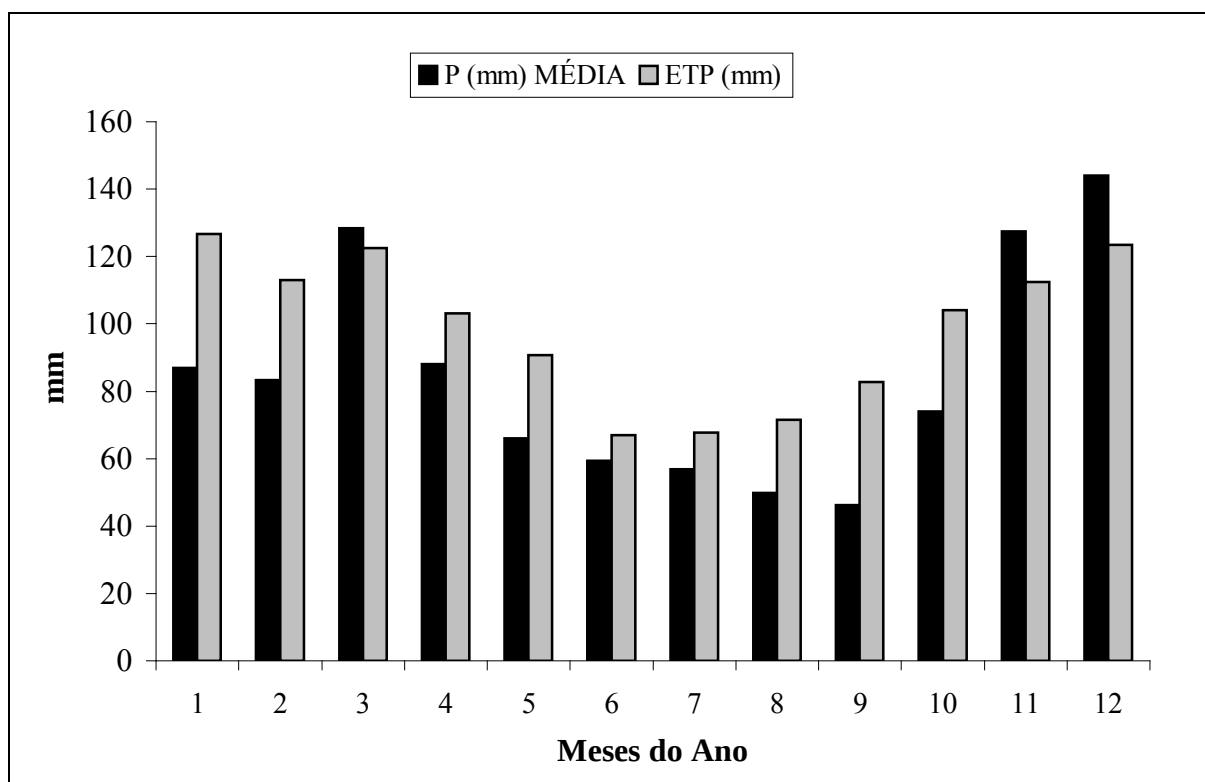


Figura 12 - Relação entre precipitação média mensal (P) e evapotranspiração potencial (ETP) na bacia hidrográfica do rio Colônia – série histórica (20 anos): 1982 – 2001.

Observa-se, de acordo com a Figura 12, na bacia hidrográfica do rio Colônia, a ocorrência de déficit hídrico em praticamente todos os meses do ano, haja vista que a demanda atmosférica de água (evapotranspiração) não é suprida pela precipitação. Portanto,

pode-se inferir que a quantidade de água armazenada no solo durante todo o ano é bastante baixa, provavelmente atingindo valores mínimos durante os meses de agosto a novembro.

5.3.3 Índice de Aridez

Com os dados de precipitação média mensal (Tabela 14) e evapotranspiração potencial média mensal (Tabela 15), foi determinado o índice de aridez e as respectivas classes de climáticas (Tabela 16) da BHRCol.

Tabela 16 – Precipitação média mensal (P), evapotranspiração potencial média mensal (ETP), índice de aridez (Ia) e classes de clima da bacia hidrográfica do rio Colônia

Mês	P (mm)	ETP (mm)	Ia	Classe de Clima
Jan	87,1	126,7	0,69	Sub-úmido e úmido
Fev	83,5	113,1	0,74	Sub-úmido e úmido
Mar	128,5	122,6	1,05	Sub-úmido e úmido
Abr	88,0	103,1	0,85	Sub-úmido e úmido
Mai	66,0	90,7	0,73	Sub-úmido e úmido
Jun	59,3	66,9	0,89	Sub-úmido e úmido
Jul	56,7	67,8	0,84	Sub-úmido e úmido
Ago	49,7	71,6	0,69	Sub-úmido e úmido
Set	46,3	82,7	0,56	Sub-úmido seco
Out	74,0	104,1	0,71	Sub-úmido e úmido
Nov	127,6	112,5	1,13	Sub-úmido e úmido
Dez	144,1	123,4	1,17	Sub-úmido e úmido
Total	1010,8	1185,2	0,85	Sub-úmido e úmido

A bacia hidrográfica do rio Colônia apresenta um clima, de acordo com a metodologia descrita por Thornthwaite (1941), posteriormente ajustada por Penman (1953), tipo sub-úmido e úmido em praticamente todos os meses do ano, com exceção do mês de setembro, o qual é o mês que apresenta a menor precipitação média mensal da bacia, sendo o clima do tipo sub-úmido seco.

A partir dos dados de precipitação anual das estações/postos meteorológicos (Tabela 5) e evapotranspiração potencial anual da estação meteorológica de Itajú do Colônia (Tabela

15), foi determinado o índice de aridez (Figura 13) e as classes de climáticas (Tabela 17) da BHRCol.

Tabela 17 – 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 classes de clima da bacia hidrográfica do rio Colônia

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

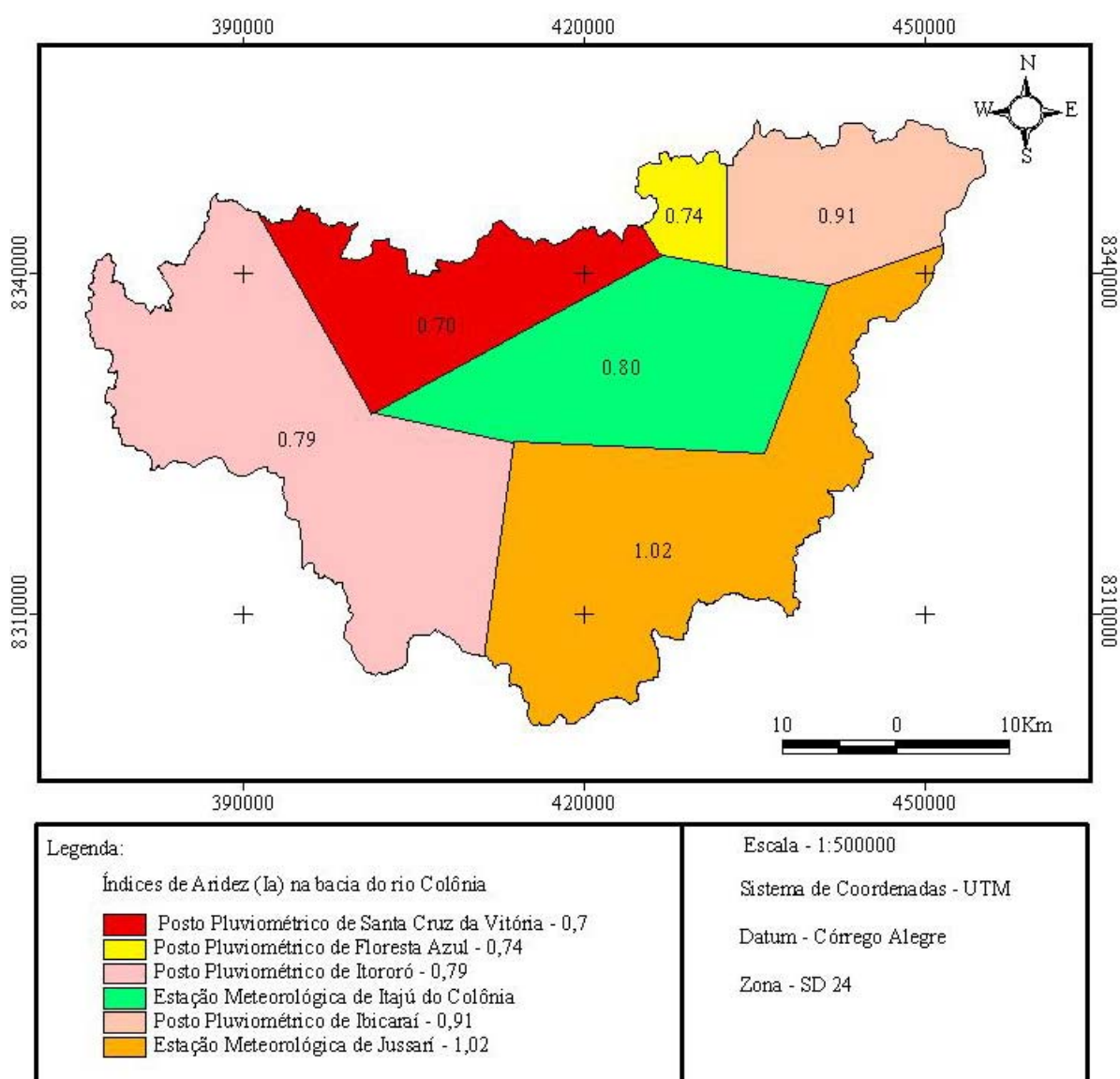


Figura 13 – Índices de aridez da bacia hidrográfica do rio Colônia.

Conforme pode ser observado na Tabela 17, a bacia apresenta em toda a sua área de drenagem apenas uma única tipologia climática (Sub-úmido e úmido), porém, observa-se também, a existência de uma variação no índice de aridez, sendo, portanto, atribuídas diferentes notas de risco de salinização de solo para cada sub-área da bacia. Ressalta-se que para a atribuição das respectivas notas de risco, foi estabelecida uma escala a partir da amplitude encontrada nos diferentes índices de aridez obtidos (0,70 – 1,02). A Tabela 18 apresenta os valores de referência (escala a ser observada) e as notas equivalentes de risco de salinização a serem atribuídas.

Tabela 18 – Notas de risco de salinização a serem atribuídas, em função do índice de aridez encontrado para cada sub-área da BHRCOL

Escala de Índices de Aridez	Nota Equivalente de Risco de Salinização
0,70 – 0,78	4
0,78 – 0,86	3
0,86 – 0,94	2
0,94 – 1,02	1

A Tabela 19 apresenta, então, o risco de salinização referente ao critério clima para cada sub-área da BHRCOL.

Tabela 19 – Notas de Risco de Salinização (NRS) em função do Índice de Aridez (Ia) para cada sub-área da BHRCOL

Estação Meteorológica ou Posto Pluviométrico (Sub-áreas)	Ia_{BACIA}	NRS
Ibicaraí	0,91	2
Floresta Azul	0,74	4
Santa Cruz da Vitória	0,70	4
Itororó	0,79	3
Itajú do Colônia	0,80	3
Jussari	1,02	1

Para o critério clima, foram obtidas quatro classes de risco de salinização de solos (Figura 14): baixo – NRS = 1; médio – NRS = 2; alto – NRS = 3; e muito alto – NRS = 4. 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.

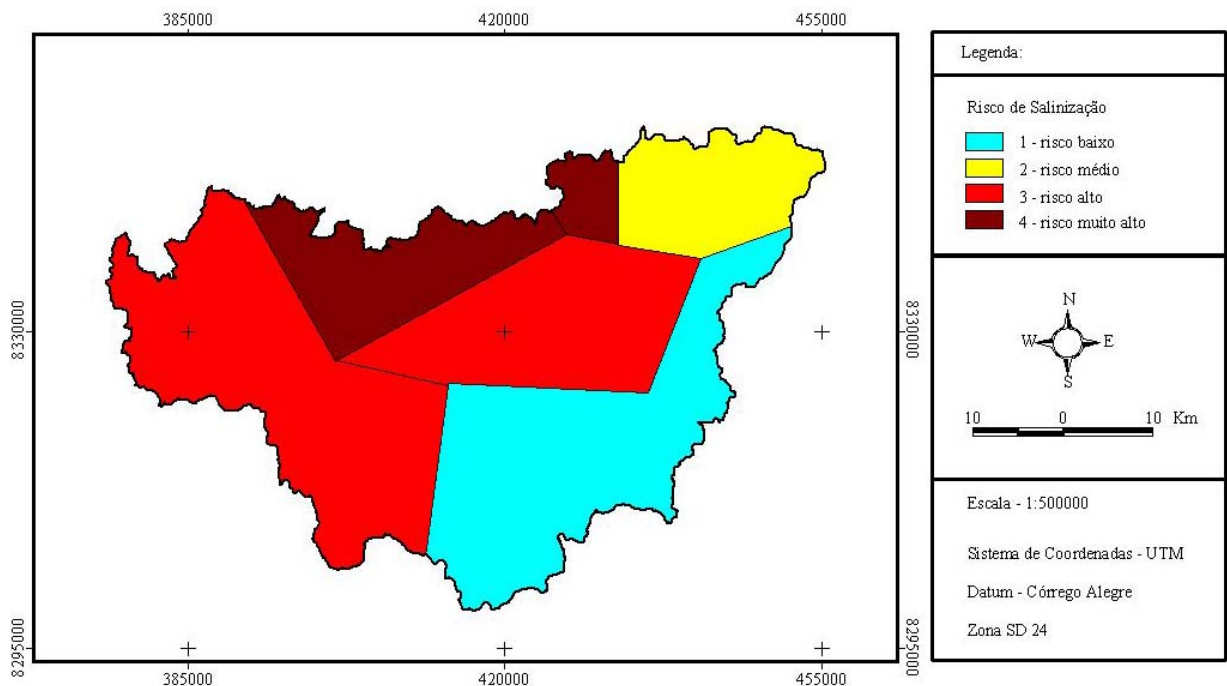


Figura 14 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério clima.

5.4 Solo

Baseado nos valores de permeabilidade (condutividade hidráulica), para o critério solo, foram obtidas três classes de risco de salinização (Figura 15), 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. Portanto, o fator solo constitui-se um parâmetro essencial a ser observado nas intervenções agrícolas realizadas na bacia do rio Colônia, a fim de se evitar problemas futuros de salinização de solos.

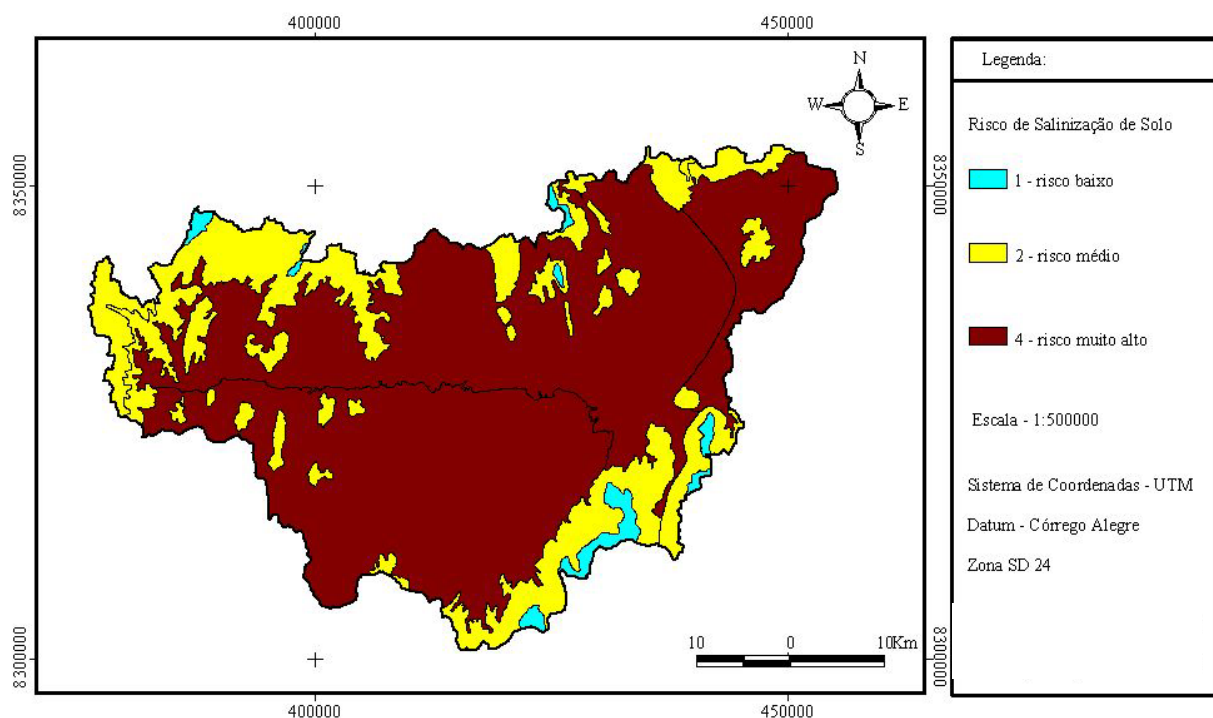


Figura 15 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério solo.

5.5 Condutividade Elétrica da Água

5.5.1 Pontos de Coleta

A Figura 16 apresenta a localização geográfica dos pontos de coleta de água na bacia hidrográfica do rio Colônia.

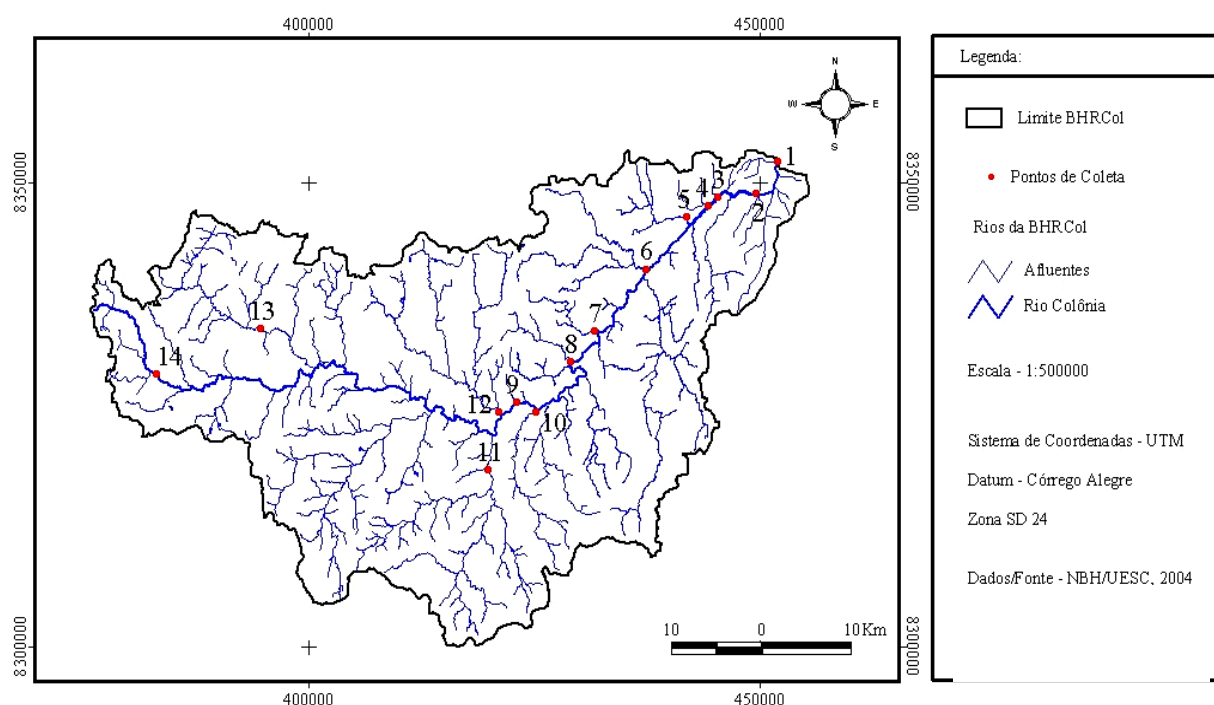


Figura 16 – Pontos de coleta de água para na bacia hidrográfica do rio Colônia.

5.5.2 Análise Estatística dos Dados de Condutividade Elétrica da Água

De acordo com os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov ($KS_{(56)} = 1,521, p = 0,02$), verificou-se que esta variável não possui uma distribuição normal. Tendo em vista o resultado do teste de normalidade, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis (não paramétrico) para analisar a significância estatística dessas diferenças. O referido teste mostrou que existem diferenças significativas entre as médias de condutividade elétrica entre os pontos de coleta ($\chi^2_{(13)} = 51,351, p > 0,05$). Ao se aplicar o teste de Levene, ao nível de significância de 5%, cujo resultado foi ($F_{(14,131)} = 2,741, p = 0,007$), verificou-se que a variabilidade da condutividade não é similar entre os pontos de coleta.

Na Tabela 20 pode-se observar que a condutividade elétrica, ao longo dos pontos amostrais variou entre 64 e 5.160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, referentes aos pontos 14 e 8 respectivamente.

Tabela 20 - Condutividade elétrica da água, por pontos de coleta, na bacia hidrográfica do rio Colônia

Pontos de Coleta	N	Média (*)	Desvio Padrão	INTERVALO DE CONFIANÇA 95%		Mínimo	Máximo
				Lim.Inferior	Lim.Superior		
PC 01	4	623,5 _a	82,6	492,0	755,0	551,0	739,0
PC 02	4	662,5 _{bc}	79,7	535,7	789,3	547,0	718,0
PC 03	4	732,3 _{bc}	110,2	556,8	907,7	568,0	805,0
PC 04	4	1186,5 _{cde}	311,0	691,7	1681,3	875,0	1617,0
PC 05	4	1104,0 _{cd}	167,9	836,8	1371,2	948,0	1260,0
PC 06	4	1715,0 _e	573,9	801,7	2628,3	903,0	2140,0
PC 07	4	3145,5 _f	513,8	2328,0	3963,0	2528,0	3614,0
PC 08	4	4295,0 _g	793,0	3080,8	5506,2	3300,0	5160,0
PC 09	4	619,3 _{abc}	123,6	422,6	815,9	451,0	737,0
PC 10	4	1223,3 _{cde}	647,5	192,9	2253,6	758,0	2170,0
PC 11	4	1379,8 _{de}	251,1	980,2	1779,3	1021,0	1606,0
PC 12	4	3366,3 _f	353,9	2803,0	3929,5	2958,0	3820,0
PC 13	4	230,3 _{ab}	13,1	209,4	251,1	218,0	247,0
PC 14	4	67,5 _a	2,6	63,3	71,7	64,0	70,0
Geral(**)	56	1453,6	1274,2	1112,4	1794,9	64,0	5160,0

(*) Médias com letras iguais não diferem estatisticamente segundo o teste de Duncan.

(**) Essas estatísticas referem-se ao conjunto de todos os dados (56 dados).

Na Tabela 21 são apresentados os valores médios e as respectivas classificações da condutividade elétrica, de acordo com os padrões de qualidade da água para a irrigação. Observa-se que apesar de haver variação na condutividade elétrica da água ao longo do período de coleta (Anexo III), não houve variação na classificação do risco de salinização (com exceção do ponto 3).

Tabela 21 – Condutividade elétrica média da água da bacia hidrográfica do rio Colônia e suas respectivas classificações em relação ao risco potencial de salinização do solo

Parâmetro	CEa Média ($\mu\text{S/cm}$ a 25 °C)	Classificação			
		Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
		% das amostras			
PC 01	623,5	-----	100	-----	-----
PC 02	662,5	-----	100	-----	-----
PC 03	732,3	-----	50	50	-----
PC 04	1186,5	-----	-----	100	-----
PC 05	1104,0	-----	-----	100	-----
PC 06	1715,0	-----	-----	100	-----
PC 07	3145,5	-----	-----	-----	100
PC 08	4295,0	-----	-----	-----	100
PC 09	619,3	-----	100	-----	-----
PC 10	1223,3	-----	-----	100	-----
PC 11	1379,8	-----	-----	100	-----
PC 12	3366,3	-----	-----	-----	100
PC 13	230,3	100	-----	-----	-----
PC 14	67,5	100	-----	-----	-----

Baixo ($< 250 \mu\text{S/cm}$ a 25 °C); Médio ($250 > \mu\text{S/cm}$ a 25 °C < 750); Alto ($750 > \mu\text{S/cm}$ a 25 °C < 2250); Muito Alto ($\mu\text{S/cm}$ a 25 °C > 2250).

Conforme pode ser observado, os pontos 7, 8 e 12 apresentaram potencial muito alto de risco de salinização do solo, não sendo, portanto, águas que devam ser utilizadas para a irrigação. Os pontos 4, 5, 6, 10 e 11 apresentaram alto potencial de risco de salinização do solo, também, não devendo, estas águas, serem utilizadas para fins de irrigação; os pontos 1, 2 e 9 apresentaram médio risco potencial de salinização; e os pontos 13 e 14 apresentaram baixo risco potencial de salinização do solo, porém, não deve ser recomendada a captação de água no ponto 14, em função deste situar-se próximo à região da nascente do rio Colônia. O ponto 3 foi o único ponto em que houve uma variação na classificação do risco potencial de salinização do solo (50% das amostras revelaram risco médio e 50% revelaram risco alto de salinização do solo).

Analisando as medianas de condutividade elétrica da água na bacia do rio Colônia, observa-se uma grande variabilidade entre os pontos, (Figura 17). Os menores valores encontram-se no ponto 13 (218 $\mu\text{S/cm}$) e no ponto 14 (64 $\mu\text{S/cm}$), localizados no rio do Meio

e na região de nascente do rio Colônia, respectivamente. Observa-se, também, serem estes pontos, os que apresentaram a menor variação nos valores de condutividade elétrica durante o período de estudo.

Os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 9 apresentaram médias entre 619 a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguidos dos pontos 6, 10 e 11 que apresentaram médias entre 1223 e 1715 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e, finalmente os pontos 7, 8 e 12 que apresentaram médias superiores a 3145 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

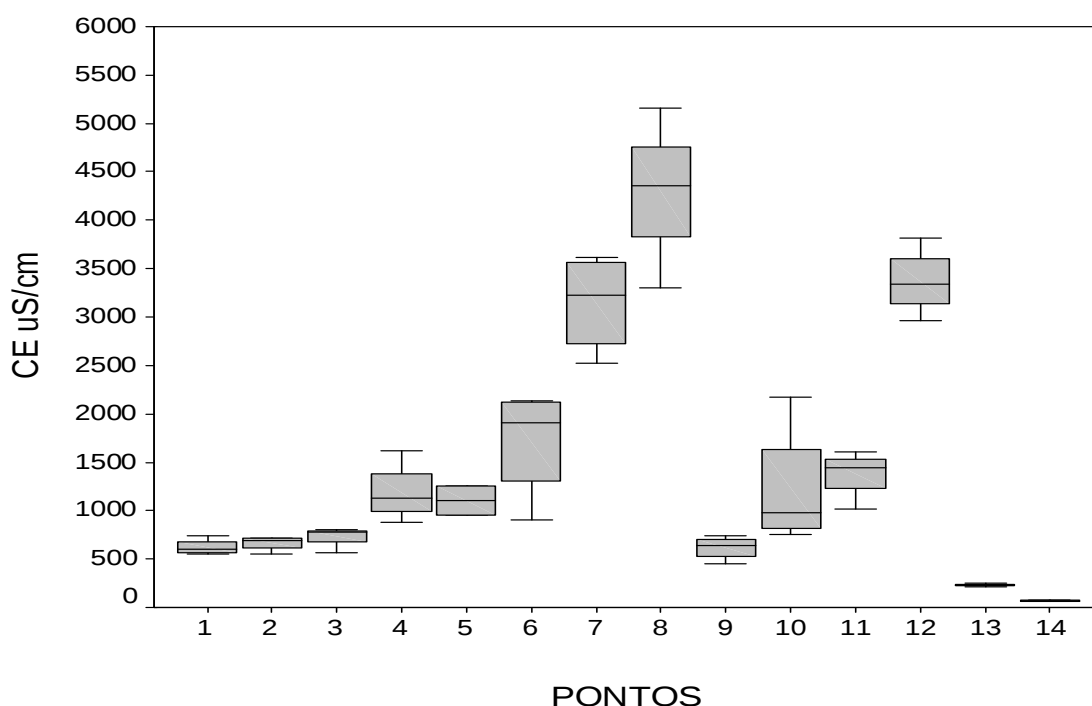


Figura 17 – Diagrama de caixa com valores de condutividade elétrica da água (CE) nos pontos de coleta.

A bacia do rio Colônia apresenta elevados valores de condutividade elétrica da água, à exceção dos pontos 13 e 14, quando comparados com outros rios brasileiros, como os rios da bacia do rio Piracicaba-SP, que apresentam valores altos de condutividade no período de estiagem, variando entre 551 e 670 $\mu\text{S}/\text{cm}$, (FERRAZ *et al*, 2001). Estudos realizados por DePaula (1999) na bacia do rio Capivari-RJ, mostram que os valores da condutividade elétrica não foram superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estes valores elevados de condutividade elétrica encontrados na bacia do rio Colônia parecem ser uma característica das bacias da região, haja vista que estudos realizados por Santos (2005), na bacia do rio Salgado, da qual a bacia do rio

Colônia se limita ao norte, comprovaram, também, elevados valores de condutividade elétrica da água, variando entre 99,6 e 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.5.3 Mapa de Risco de Salinização referente ao critério Condutividade Elétrica da Água

O mapa de risco de salinização, referente ao critério condutividade elétrica da água, gerado através do método de interpolação IDW, é ilustrado na Figura 18.

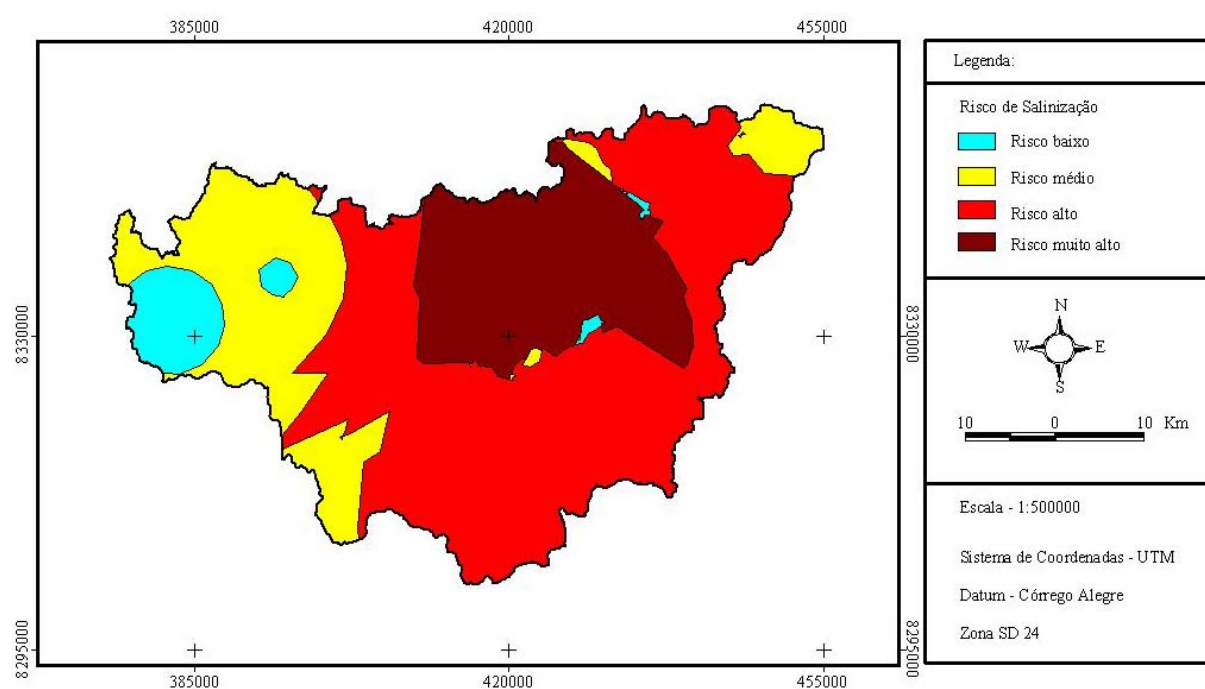


Figura 18 – Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério condutividade elétrica da água.

De acordo com o mapa de risco de salinização de solos ilustrado acima, a classe de risco de salinização considerada como baixa corresponde a 120,6 km^2 , que equivale a 5,15 % da área da bacia; a classe considerada como risco médio de salinização corresponde a 503,7 km^2 , representando 21,53 % da área da bacia; a classe considerada como alto risco de salinização corresponde a 1195,4 km^2 , ou seja, 51,12 % da área; e a classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 519,3 km^2 , representando 22,20 % da área da BHRCol.

5.6 Malha Hídrica

A Figura 19 ilustra o mapa de malha hídrica obtido, com as respectivas zonas geradas a partir dos grupamentos definidos (rio Colônia e afluentes). A Tabela 22 apresenta as notas de risco de salinização referentes ao critério malha hídrica.

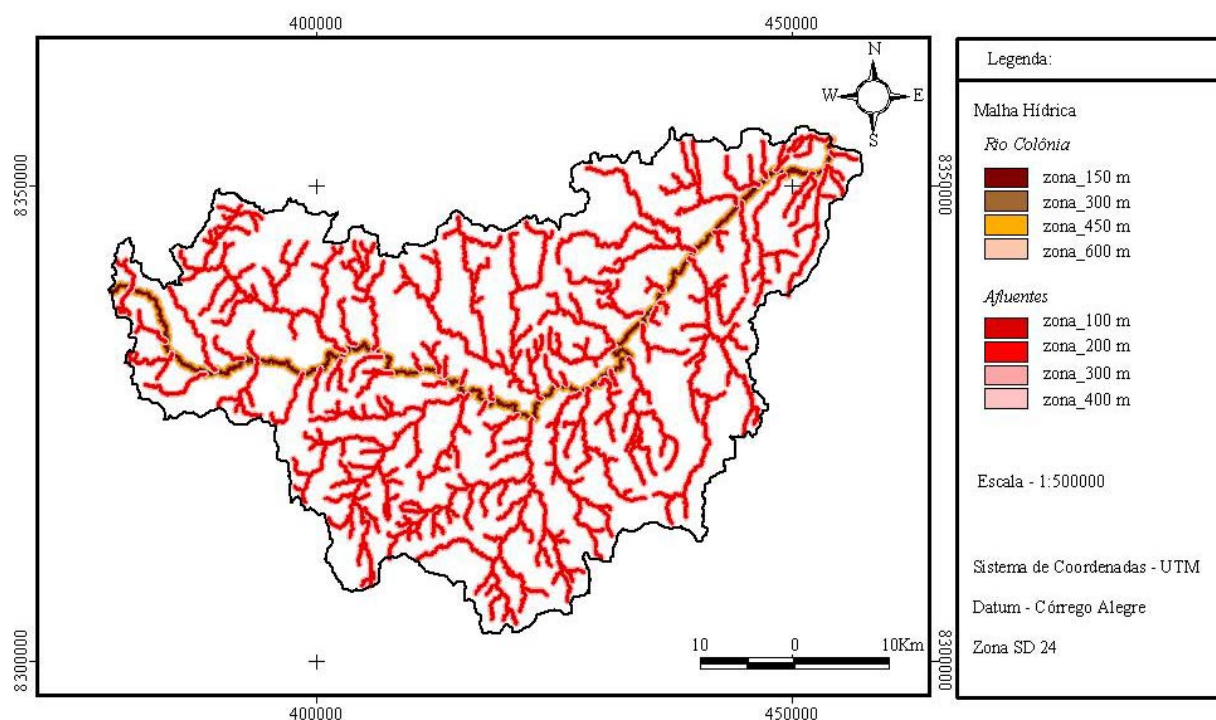


Figura 19 – Malha hídrica, com as respectivas zonas de risco de salinização geradas para o rio Colônia e seus afluentes.

Tabela 22 – 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	Classificação
Grupo 1 (rio Colônia)	150	4	Risco muito alto
	300	3	Risco alto
	450	2	Risco médio
	600	1	Risco baixo
Grupo 2 (Afluentes)	100	4	Risco muito alto
	200	3	Risco alto
	300	2	Risco médio
	400	1	Risco baixo

5.7 Declividade

A Figura 20 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%.

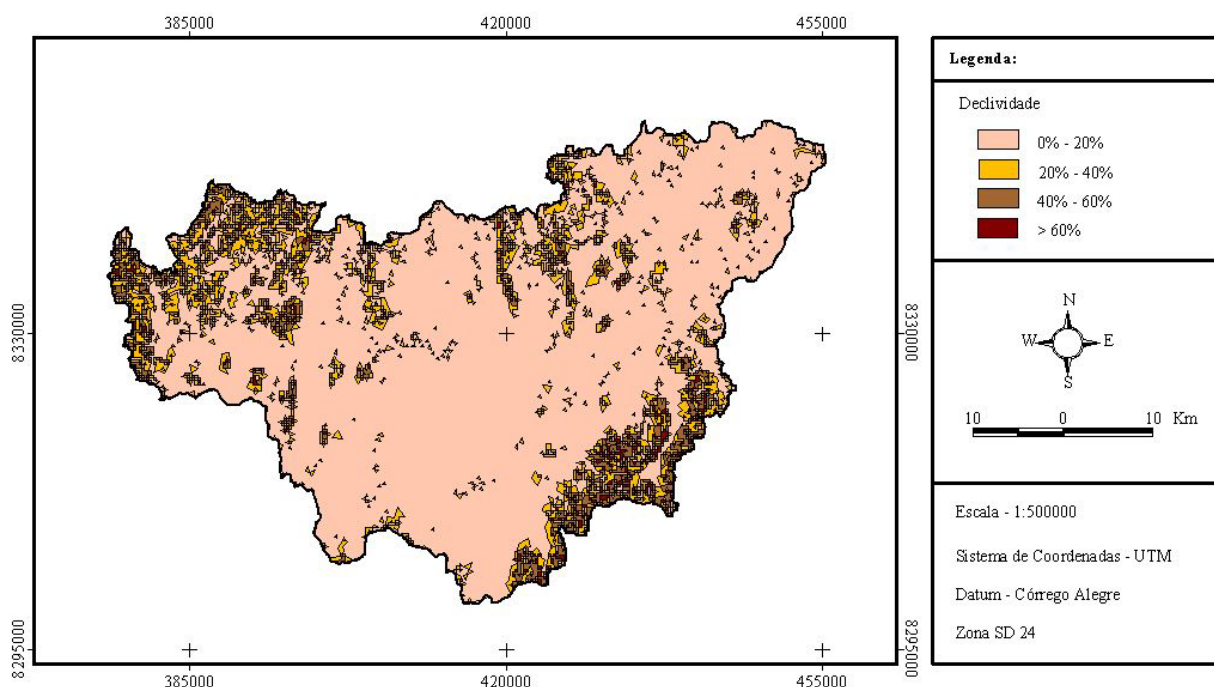


Figura 20 – Classes de declividade na bacia hidrográfica do rio Colônia.

A Tabela 23 apresenta as notas de risco de salinização referentes ao critério declividade.

Tabela 23 – Notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações referente ao critério declividade

Classes de declividade	NRS	Classificação
0 a 20%	4	Risco muito alto
20 a 40%	3	Risco alto
40 a 60%	2	Risco médio
> 60%	1	Risco baixo

5.8 Cobertura Vegetal

Com relação ao risco de salinização de solos (Tabela 24), a pastagem foi considerada a atividade com maior probabilidade de degradação ambiental, seguida do cacau e capoeira e mata, sendo, então, classificadas, respectivamente, como muito alto, médio, médio e baixo risco potencial de salinização de solos.

Tabela 24 – Notas de risco de salinização de solo (NRS) e suas respectivas classificações referente ao critério cobertura vegetal

Cobertura Vegetal	NRS	Classificação
Pastagem	4	Risco muito alto
Cacau	2	Risco médio
Capoeira	2	Risco médio
Mata	1	Risco baixo

Como pode ser observado na Tabela 24 e é ilustrado na Figura 21, para o critério cobertura vegetal foram obtidas três classes de risco de salinização do solo; risco baixo, médio e muito alto. 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.

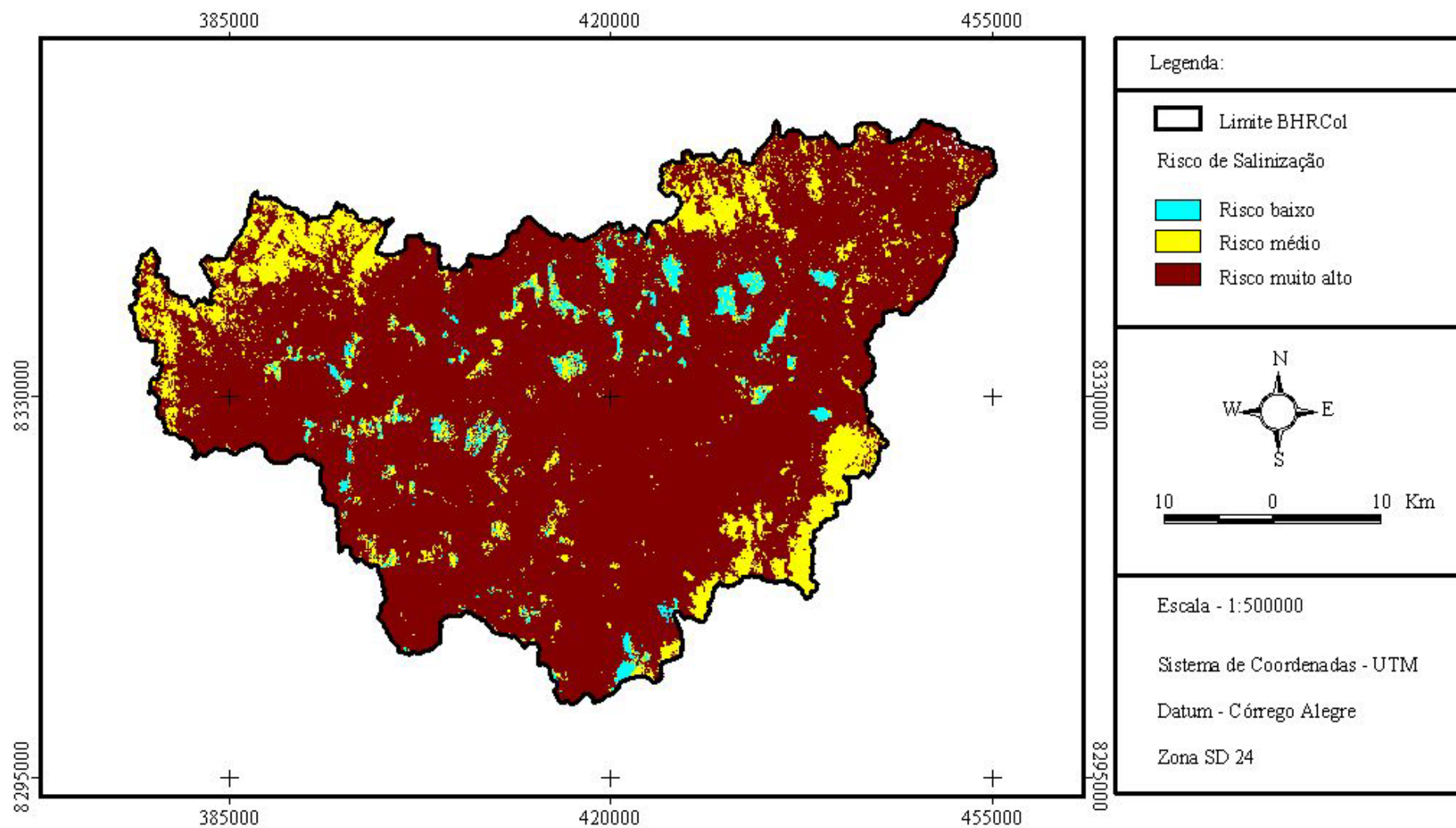


Figura 21 - Mapa de risco de salinização do solo referente ao critério cobertura vegetal.

5.9 Determinação do Risco de Salinização do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia

5.9.1 – Aplicação da Técnica AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

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

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

Crítérios	Clima	Tipos de Solos	Condutividade Elétrica da Água	Malha Hídrica	Declividade	Cobertura Vegetal
Clima	X					
Tipos de Solos		X				
Condutividade Elétrica da Água			X			
Malha Hídrica				X		
Declividade					X	
Cobertura Vegetal						X

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

O cálculo dos pesos, expostos na Tabela 25, resultou em uma razão de consistência igual a 0,086, o que caracteriza, de acordo com Saaty (1991), um modelo coerente.

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

Critérios	Clima	Tipos de Solos	Condutividade Elétrica da Água	Malha Hídrica	Declividade	Cobertura Vegetal
Clima	1	2	3	5	6	7
Tipos de Solos	1/2	1	2	4	5	6
Condutividade Elétrica da Água	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 25 – Pesos atribuídos aos critérios abordados

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

5.9.2 – Mapa de Risco de Salinização

O mapa de risco de salinização de solos gerado para a BHRCol apresentou valores que variaram de 1,443 a 4,000. Este mapa foi então reclassificado, 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 22.

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 22), a classe de risco considerada baixa corresponde a 225,0 km², que equivale a 9,62% da área, situando-se na área sul da bacia. Esta área apresenta um alto índice de aridez ($I_a = 1,02$); predominam solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, porém são encontrados, também, latossolos vermelho-amarelos distróficos em pequenas áreas localizadas na região oeste da bacia; no que diz respeito à condutividade elétrica, foram observadas distintas classificações (baixo, médio e alto) no que diz respeito ao risco de salinização; com relação à malha hídrica, conforme pode ser visualizado na Figura 22, não se observa influência “visual” deste fator no risco de salinização destas áreas; a declividade destas áreas variou de 20 a 40%; e analisando a cobertura vegetal, verificou-se a

predominância de cacau (cabruca), porém, observando-se, também, a ocorrência de capoeira e pastagem.

A classe considerada como médio risco corresponde a 831,0 km², ou 35,53% da área. Estas áreas distribuem-se em três regiões da bacia, uma localizada na região centro-sul, outra na região leste, e uma última na região mais a oeste da bacia. A primeira (centro-sul), apresenta índice de aridez muito alto ($I_a = 1,02$), portanto, baixo risco de salinização, segundo o fator clima; os solos predominantes são do tipo Chernossolos Argilúvicos Órticos; a condutividade elétrica da água foi classificada como de risco alto de salinização; e a declividade desta área variou de 20 a 40%. A segunda área (leste), apresenta índice de aridez igual a 0,91, portanto, com relação a este fator, apresenta médio risco de salinização de solo; predominam solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos; a condutividade elétrica da água foi classificada como de risco alto de salinização; a declividade desta área também variou de 20 a 40%. A terceira área (oeste), apresenta índice de aridez igual a 0,79, apresentando, segundo este fator alto risco de salinização do solo; predominam solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos; a condutividade elétrica da água foi classificada como de médio risco de salinização; e a declividade desta área também variou de 40 a 60%. Com relação à cobertura vegetal predominam nas três áreas a pastagem. Quanto à malha hídrica, conforme pode ser visualizado na Figura 22, não se observa influência “visual” deste fator no risco de salinização destas áreas.

A classe considerada como alto risco corresponde a 932,3 km², ou 39,86% da área, sendo distribuída por toda a área da bacia, com predominância na região central, porém, observando-se a sua ocorrência ao norte da área e, a leste e a oeste ao redor da malha hídrica. Esta área apresenta um índice de aridez igual a 0,80, portanto risco alto de salinização, referente ao fator clima; predominam nesta área solos do tipo Chernossolos Argilúvicos Órticos; com relação à condutividade elétrica, foram observadas todas as classificações

(baixo, médio, alto e muito alto risco de salinização), sendo que na região a leste, observou-se riscos médio e alto, a oeste, riscos baixo e médio e na região central, riscos alto e muito alto de salinização; com relação à malha hídrica, observa-se influência direta deste fator no risco de salinização nas regiões à leste e à oeste da bacia; a declividade destas áreas variou de 0 a 20%; e a cobertura vegetal predominante é a pastagem.

A classe considerada como risco muito alto de salinização do solo corresponde a 350,7 km², ou 14,99% da área da bacia. Esta área situa-se na região ao norte da bacia, porém, observa-se, também, a sua ocorrência nas regiões centrais e sudoeste da bacia, ao redor da malha hídrica. Apresenta os menores índices de índice de aridez ($I_a = 0,70$) da bacia; predominam nesta área solos do tipo Chernossolos Argilúvicos Órticos; no que diz respeito à condutividade elétrica, estas áreas foram classificadas com risco muito alto de salinização; com relação à malha hídrica, observa-se a sua influência direta no risco de salinização, principalmente nas regiões sul-leste e central da bacia; a declividade destas áreas variou de 20 a 40%; e a cobertura vegetal predominante é a pastagem.

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). Ressalta-se, também, que se faz necessário à reconstituição da mata ciliar, haja vista que foi observada a sua ausência em praticamente toda a área de drenagem da bacia. Desta forma, o solo e a água, serão preservados, permitindo que as gerações futuras também possam usufruir destes recursos naturais.

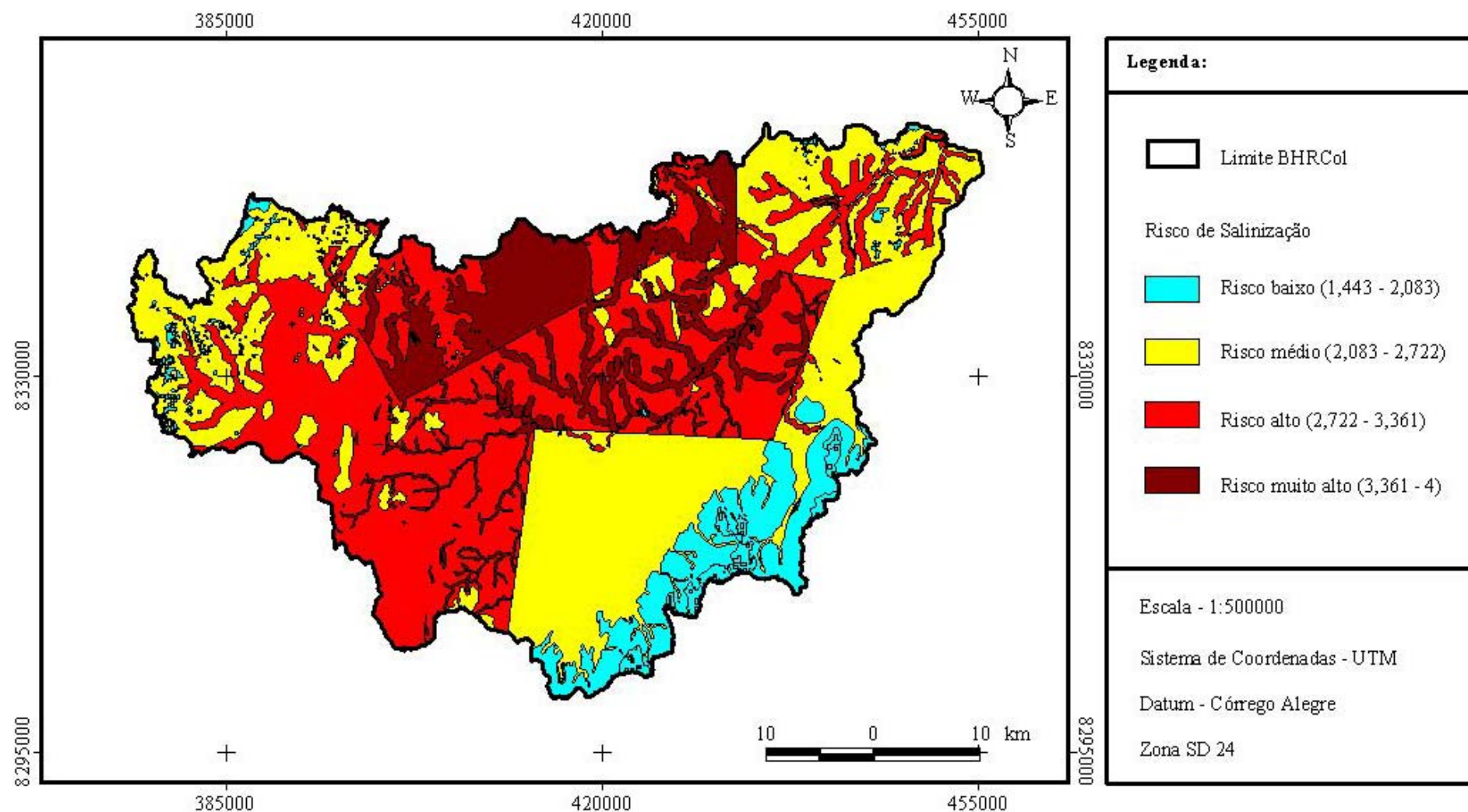


Figura 22 – Mapa de risco potencial de salinização de solos da bacia hidrográfica do rio Colônia.

6. CONCLUSÕES

A metodologia empregada permitiu caracterizar geográfica e hidrologicamente a bacia hidrográfica do rio Colônia, onde pôde-se observar que a mesma apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 2.339 km² e perímetro de 323 km, com uma extensão do seu curso d'água principal, o rio Colônia, de 137 km. Constitui uma bacia de formato alongado, onde o seu rio principal tem como característica marcante a diferença acentuada de declividade ao longo da bacia, principalmente da sua nascente até os primeiros 20 km, onde apresenta um valor médio de 2,72% de declividade.

O clima predominante da bacia hidrográfica do rio Colônia é do tipo sub-úmido e úmido em praticamente todos os meses do ano, com exceção do mês de setembro, o qual é o mês que apresenta a menor precipitação média mensal da bacia, sendo o clima do tipo sub-úmido seco.

A bacia hidrográfica do rio colônia apresenta quatro tipos de solos: argissolo vermelho-amarelo eutróficos, argissolo vermelho-amarelo distróficos, latossolo vermelho-amarelo distrófico e chernossolo argilúvico órtico. Dentre estes, destaca-se o chernossolo argilúvico órtico que ocupa 73,8 % da área da bacia, apresentando baixa permeabilidade, sendo, por isso considerado como solo que apresenta o maior risco potencial de salinização. Portanto, o fator solo constitui um parâmetro essencial a ser observado nas intervenções agrícolas realizadas na bacia hidrográfica do rio Colônia, a fim de se evitar problemas futuros de salinização de solos.

Com relação ao teor de sais na água, neste trabalho determinado em função da condutividade elétrica, a bacia hidrográfica do rio Colônia apresenta elevados valores de condutividade elétrica da água, à exceção dos pontos 13 e 14, que apresentaram os menores valores, sendo no ponto 13 de 218 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e no ponto 14 de 64 $\mu\text{S}/\text{cm}$, localizados no rio do Meio e na região de nascente do rio Colônia, respectivamente. Observa-se, também, serem estes pontos, os que apresentaram a menor variação nos valores de condutividade elétrica durante o período de estudo. Os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 9 apresentaram médias entre 619 a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguidos dos pontos 6, 10 e 11 que apresentaram médias entre 1223 e 1715 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e, finalmente os pontos 7, 8 e 12 que apresentaram médias superiores a 3145 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Com relação à malha hídrica, só foi observada a sua influência visual nas áreas que apresentaram risco alto e muito alto de salinização de solos. Com relação à declividade, observou-se que 79,36% da área da bacia apresenta declividade entre 0 e 20%; 12,59% apresenta declividade entre 20 e 40%; 6,11% apresenta declividade entre 40 e 60%; e 1,94% da área da bacia apresenta declividade superior a 60%, sendo estas as áreas limites da bacia.

A pastagem constitui o principal uso da terra da bacia hidrográfica do rio Colônia, ocupando uma área de 1990,5 km^2 , que corresponde a 85,1 % da área da bacia; a cultura do cacau “cabruca” ocupa uma área de 171,2 km^2 , representando 7,32 % da área; a área de capoeira é de 119,7 km^2 , ou 5,12 % da área da bacia; e a área de mata corresponde a apenas 57,6 km^2 , ou seja, 2,46 % da área da bacia.

Este trabalho utilizou a técnica de análise multicritério AHP (*Analytical Hierarchy Process*) aplicada ao SIG ArcView 3.2a, a qual se mostrou eficiente na determinação dos pesos atribuídos a cada mapa base 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.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMAR, F. 2001. **Desertification Prone Areas**. ACSAD – MOA – NCRS. CoDeL – Combating the desertification in Lebanon – v. 1, Issue 2.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Trad. De H. R. Gheyi *et al.* Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO. 1985. 174 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29 rev. 1).

BAHIA, GOVERNO DO ESTADO. Superintendência de Recursos Hídricos - Universidade Estadual de Santa Cruz, **Caracterização do Meio Físico. Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada**. Volume I, Tomo I, 2001.

BAHIA, GOVERNO DO ESTADO. Superintendência de Recursos Hídricos - Universidade Estadual de Santa Cruz, **Caracterização Climatológica. Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada**. Volume I, Tomo III, 2001.

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

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. 1990 **Conservação do Solo**. Editora Ícone, São Paulo, 355p.

BLANCO, F. F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA/nº 238**. Brasília, dez. de 1997.

BUI, E. **Assessing the regional risk of salinization** over DALRYMPE SHIRE. CSIRO LAND and WATER Thecnical report 26, 1997.

CALASANS, N. A., R. LEVY, M. C. T.; MOREAU, M. S. Interrelações entre clima e vazão. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus-BA, Editus, 2002. 293p.

CEPLAC/CEPEC. Comição Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira / Centro de Pesquisas do Cacau: **setor de climatologia**. 2005. www.ceplac.gov.br/pesquisa . Acesso em 10/11/2004.

DANGERMOND, J. 1983. A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems. In: D. Peuquet and J.O'Callaghan (eds.), Design and Implementation of Computer-Based Geographic Information Systems. International Geographic Union Commission on Geographic Data Sensing and Processing, Amherst, N.Y., p. 23-27.

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

DIAS, N. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado em ambiente protegido**. 2004. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, EMBRAPA solos, 1999. 412p.

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.

FELGUEIRAS, C. A.; ERTHAL, G. J.; PAIVA, J. A. C.; ALVES, D. S. Metodologias de integração de dados em sistemas de informação geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6., Manaus, 1990. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1990. v.3, p. 732-735.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**Censo Demográfico**. 1996. Malha digital do Brasil.

KIRPICH, T. P. Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. In: SINGH, V. P. **Elementary Hydrology**. Louisiana-USA, Prentice Hall, 1992. 973p.

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.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3ed. Berlin: Springer – Verlag, 1995. 506p.

LEMOES, 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.

MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D., ed. **Geographical information systems: principles and applications**. Essex, England: Logman Scientific & Technical, 1991. v.1, 649p..

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE**. v. 103. n IR2. p. 115 – 134, 1977.

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.

PENMAN, H. L. The Physical bases of irrigation control. In: International Horticultural Congress, 13, 1953, London. **Report....** London: Royal Horticultural Society, 1953. p. 913-924.

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.

RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. **Soil Science**. v. 113. n. 4. p. 277 – 284, 1972.

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.

SANTOS, W. B. **Fácies Hidrogeoquímicas da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado – Sul da Bahia**. 2005. 133 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – BA, 2005.

SILVA JÚNIOR, L. G.; GHEYI, R. H.; MEDEIROS, J. F. Composição química das águas do nordeste cristalino brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 3, 1999. p. 11-17.

SINGH, V. P. **Elementary Hydrology**. Louisiana-USA, Prentice Hall, 1992. 973p.

SMEDEMA, L. K. Water table control índices for drainage of agricultural land in humid climates. **Agricultural Water Management**, v. 14 n. 1, p. 69-77, 1988.

SMETS, S.M.P. 1996. Modeling The Effects Of Irrigation Management On Soil Salinity And Crop Transpiration At The Field Level. Publication Pakistan. Report 32 – 1996. <http://www.iwmi.cgiar.org/pubs/PakistanSummaries/Report32.htm> Acesso em 20/02/2005.

TANJI, K. K. **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE 1990.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. *Geogr. Rev.*, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; HOLZMAN, B. Evaporation and transpiration. In: Climate and Man: **Yearbook of Agriculture**... Washington: U.S. Department of Agriculture, 1941, p.545-550.

TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Cap. 11. Ed. da Universidade/ABRH/EDUSP. Porto Alegre, 1993.

UTSET, A., M. BORROTO. 2001. A modeling-GIS approach for assessing irrigation effects on soil salinization under global warming conditions. *Agricultural Water management* 50; 53-63.

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.

Anexo I – Descrição dos Solos Ocorrentes na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia. Fonte: NACIF (2000).

Domínio de CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos (Brunizém Avermelhado, Brunizém). Os CHERNOSSOLOS compreendem solos constituídos por material mineral que tem como características discriminantes: alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente, ou horizonte C cálcico ou carbonático. São solos moderadamente ácidos a fortemente alcalinos, com relação molecular K_i normalmente entre 3,0 e 5,0, argila de atividade alta, com valor T, por vezes, superior a 100 cmol_c/kg de argila, saturação por bases alta, geralmente, superior a 70%, e com predomínio de cálcio ou cálcio e magnésio, entre os cátions trocáveis. (EMBRAPA, 1999).

Esse domínio constitui-se no mais abrangente da área em estudo e corresponde à parte interiorana da Depressão Itabuna-Itapetinga. Apresenta solos pouco desenvolvidos, com boa fertilidade, mas com sérias restrições do ponto de vista físico, decorrente da alta concentração de argila no horizonte B. Este horizonte sub-superficial apresenta-se com alto grau de dispersão de argilas e alta densidade do solo que restringe de forma significativa a penetração das raízes e a movimentação da água.

No domínio dos CHERNOSSOLOS, por apresentar solos mais jovens, o processo de lixiviação de bases se processou de maneira incipiente e por isso apresenta uma grande riqueza nutricional para as plantas. Por outro lado, as presenças de um horizonte subsuperficial muito argiloso, altos teores de argila dispersa e altas densidades, originam uma camada endurecida a partir dos 20 cm de profundidade (em média) que impede o desenvolvimento mais profundo do sistema radicular e a livre circulação da água. Aliado a isso, as menores precipitações na área e a presença de águas superficiais e sub-superficiais

muito alcalinas restringem em muito as possibilidades de exploração agrícola dessas áreas. Desse modo, o ambiente dos CHERNOSSOLOS é dominado pelas pastagens.

Domínio de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos. Os ARGISSOLOS são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou E (EMBRAPA, 1999).

Esse domínio corresponde à parte mais ocidental da Depressão Itabuna-Itapetinga e encontra-se também nas serras ocupadas por matas mesófilas. Por apresentar solos mais profundos que os domínios anteriores, alta fertilidade e estar sobre regimes de chuvas mais intensas é amplamente cultivado com cacau.

O contraste dos teores de argila entre os horizontes A e B confere a este ambiente baixa permeabilidade à água, o que pode em muitos casos causar uma tendência aos processos erosivos, pois a água infiltra rapidamente no horizonte A, e lentamente no horizonte B, causando um encharcamento e um eventual arraste deste horizonte A.

Domínio de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos. Esse domínio difere do anterior por apresentar-se em regiões de relevo de serras e por seus solos apresentarem-se com menores teores de nutrientes disponíveis às plantas. Aqui o problema já relatado de baixa permeabilidade dos solos torna-se crítico, uma vez que a declividade é um fator decisivo para o aumento da erosão.

Domínio de LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos. Os LATOSSOLOS são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS são solos com matiz 5YR ou

mais vermelhos e mais amarelos que 2,5 YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 1999).

Esses solos, conceitualmente, apresentam-se em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, bem drenados, profundos e com baixa saturação por bases. Esse domínio está presente nas nascentes do rio Colônia e corresponde ao desmonte da antiga superfície geomórfica Sul-Americana.

Anexo II – Descrição dos Pontos de Coleta de Amostras de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia.

PC 1: Localizado próximo a foz do rio Colônia, em Itapé, cuja vegetação predominante nesta área são gramíneas utilizadas para atividade pecuária.

PC 2: Localizado no rio Colônia, no distrito de Estiva de Baixo, próximo à régua limnimétrica/posto fluviométrico 53140000 da Agência Nacional das Águas.

PC 3: Localizado no rio Colônia, em frente à Fazenda Belém, cuja vegetação predominante é de gramíneas utilizada para pecuária; ponto de coleta denominado ponto da balsa.

PC 4: Localizado em afluyente à margem direita do rio Colônia, situado a aproximadamente cinco quilômetros do distrito Estiva de Baixo, sentido Estiva de Baixo – Itajú do Colônia. Denominado primeiro afluyente à margem direita do rio Colônia. Ressalta-se neste ponto a existência de área utilizada para pecuária, sendo irrigada pelo sistema de irrigação aspersão convencional, onde a captação de água é realizada próximo ao ponto de coleta.

PC 5: Localizado em afluyente à margem direita do rio Colônia, situado no ribeirão Grande, a aproximadamente dez quilômetros do distrito Estiva de Baixo, sentido Estiva de Baixo – Itajú do Colônia. Denominado segundo afluyente à margem direita do rio Colônia. A vegetação predominante é de gramíneas, utilizada para pecuária leiteira.

PC 6: Denominado terceiro afluyente à margem direita do rio Colônia, está localizado no rio Jacaré, a aproximadamente dezessete quilômetros do distrito Estiva de Baixo, sentido Estiva de Baixo – Itajú do Colônia.

PC 7: Denominado quarto afluyente à margem direita do rio Colônia, está localizado a aproximadamente trinta quilômetros do distrito Estiva de Baixo, sentido Estiva de Baixo – Itajú do Colônia. Este ponto foi selecionado em função de ter-se verificado intensa atividade de pecuária leiteira.

PC 8: Denominado quinto afluente à margem direita do rio Colônia, está localizado a aproximadamente trinta e três quilômetros do distrito Estiva de Baixo, sentido Estiva de Baixo – Itajú do Colônia. Este ponto foi selecionado em função de ter-se verificado altos valores de condutividade elétrica (o que indica alta probabilidade de risco de salinização), bem como intensa atividade de pecuária leiteira.

PC 9: Localizado no rio Colônia, sentido Itajú do Colônia – Palmira, na Fazenda Vitória. Ressalta-se que a área é irrigada pelo sistema aspersão convencional, sendo a captação de água realizada no rio Colônia.

PC 10: Localizado no ribeirão da Fartura, afluente à esquerda do rio Colônia, a aproximadamente quatro quilômetros de Itajú do Colônia (sede), sentido Itajú do Colônia – Palmira.

PC 11: Localizado no riacho Caracol, afluente à esquerda do rio Colônia, a aproximadamente seis quilômetros e quinhentos metros de Itajú do Colônia (sede), sentido Itajú do Colônia – Pau Brasil.

PC 12: Localizado em Itajú do Colônia, no córrego Engorada Velho, primeiro afluente à margem direita do rio Colônia, sentido Itajú do Colônia – Rio do Meio. Área utilizada para pastagem, irrigada por aspersão convencional. Este ponto foi selecionado em função dos elevados valores de condutividade elétrica da água captada.

PC 13: Localizado no Rio do Meio, sendo selecionado em função de este ser um dos principais contribuintes de rio Colônia.

PC 14: Localizado na região da nascente do rio de Colônia, em estrada vicinal, a aproximadamente 2 Km da sede do município de Itororó.

Anexo III – Risco de Salinização do solo em função da Condutividade Elétrica da Água obtida nos Pontos de Coleta de amostras de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia.

Pontos de Coletas	Condutividade elétrica (CE) (μ S/ cm) e Risco de Salinização do Solo (RS)									
	Nov/04	RS	jan/05	RS	mar/05	RS	mai/05	RS	Média	RS
PC 1	551	2	580	2	624	2	739	2	623,5	2
PC 2	547	2	672	2	718	2	713	2	662,5	2
PC 3	568	3	779	3	805	3	777	3	782,3	3
PC 4	875	3	1617	3	1109	3	1145	3	1186,5	3
PC 5	948	3	1260	3	1238	3	970	3	1104,0	3
PC 6	903	3	2100	3	2140	3	1717	3	1715,0	3
PC 7	2528	4	3614	4	2920	4	3520	4	3145,5	4
PC 8	4360	4	5160	4	4360	4	3300	4	4295,0	4
PC 9	679	2	610	2	737	2	451	2	619,3	2
PC 10	758	3	2170	3	1103	3	862	3	1223,3	3
PC 11	1021	3	1462	3	1606	3	1430	3	1379,8	3
PC 12	3377	4	3820	4	2958	4	3310	4	3366,3	4
PC 13	234	1	222	1	247	1	218	1	230,3	1
PC 14	70	1	69	1	64	1	67	1	67,5	1

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)