

# GEOLOGIA AMBIENTAL:

Tecnologias para o desenvolvimento sustentável - Vol. 1

Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)



Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)

**GEOLOGIA AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

---

Atena Editora  
2017

2017 by Eduardo de Lara Cardozo

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

**Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Profª Drª Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Profª Drª Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Profª Drª Lina Maria Gonçalves (UFT)

Profª Drª Vanessa Bordin Viera (IFAP)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345

Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável /  
Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2017.

297 p. : 57.346 kbytes – (Geologia Ambiental; v. 1)

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-39-4

DOI 10.22533/at.ed.3940809

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Geologia ambiental. 3. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Cardozo, Eduardo de Lara. II. Título. III. Série.

CDD-363.70

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

Notícias como deslizamentos de encostas, regiões alagadas e ocupações irregulares sempre vêm à tona. E quando ocorrem, normalmente trazem junto a esses fatos, prejuízos econômicos e infelizmente anúncios relacionados à perda de vidas.

Alguns exemplos desses processos são recentes, como o caso do deslizamento de uma encosta em Angra dos Reis em 2010, onde houveram vítimas fatais, outro caso que chamou muito a atenção foi o rompimento, em 2015, de uma barragem de rejeitos no município de Mariana (Minas Gerais), bem como alagamentos em várias regiões brasileiras, são frequentemente divulgadas. Questões ambientais que ocorrem naturalmente, porém com o processo de ocupação irregular e degradação pela ação humana, os resultados nem sempre são positivos.

Os artigos aqui apresentados vêm ao encontro de muitos fatos ocorridos e que normalmente atribuímos apenas a questões ambientais. Porém, sabemos que não é bem assim! O deslizamento é um fenômeno comum, principalmente em áreas de relevo acidentado, as enchentes acontecem logo em seguida às chuvas intensas e em grandes períodos. Situações que há milhares de anos vem se repetindo, porém com o processo de urbanização, a retirada da cobertura vegetal, a ocupação de áreas irregulares, a contaminação do solo, a degradação do ambiente, entre vários outros pontos, acaba sendo intensificada pela constante alteração e ocupação desse espaço geográfico.

No primeiro volume da obra **“Geologia Ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável”** são abordadas questões como: análise da suscetibilidade a deslizamentos, avaliação de cenários sob perigo geotécnico, ordenamento territorial, a importância de estudos específicos considerando as complexidades e diversidades dos diferentes contextos, análise do comportamento geomecânico dos maciços rochosos, caracterização química-mineralógica e da resistência ao cisalhamento, estudos de resistência do meio físico em busca de segurança de instalações e a utilização de software no dimensionamento geotécnico aplicado a fundações profundas.

Neste primeiro volume também são contemplados os seguintes temas: análise da evolução da boçoroca do Córrego do Grito em Rancharia-São Paulo, estudos de áreas suscetíveis a ocorrência de inundações, diagnóstico ambiental voltado à erosão hídrica superficial e cartografia geotécnica, erosão e movimento gravitacional de massa, melhoramento fluvial do rio Urussanga - SC objetivando a redução de impactos associados às chuvas intensas, desassoreamento do Rio Urussanga - SC e caracterização do sedimento, potencialidades dos recursos hídricos na Bacia do Córrego Guariroba -MS.

E fechando este primeiro volume, temos os temas ligados ao: uso de tecnologias alternativas para auxiliar no tratamento de águas residuais, gestão de esgotamento sanitário, estudos sobre a contaminação dos solos por gasolina e

descontaminação através de bioremediação, metodologias que determinam a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, mapeamento geoambiental como subsídio à seleção de áreas para implantação de centrais de tratamento de resíduos sólidos, são apresentados.

Diferentes temas, ligados a questões que estão presentes em nosso cotidiano. Desejo uma excelente leitura e que os artigos apresentados contribuam para o seu conhecimento.

Atenciosamente.

*Eduardo de Lara Cardozo*

## SUMÁRIO

**Apresentação.....03**

### CAPÍTULO I

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRAS CRISTALINAS LITORÂNEAS NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU/SC.

*Maurício Pozzobon, Gustavo Ribas Curcio e Claudinei Taborda da Silveira.....08*

### CAPÍTULO II

AValiação DE CENÁRIOS SOB PERIGO GEOTÉCNICO: O CASO DA COMUNIDADE DO MORRO DA MARIQUINHA, FLORIANÓPOLIS-SC.

*Gabriela Bessa, Daniel Galvão Veronez Parizoto, Rodrigo Del Olmo Sato, Nilo Rodrigo Júnior, Murilo da Silva Espíndola e Vítor Santini Müller.....30*

### CAPÍTULO III

AValiação DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NA ELABORAÇÃO DE CARTAS GEOTÉCNICAS DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO O CASO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP

*Raquel Alfieri Galera, Fernando Cerri Costa e Ricardo de Souza Moretti.....42*

### CAPÍTULO IV

Caracterização E CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA DE MACIÇOS ROCHOSOS COMPOSTOS PELAS PRINCIPAIS LITOLOGIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

*Walter dos Reis Junior e Maria Giovana Parizzi.....57*

### CAPÍTULO V

Caracterização GEOTÉCNICA E MINERALÓGICA DE UMA ARGILA FORMADA SOB ATIVIDADE HIDROTÉRMAL

*Marcelo Heidemann, Luiz Antônio Bressani, Juan Antonio Altamirano Flores, Matheus Porto, Breno Salgado Barra e Yader Alfonso Guerrero Pérez.....73*

### CAPÍTULO VI

PROPOSIÇÕES PARA UM CISALHAMENTO DIRETO DE CAMPO: ALTERNATIVA EM MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS.

*Vitor Santini Müller, Nilo Rodrigues Júnior, Murilo da Silva Espíndola, Regiane Mara Sbroglia, Rafael Augusto dos Reis Higashi e Juan Antonio Altamirano Flores.....89*

### CAPÍTULO VII

USO DE MODELO GEOLÓGICO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE ORIENTAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÃO

*Carlos Magno Sossai Andrade, Patrício José Moreira Pires e Rômulo Castello Henrique Ribeiro.....102*

#### CAPÍTULO VIII

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA BOÇOROCA DO CÓRREGO DO GRITO EM RANCHARIA-SP DE 1962 A 2014

*Alyson Bueno Francisco.....118*

#### CAPÍTULO IX

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DA SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO NAS MICROBACIAS DO MÉDIO RIO GRANDE

*Eduardo Goulart Collares, Ana Carina Zanollo Biazotti Collares, Jéssica Avelar Silva e Amanda Francieli de Almeida.....126*

#### CAPÍTULO X

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE PACOTI NO ESTADO DO CEARÁ. EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E UNIDADES DE RELEVO PARA GEOTECNIA

*Francisco Kleison Santiago Mota, Jean Marcell Pontes de Oliveira, Naedja Vasconcelos Pontes, César Ulisses Vieira Veríssimo e Sônia Maria Silva de Vasconcelos.....138*

#### CAPÍTULO XI

MAPEAMENTO DE AMEAÇAS E DESASTRES NATURAIS NA ÁREA URBANA DE SANTARÉM - PA

*Fábio Ferreira Dourado e Milena Marília Nogueira de Andrade.....160*

#### CAPÍTULO XII

MELHORAMENTO FLUVIAL DO RIO URUSSANGA PERTENCENTE À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SUL DE SANTA CATARINA

*Sérgio Luciano Galatto, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira, Nadja Zim Alexandre e Vilson Paganini Belletini.....174*

#### CAPÍTULO XIII

METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DO RIO URUSSANGA-SC PARA FINS DE DEPOSIÇÃO

*Nadja Zim Alexandre, Carlyle Torres Bezerra de Menezes, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira e Sérgio Luciano Galatto.....190*

#### CAPÍTULO XIV

POTENCIALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS

*Giancarlo Lastoria, Sandra Garcia Gabas, Guilherme Henrique Cavazzana, Juliana Casadei e Tamiris Azoia de Souza.....204*

## CAPÍTULO XV

ASPECTOS PRINCIPAIS SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA AUXILIAR NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

*Bruna Ricci Bicudo, Lígia Belieiro Malvezzi e Edilaine Regina Pereira.....214*

## CAPÍTULO XVI

AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS OPERACIONAIS PRESENTES EM ALGUMAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ

*Thiago de Norões Albuquerque, Tícia Cavalcante de Souza e Wladya Maria Mendes de Oliveira.....225*

## CAPÍTULO XVII

COMPARATIVO DE BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR GASOLINA

*Diego Moreira da Silva, Marcela Penha Pereira Guimarães, Raphael Moreira Alves e Francisco Roberto Silva de Abreu.....239*

## CAPÍTULO XVIII

DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO E SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA EM TAQUARUÇU DO SUL - RS

*Gabriel D'Avila Fernandes, José Luiz Silvério da Silva, Willian Fernando de Borba, Lueni Gonçalves Terra, Carlos Alberto Löbler e Edivane Patrícia Ganzer.....251*

## CAPÍTULO XIX

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: APLICAÇÃO AO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO - SP

*Hermes Dias Brito, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Claudia Vanessa dos Santos Corrêa e Lucilia do Carmo Giordano.....263*

***Sobre o organizador.....286***

***Sobre os autores.....287***



## **CAPÍTULO X**

### **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE PACOTI NO ESTADO DO CEARÁ. EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E UNIDADES DE RELEVO PARA GEOTECNIA**

---

**Francisco Kleison Santiago Mota  
Jean Marcell Pontes de Oliveira  
Naedja Vasconcelos Pontes  
César Ulisses Vieira Veríssimo  
Sônia Maria Silva de Vasconcelos**

## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE PACOTI NO ESTADO DO CEARÁ. EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E UNIDADES DE RELEVO PARA GEOTECNIA

### **Francisco Kleison Santiago Mota**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia  
Fortaleza - Ceará

### **Jean Marcell Pontes de Oliveira**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia  
Fortaleza - Ceará

### **Naedja Vasconcelos Pontes**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia  
Fortaleza - Ceará

### **César Ulisses Vieira Veríssimo**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia  
Fortaleza - Ceará

### **Sônia Maria Silva de Vasconcelos**

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia  
Fortaleza - Ceará

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um Diagnostico Ambiental voltado à erosão hídrica superficial (grau de erosividade e erodibilidade) e cartografia geotécnica (unidades de relevo) do Município de Pacoti, na Serra de Baturité. Geologicamente, a área é composta por um conjunto dominante de biotita gnaisses e mica xistos com granada do Complexo Ceará, incluindo quartzitos, hornblenda gnaisses e pegmatitos. As litologias presentes na área, quando intemperizadas, produzem uma associação predominantemente de argissolos de textura argilosa, siltosa ou areno-argilosa com horizontes moderados, além de manchas localizadas de latossolos, neossolos litólicos e neossolos flúvicos. Foram realizados ensaios de permeabilidade, granulometria em solos coletados na área pesquisada, estudos morfométricos do relevo, bem como o cálculo da erosividade da chuva e da erodibilidade dos solos aplicando o nomograma de Wishmeier. Quanto à pluviosidade e a erosividade, o período mais crítico com relação ao potencial erosivo das chuvas corresponde aos meses de Março, Abril e Maio onde ocorrem as chuvas concentradas. Os solos do município de Pacoti situaram-se no geral entre a categoria 2 e 3 do fator K sendo classificado como erodibilidade média e forte. Considerando como base as abordagens apresentadas sobre o diagnostico ambiental, pode-se ressaltar que a região de Pacoti necessita de uma avaliação criteriosa com relação ao uso e ocupação de suas áreas de risco (margens de rios e encostas).

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosividade, Erodibilidade, Unidade de Relevo

## 1. INTRODUÇÃO

O presente diagnóstico ambiental tomou como principais elementos de

análise: a carta de declividade, os mapas geológico e de unidades de relevo, o potencial erosivo das chuvas e a suscetibilidade a erosão dos solos nas áreas urbana e rural do município de Pacoti. O município de Pacoti se insere na Área de Proteção Ambiental (APA) criada pelo governo estadual do Ceará em 1990, possuindo uma área de aproximadamente 120 Km<sup>2</sup>, localizada na serra ou maciço de Baturité. Este maciço apresenta um dos poucos registros de mata úmida do Estado, caracterizado pelo microclima e pelas chuvas orográficas a barlavento, cujo potencial natural bastante significativo e constituído por várias espécies vegetais remanescentes da Mata Atlântica favorece o desenvolvimento de atividades agrícolas e turísticas.

Os condicionantes principais que regem a problemática abordada neste trabalho incluem: o potencial erosivo da chuva, o comportamento físico dos solos correlacionado com a declividade e o tipo de relevo da região, condicionando assim uma variação do potencial de erodibilidade para o município. Todas essas características estão associadas diretamente à geologia local e ao grau de alteração das rochas mapeadas, as quais foram descritas em perfis e em afloramentos cuja exposição foi facilitada pela grande rede de caminhos e estradas existentes na área.

Embora o objetivo principal deste estudo tenha sido o diagnóstico ambiental correlacionado as características físicas e os condicionantes à erosão hídrica dos solos, para alcançar este objetivo principal, alguns objetivos específicos complementares foram essenciais para sua consolidação, como por exemplo: identificar e mapear a distribuição das unidades litológicas, elaborar a carta de declividade, o mapa de unidades de relevo, determinar o potencial erosivo da chuva (erosividade), determinar a suscetibilidade dos solos à erosão (fator K) e confeccionar a carta de erodibilidade dos solos para o município.

## **2. CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO**

O Município de Pacoti situa-se na Província Borborema, uma unidade geotectônica compartimentada em blocos crustais ou domínios amalgamados durante a orogênese Brasileira. Na porção norte da Província são diferenciados três domínios: NW do Ceará ou Médio Coreauí, Ceará Central e o Rio Grande do Norte (Figura 1).

O Domínio Ceará Central (DCC) possui cerca de 80.000 Km<sup>2</sup> de extensão e encontra-se limitado entre duas grandes zonas de cisalhamento dúctil conhecidas como lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu (ZCSP). Fetter et al. (2000) subdivide este domínio em três unidades geotectônicas: 1) Embasamento Arqueano, 2) Terrenos acrescionários do Paleoproterozóico, e 3) Terreno Santa Quitéria. No interior dos Terrenos acrescionários do paleoproterozóicos localiza-se a área pesquisada, onde predominam litologias representadas por paragneisses e ortogneisses diversos relacionados ao Complexo Independência, Grupo Itatira e a uma parte do Grupo Ceará (FETTER et al. 2000).

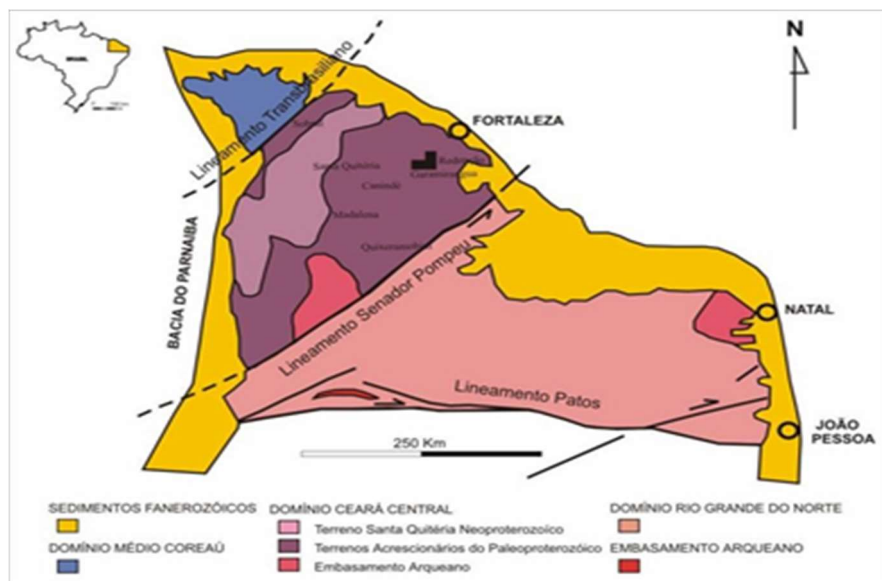


Figura 1. Mapa da porção norte da Província Borborema com as principais estruturas e domínios tectônicos (modificado de FETTER et al. 2000).

Arthaud et al. (1998), descreve no Domínio Ceará Central seqüências supracrustais monocíclicas, de idade provável meso ou neoproterozóica metamorfisadas em grau alto e freqüentemente migmatizadas, incluindo gnaisses e xistos com sillimanita e/ou cianita e granada, além de quartzitos, calcissilicáticas e mármore configurando grandes *nappes* recumbentes bem preservadas. As supracrustais se sobrepõem a um embasamento policíclico com idades variando entre o Arqueano e o Paleoproterozóico constituído predominantemente por ortognaisses metamorfisados em condições de fácies anfibolito alto, com freqüente migmatização, além de núcleos localizados de terrenos greenstone-gnáissicos, classificados em grande parte como suítes TTG (CABY e ARTHAUD, 1986). A tectônica predominante neste domínio é tangencial, materializada por um empilhamento complexo de *nappes*, seguida por uma intensa tectônica transcorrente pós-datando o pico do metamorfismo Brasileiro. Subseqüentemente dominaram processos transpressionais ao longo das grandes zonas de cisalhamento regional, através das quais conjuntos alongados de plutons alcalinos e cálcioalcalinos foram intrudidos (GARCIA e ARTHAUD, 2004).

Bizzi et al. (2001) cartografaram na área de estudo dois agrupamentos maiores: um deles um domínio batolítico, de idade inferida neoproterozóica, equivalente ao Complexo Tamboril - Santa Quitéria descrito por Braga et al. (1997) e o outro, denominado Complexo Ceará, situando-se na mesma área de exposição do complexo Caicó de Braga et al. (1977).

Cavalcante et al. (2003) consideram também o Complexo Ceará subdividido nas unidades Independência e Canindé com descrições litológicas e cartografia semelhante à de Bizzi et al. (2001), sendo a idade inferida também no Paleoproterozóico indiferenciado. Entretanto, o domínio equivalente ao Complexo

Tamboril – Santa Quitéria descrito por Braga et al., (1977) foi cartografado como um segmento do Complexo Ceará com grande contribuição de corpos de composição granítica.

Estudando a região de Baturité, Torres (2004) e Torres et al. (2006) denominaram os litotipos anteriormente atribuídos ao Complexo Ceará de Sequência Acarape a qual foi subdividida em duas subunidades: Aracoiaba e Baturité. A subunidade Aracoiaba representada por gnaisses e xistos pelíticos com ou sem granada e sillimanita associados a quartzitos, mármore, calcissilicáticas e metavulcânicas, enquanto a subunidade Baturité, composta por gnaisses pelíticos com ou sem granada e sillimanita, parcialmente migmatizados associados subordinadamente a metultramáficas e quartzitos. As unidades mapeadas nesta pesquisa foram incluídas na Sequência Acarape, conforme proposta de Torres (2004) e Torres et al. (2006).

O relevo do estado do Ceará foi inicialmente agrupado por Souza (1988) em três domínios geomorfológicos distintos de acordo com suas características fisionômicas e genéticas em: A) Domínio dos depósitos sedimentares Cenozóico: Planícies e terraços fluviais; Formas litorâneas e Tabuleiros; B) Domínio das bacias sedimentares Paleo-Mesozóicas: Chapada do Araripe; Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba/Serra Grande; e, C) Domínio dos escudos e dos maciços antigos: Planaltos residuais e Depressões sertanejas.

A Serra de Baturité possui orientação predominante NNE–SSW, com níveis altimétricos variando entre 600 a 800m, em média, chegando excepcionalmente a cota máxima de 1.114 m, no município de Pacoti, onde localiza-se o Pico Alto (Souza e Oliveira, 2006). Trata-se de montanhas isoladas tendo como superfície de piso (*piemont*), superfícies aplainadas, conservadas entre interflúvios e vertentes bastante inclinadas (BÉTARD et al. 2007).

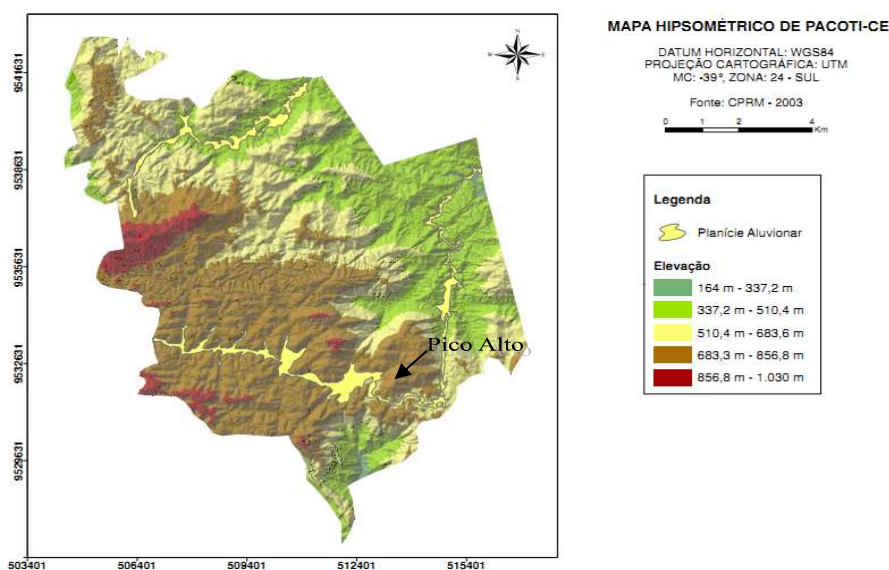


Figura 2. Mapa Hipsométrico do município de Pacoti-CE (Fonte: OLIVEIRA e MOTA, 2011).

O mapeamento das feições estruturais lineares na Serra de Baturité a partir de sensoriamento remoto realizado por Batista et al. (2014) permitiu reconhecer diferentes domínios estruturais onde as feições rúpteis e dúcteis influenciam na dissecação das vertentes e vales dos principais rios que drenam a serra, além de influenciar na estabilidade de taludes naturais e de corte acentuando a propensão de movimentos translacionais e rupturas planares associados às fraturas orientadas transversalmente à foliação; e fenômenos de queda de blocos e tombamentos relacionados a fraturas subverticais, paralelas à face dos taludes. No limite leste do município de Pacoti destaca-se um conjunto penetrativo de estruturas orientadas N-S, responsável pelo entalhe de alguns vales perpendiculares ao Rio Pacoti e pela própria inflexão que esse rio faz em sentido norte, à altura da localidade de Areias. Dois densos feixes de lineamentos orientados no sentido E-W, o principal controlando o Rio Pacoti na cidade homônima, encontram-se associados a zonas de cisalhamento dúcteis transcorrentes mapeadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2012).

Conforme os estudos realizados para elaboração do zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité (CEARÁ, 1992) a geomorfologia da serra apresenta feições fortemente dissecadas em cristas, colinas e vales fechados. Possui uma rede de drenagem bastante densa e exibe uma preferência de padrões sub-dendríticos. Suas feições geomorfológicas estão inseridas no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos compostos de litotipos datados do Pré-Cambriano. Trata-se de um maciço residual, disposto em posição NE-SW. Suas características geomorfológicas estão associadas às influências litológicas e estruturais pretéritas, aos mecanismos de flutuações climáticas cenozóicas e aos processos morfodinâmicos atuais. O solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo apresentando classe textural variando de argilosa à média, bem drenados e porosos. Possuem horizontes A, Bt e C, onde o horizonte Bt é caracterizado por apresentar películas de materiais coloidais (IPLANCE, 2004). Esse tipo de solo, conforme o Atlas do Ceará (IPLANCE, 1995) é subdividido em eutróficos (PE) quando há presença de horizonte subsuperficial de acumulação de argilas e, distróficos (PV), quando apresentam forte acidez.

### **3. BREVE HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO**

Considerando as características geomorfológicas, com destaque ao efeito orográfico e as particularidades do clima e da vegetação, a serra de Baturité compõe uma paisagem de exceção do sertão semiárido cearense, apresentando características naturais bastante distintas de seu entorno semiárido (IBAMA, 2002).

Relatos de trabalhos anteriores sobre o histórico de uso e ocupação da serra indicam que as secas do Nordeste foram determinantes para o povoamento e exploração da terra, na Serra de Baturité. O fluxo migratório sertão-serra iniciou-se e acentuou-se com as secas. A princípio, a ocupação do solo deu-se de um modo

totalmente precário desde a posse da terra como também pela falta de conhecimento de técnicas de cultivo e conservacionismo (e.g., Paes, 2004; Queiroz, 2010; Nascimento et al., 2010; Bastos, 2012; Batista, 2014). Outra importante observação de referidos autores na descaracterização da floresta é que antes reinava uma temperatura relativamente baixa com nevoeiros frequentes, o solo era mais úmido. Nas últimas décadas a ocupação da Serra de Baturité tem sido reativada em função das suas potencialidades paisagísticas e turísticas, com a construção de hotéis, pousadas e casas de veraneio. Muitas destas edificações erguidas em áreas inadequadas em descumprimento à legislação ambiental, como em encostas íngremes, em topos de morros ou próximo às margens dos rios (e.g., Nascimento et al., 2010; Batista, 2014).

Paes (2004) ressalta que em relação à agricultura, a região da Serra de Baturité caracteriza-se pela aplicação de técnicas agrícolas de cultivo totalmente tradicionais e de baixo nível tecnológico, uso que se mantém pelas limitações da área com alta declividade, dificultando assim a mecanização e aumentando a susceptibilidade à erosão.

Atualmente na área objeto de estudo existe uma grande diversificação de cultivo, tanto permanente como temporário nas planícies aluviais e nas encostas de alta e baixa declividade, de forma indiscriminada. As principais culturas observadas nesta região foram às bananeiras, o café, e a cana-de-açúcar, o chuchu e hortaliças. Estes dois últimos, principalmente na região do fundo dos vales e nas planícies alveolares.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico das principais informações geoambientais da área, existentes em anais, periódicos, livros, monografias, dissertações e teses, variando desde a escala regional até a escala de semidetalhe dando ênfase às informações geológicas mais recentes. O mapeamento ocorreu ao longo das estradas e caminhos existentes na área, a fim de identificar as principais unidades geológicas e identificar as unidades de relevo. Foi realizada coleta de amostras de solos para ensaios de laboratoriais (densidade real, umidade, granulometria, sedimentação, permeabilidade variável, teor de matéria orgânica) e ensaios de campo (densidade “in situ” e umidade). Utilizado as informações obtidas nesses ensaios para caracterizar os solos (textura, porosidade) e para aplicar o nomograma de Wishmeier (granulometria, matéria orgânica, estrutura e permeabilidade) a fim de identificar a erodibilidade dos solos.

Para o Fator de erosividade foi utilizado uma modificação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) por Bertoni e Lombardi Neto (1993). Neste trabalho, os domínios de declividade foram gerados por meio do *software* ARC GIS, tomando como base cartas topográficas digitais para criação de *shapefile* específico e posteriormente elaboradas a Carta de Declividade e o Mapa de Unidades de Relevo.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Mapa Geológico do Município

Os litotipos mapeados no município de Pacoti, em sua maioria são representados por gnaisses e xistos, intercalados por lentes de quartzitos e fazem parte da sequência Metavulcano-sedimentar de Acarape, datada por Arthaud (2007) e Arthaud et al. (2015) de idade Neoproterozóica. Entre os gnaisses predominam biotita gnaisses com maior ou menor ocorrência de granada e/ou sillimanita, gnaisses migmatíticos e mais raramente hornblenda gnaisses. Nos tipos que sofreram fusão parcial o bandamento composicional encontra-se obliterado, gerando feições e estruturas migmatíticas em metatexitos e porções diatexiticas de composição granítica. Os xistos, representados por biotita e muscovita xistos com ou sem granada e sillimanita ocorrem junto com faixas menores de quartzitos ao longo de duas faixas com espessura média inferior a dois quilômetros de orientação preferencial NW-SE, situadas nas porções central e sul do município. Os pegmatíticos ocorrem de maneira errática e são encontrados na forma de pequenos corpos na porção central e leste da área, em sua maioria possuindo composição granítica. As principais litologias mapeadas na área encontram-se listadas no tabela 1, com as respectivas coordenadas X, Y.

| Litologias Mapeadas      |         |  |
|--------------------------|---------|--|
| Coordenadas UTM - WGS 84 |         | Dados de Campo                                   |
| 9532757                  | 510112  | Gnaisses   |
| 9532277                  | 510225  | Biotita Gnaisses                                 |
| 9530810                  | 510584  | Xísto  |
| 9530717                  | 510789  | Biotita Xísto com Granada                        |
| 9530721                  | 510950  | Quartzo Mica Xísto                               |
| 9530317                  | 511378  | Mica Xísto com Granada                           |
| 9530145                  | 511298  | Hornblenda Gnaisse com Lentes de Quartzito       |
| 9534744                  | 510345  | Xísto com intercalação de Quartzito              |
| 9535000                  | 510500  | Gnaisse com filões de Quartzito                  |
| 9533881                  | 510510  | Biotita Gnaisse                                  |
| 9535390                  | 510226  | Mica Xísto com Granada intercalado com Quartzito |
| 9536713                  | 5101171 | Gnaisse Migmatito                                |
| 9537257                  | 510462  | Mica Xísto                                       |
| 9537912                  | 511003  | Quartzito  |
| 9532849                  | 516465  | Pegmatito  |

Tabela 1. Relação dos pontos de ocorrência das litologias cadastrados durante o mapeamento geológico realizado, com suas respectivas coordenadas geográficas



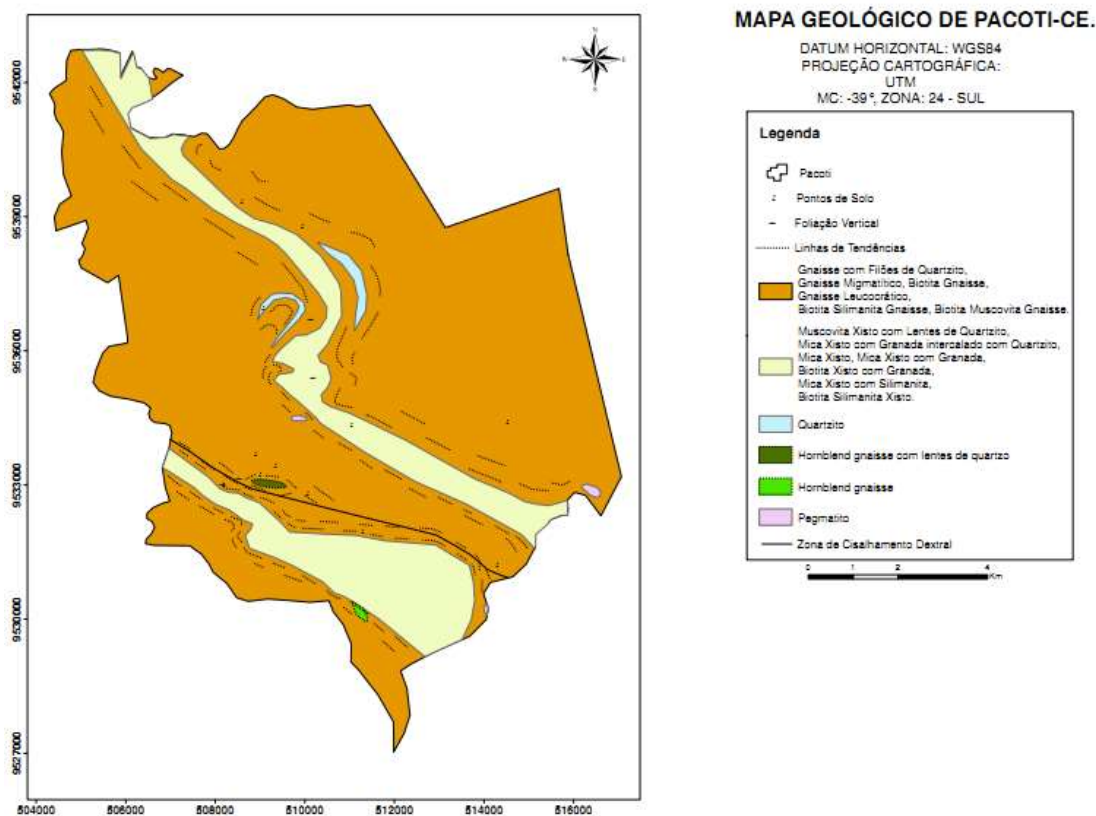


Figura 3: Mapa Geológico do Município de Pacoti-CE (Fonte: OLIVEIRA e MOTA, 2011).

## 5.2 Carta de Declividade e Unidades de Relevô

Para elaboração da Carta de Declividade foram aplicados os valores em porcentagens correspondentes a 0%, 5%, 15% e 30%, posteriormente agrupados em quatro intervalos de classes representados pelas cores: verde, amarelo, laranja e vermelho (Tabela 2). A classe I foi caracterizada pela a cor verde e declividade suave, inferior a 5%, a classe II pela cor amarela, predominando declividades de 5% a 15%, a classe III pela cor laranja, com declividade entre 15% e 30% e a classe IV indicada pela cor vermelha, correspondendo a maior parte da área do município, com declividade maior que 30%.

| Classes de Declividade | Cores    | Declividade Predominante (%) |
|------------------------|----------|------------------------------|
| I                      | VERDE    | 0 – 5                        |
| II                     | AMARELA  | 5 – 15                       |
| III                    | LARANJA  | 15 – 30                      |
| IV                     | VERMELHA | >30                          |

Tabela 2. Classes de declividade da área estudada.

As Cartas confeccionadas neste trabalho tomaram como base a coleta e organização de cartas de topográficas digitas para retiradas dos *shapefile* e

padronização dos *layers* referentes a cada carta apresentada. Formatando assim geração da Carta de Declividade do município de Pacoti ilustrada na figura 5, essencial às ações de planejamento e uso e ocupação de acordo com as restrições relacionadas ao gradiente/inclinação do relevo. Na classe inferior a 5%, encontra-se a área principal de expansão urbana da cidade de Pacoti e o traçado das principais drenagens junto com os depósitos aluvionares associados. Entretanto, a grande maioria da área municipal possui intervalos de classes acima de 15% representado na Figura 4 pelas cores laranja e vermelho, o que potencializa o desenvolvimento de processos erosivos, de instabilização e movimentos de massa nos diversos setores, especialmente em taludes de corte gerados pela ação antrópica.

O cruzamento entre as classes de declividade e as amplitudes médias locais tomadas com auxílio do mapa hipsométrico levaram a delimitação das diferentes sistemas e respectivas unidades de relevo presentes no município de Pacoti aplicando a metodologia do IPT (1981) (Tabela 3 e Figura 4).

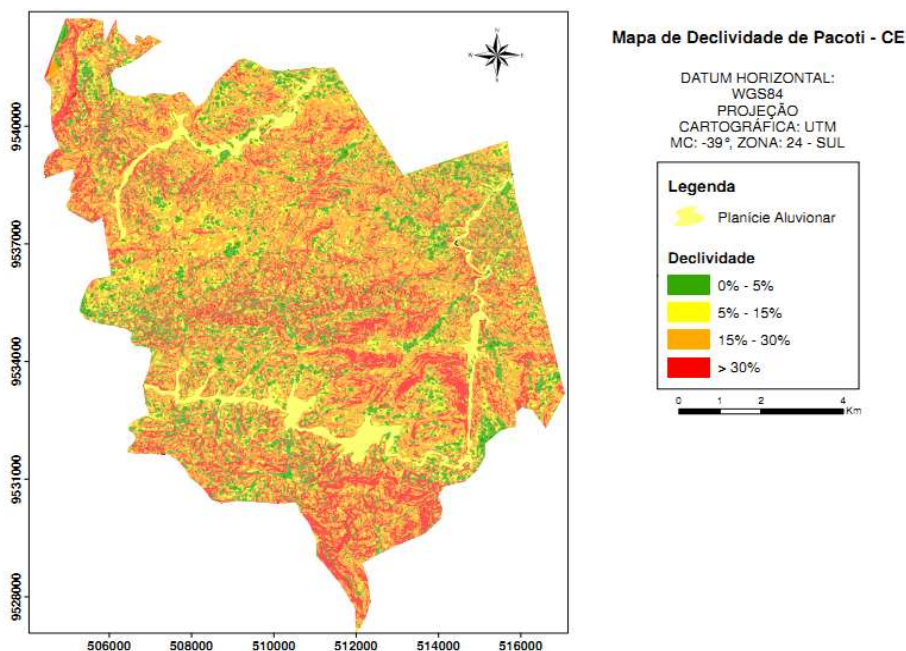


Figura 4: Carta de Declividade do município de Pacoti-Ce (Fonte: OLIVEIRA e MOTA, 2011).

| Sistemas de Relevo |                    | Amplitudes Médias | Declividade Predominante |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
| Agradação          | Planície Aluvionar | -                 | 0% - 5%                  |
|                    | Planície Alveolar  | -                 | 0% - 15%                 |
| Dissecação         | Colinas            | 75                | 5% - 15%                 |
|                    | Morros             | 130               | 15% - 30%                |
|                    | Montanhas          | 550               | > 30%                    |

Tabela 3. Sistemas de relevo.

Dois sistemas principais de relevo incluindo relevos de Agradação, Dissecação foram reconhecidos na área e subdivididos em unidades de planícies, colinas, morros e montanhas (Figura 5). As planícies aluvionares são constituídas

por terrenos de baixas amplitudes mais ou menos planos, de declividade inferior a 5%, localizados junto às margens dos rios, essa unidade aparece predominantemente na porção sul da área ao longo do Rio Pacoti único rio caracterizado por ser de 4ª ordem (Figura 6). Nos setores noroeste e centro-sul do município de Pacoti, o relevo é montanhoso e caracterizado pelas declividades maiores que 30% e amplitudes médias acima de 550m (Figuras 5 e 9). Na maior parte do município predomina um relevo de morros com topos arredondados e colinoso de amplitudes variando 75 a 130m e declividades inferiores a 30% (Figuras 5, 7 e 8).

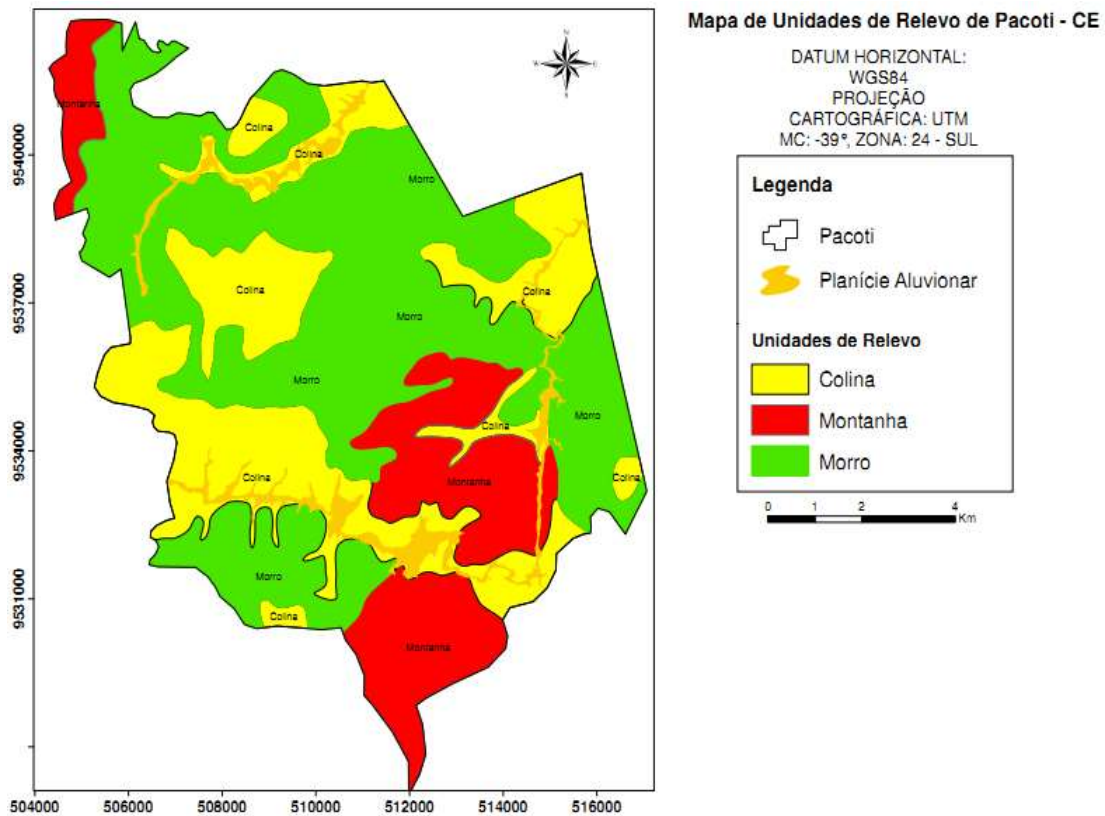


Figura 5. Unidades de relevo do município de Pacoti, CE (Fonte: OLIVEIRA e MOTA, 2011).



Figura 6 - Planície Aluvionar do Rio Pacoti localizado na margem direita da estrada que segue em direção a localidade de Jardim de Areias.



Figura 7 - Relevo Colinoso situado na porção central da área próximo a zona urbana de Pacoti



Figura 8 - Conjunto de morros situado na porção central do município de Pacoti.

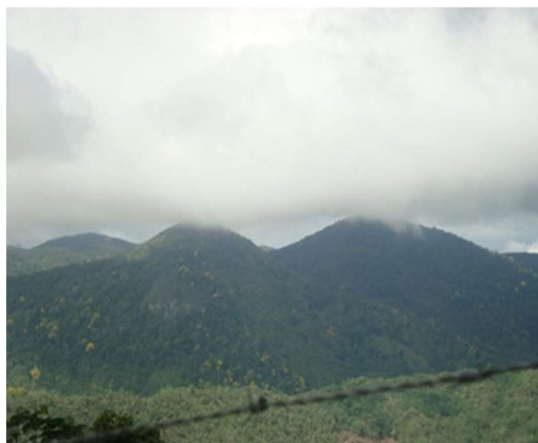


Figura 9 - Relevo montanhoso localizado no extremo sul da área.

### 5.3. Porosidade e Textura

A porosidade refere-se ao volume do solo ocupado pelo ar e pela água, sendo importante sua caracterização na investigação do armazenamento e movimento da água e de gases, e no estudo sobre resistência mecânica apresentada pelo solo por ocasião do seu manejo, é uma propriedade usada na agricultura e para fins geotécnicos, sendo expresso em porcentagem, através da fórmula:  $P = (\delta g - \delta s) / \delta g$ , onde  $\delta g$  = densidade real (laboratório) e  $\delta s$  = densidade aparente (campo). Podemos classificar a porosidade segundo IAEG (1992) e a textura (relacionada à composição granulométrica do solo) conforme Atterberg (1912) na Tabela 4.

| Porosidade |               | Textura      |               |
|------------|---------------|--------------|---------------|
| (%)        | Classificação | Fração       | Diâmetro (mm) |
| >50        | Muito alta    | Areia Grossa | 2 - 0,2       |
| 50 - 45    | Alta          | Areia Fina   | 0,2 - 0,05    |
| 45 - 35    | Média         | Silte        | 0,05 - 0,002  |
| 35 - 30    | Baixa         | Argila       | <0,002        |
| <30        | Muito baixa   | -            | -             |

Tabela 4. Classificação da porosidade dos solos (IAEG, 1992) e textura segundo Atterberg (1912).

Os solos identificados na área apresentam uma textura variando em sua maioria de franco-siltosa à franco-silto-argilosa e de franco-arenosa à franco-argiloso, com porosidades variando entre muito alta a alta, e médio a baixa (Tabela 5). Caracterizando assim uma estrutura granulométrica em solos mais argilosos e siltosos evidenciaram uma porosidade de média a alta, em solos arenosos uma porosidade uma alta (Tabela 5).

| Amostras | Textura                 | Porosidade (%) |               |
|----------|-------------------------|----------------|---------------|
|          |                         | (%)            | Classificação |
| PS-21    | Franco Arenosa          | 42             | Média         |
| PS-25    | Franco Arenosa          | 53             | Muito alta    |
| PS-28    | Franco                  | 59             | Muito alta    |
| PS-32    | Franco Argilosa         | 19             | Muito baixa   |
| PS-33    | Franco Siltoso          | 45             | Média         |
| PS-35    | Franco Siltoso          | 42             | Média         |
| PS-36    | Franco Siltoso          | 50             | Alta          |
| PS-37    | Franco Arenosa          | 56             | Muito alta    |
| PS-39    | Franco                  | 50             | Alta          |
| PS-40    | Franco Arenosa          | 44             | Média         |
| PS-43    | Franco                  | 42             | Média         |
| PS-44A   | Franco Argiloso Siltoso | 44             | Média         |
| PS-44B   | Franco Siltoso          | 69             | Muito alta    |

Tabela 5. Resultados de textura e porosidade dos solos analisados.

#### 5.4. Suscetibilidade a erosão dos solos (erodibilidade - Fator K)

O potencial de erodibilidade de um solo (Fator K) representa a susceptibilidade do solo à erosão. Este fator está diretamente relacionado com a tipologia do solo, ou seja, propriedades físicas e químicas que determinam o grau de erosão dos diferentes tipos de solos quando submetidos às mesmas condições de chuva, declive e uso. O Fator K foi calculado aplicando o nomograma de Wischmeier et al., (1971) a partir dos parâmetros texturais do solo nas frações silte + areia muito fina (0,002 – 0,10 mm), areia (0,10 – 2,0 mm), teor de matéria orgânica, estrutura do solo e permeabilidade (Tabela 6). As amostras analisadas apresentaram resultados de erodibilidade em torno de 0,20 a 0,50 t/ha

( $\text{tm}/\text{ha}\cdot\text{mm}/\text{h}$ ), sendo classificadas como de erodibilidade média a forte em comparação a classificação proposta de Carvalho (1994)

| Amostras | granulometria |         | Matéria Organicas | Estrutura | Permeabilidade |                     | Erodibilidade dos solos<br>t/há( $\text{tm}/\text{há}\cdot\text{mm}/\text{h}$ ) |
|----------|---------------|---------|-------------------|-----------|----------------|---------------------|---|
|          | % Finos       | % Areia |                   |           | cm/s           | Classe              |   |
| PS - 21  | 49            | 51      | 0,63              | 2         | 5,00E-05       | 5- Lenta            | 3 - Forte   |
| PS - 25  | 59            | 25      | 2,94              | 1         | 1,60E-08       | 2-Moderado rápido   | 2 - Médio   |
| PS - 28  | 43            | 60      | 0,97              | 2         | 3,70E-04       | 3-Moderada          | 3 - Forte   |
| PS - 32  | 64            | 20      | 2,66              | 1         | 1,30E-03       | 2-Moderada a rápido | 3 - Forte   |
| PS - 33  | 85            | 5       | 3,18              | 1         | 9,80E-03       | 4-Lenta a moderada  | 3 - Forte   |
| PS - 35  | 75            | 3       | 1,8               | 1         | 3,40E-04       | 3-Moderada          | 3 - Forte   |
| PS - 36  | 85            | 5       | 3,22              | 1         | 5,10E-05       | 5- Lenta            | 3 - Forte   |
| PS - 37  | 64            | 17      | 1,42              | 1         | 2,10E-03       | 1-Rápido            | 3 - Forte   |
| PS - 39  | 51            | 32      | 3,23              | 1         | 1,80E-03       | 1-Rápido            | 3 - Forte   |
| PS - 40  | 55            | 18      | 1,81              | 1         | 1,50E-03       | 2-Moderada a rápido | 2 - Médio   |
| PS - 43  | 45            | 65      | 1,96              | 2         | 9,60E-04       | 4-Lenta a rápido    | 3 - Forte   |
| PS - 44A | 66            | 20      | 4,26              | 1         | 3,30E-04       | 3-Moderada          | 2 - Médio   |
| PS - 44B | 86            | 15      | 0,45              | 1         | 1,30E-04       | 4-Lenta a moderada  | 2 - Médio   |

Tabela 6. Resumo dos resultados dos ensaios geotécnicos necessários para a obtenção do Fator K.

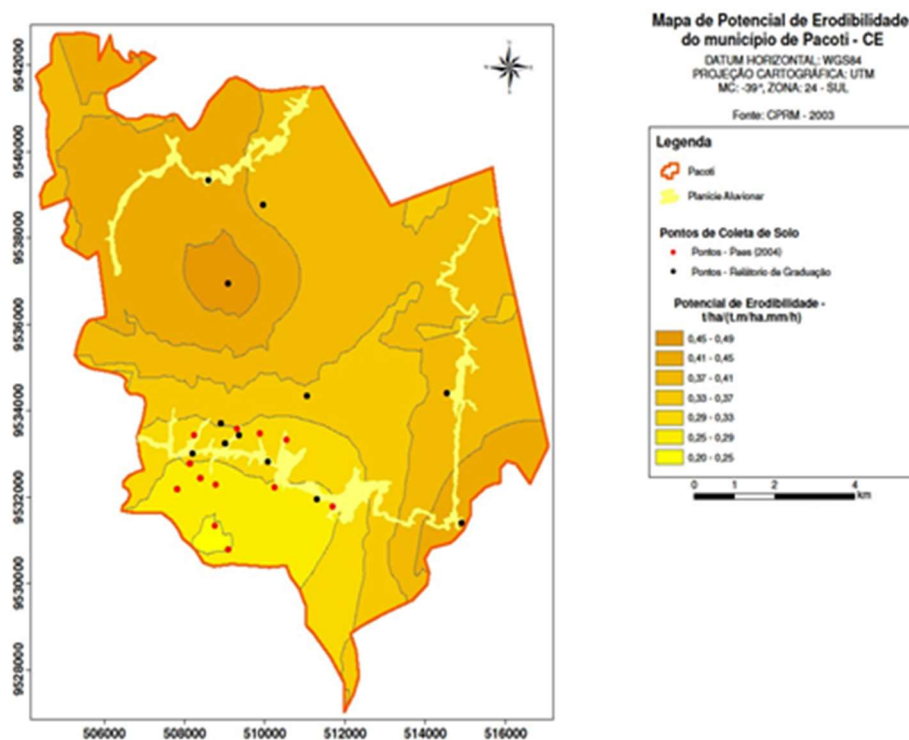


Figura 10. Mapa de erodibilidade do município de Pacoti, CE (Fonte: OLIVEIRA e MOTA, 2011) Cartografia /geotécnica e análise dos condicionantes de erosão, e estabilidade de encostas no município de Pacoti - CE.

### 5.5. Potencial erosivo da chuva (erosividade - Fator R)

O Fator R é representação numérica da capacidade da chuva de causar erosão laminar, que é determinada pela correlação de uma série contínua de registros pluviométricos em um determinado período. A erosividade foi calculada

através da formulação utilizando uma modificação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) de Bertoni & Lombardi Neto (1993). As condições pluviométricas registram precipitação média anual em torno de 1518 mm. Os resultados das erosividades e precipitações médias mensais do histórico dos anos de 1974 até de 2010 foram coletadas na estação pluviométrica no município de Pacoti, fornecida pela FUNCEME, figura 11.

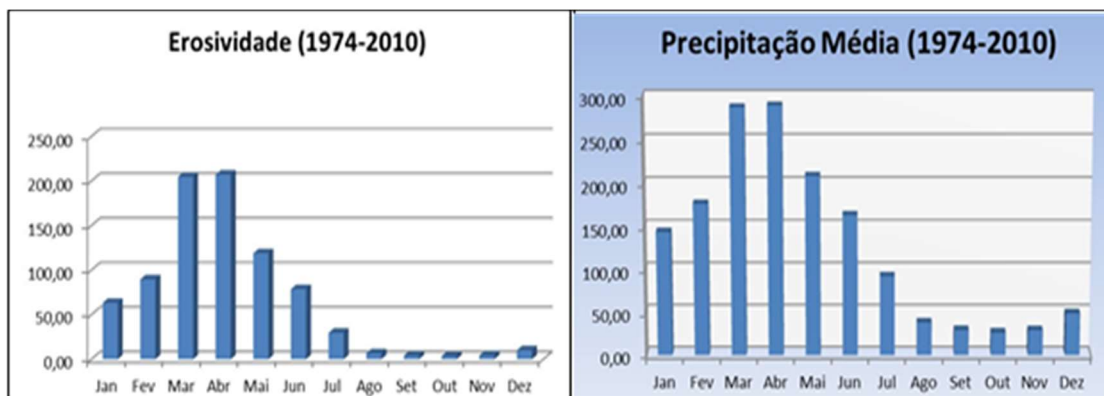


Figura 11. Erosividade mensal da chuva e precipitação média no período de 1974 a 2010.

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que no caso de Pacoti os maiores valores de erosividade estão diretamente associados aos meses de maior taxa pluviométrica como os meses de março, abril e maio.

## 6. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental é a caracterização da qualidade ambiental atual da área de abrangência do Estudo Ambiental, de modo a fornecer conhecimentos para embasar a identificação e a avaliação dos impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico. Neste caso o diagnóstico limita-se ao meio físico, levando em consideração o uso e ocupação das áreas de entorno dos rios e encostas, o tipo de cultivo agrícola e a expansão urbana em relação meio físico. Os tipos de agricultura associadas a região é família e não familiar, porem em Pacoti ainda se predomina agricultura família segundo dados do (IPCE 2011). A ocupação de grande áreas na zona rural propicia diversões tipo de cultivo associados a agricultura em áreas de relevos como morros baixos e planícies.

Cultivos como os em curva de nível, que estão diretamente associados a unidades de relevo de morros de baixas amplitudes e com declividades menores que 30%, no setor observado a extremo SSW da área a uma erodibilidade com intervalo de 0,20 a 0,25 t/h(tm/há.mm/h). Avaliando esses resultados é uma saída para este setor, já que a cultura em curva de nível propicia uma diminuição da erosão do solo e lixiviação do mesmo, salientado também que a geometria em bermas proporciona um melhor acumulo dos nutrientes do solo. Em relevos de planície declividades menos que 5%, onde as áreas são mais regulares a

agricultura é melhor aproveitada com grandes plantações em áreas com mais acúmulo de umidade.



Figura 12 - Plantação em curva de nível, próximo a Fazenda Ramaso.



Figura 13 - Plantação de Chuchu em meio a relevo de planície e circundado por uma unidade colinosa na estrada que vai em direção da Localidade de Granja.

Na cidade de Pacoti o crescimento se deu primeiro na ocupação rural com poucas moradias em grandes áreas vivendo de agricultura. Porém aos poucos foram povoando a região mais central município com comércios e setores administrativos. Porém tudo isso foi consequência da migração de grandes centros urbanos que incharam.

O relevo em sua maioria acidentado (colinoso e de morros cortados por uma planície aluvionar). Essas unidades de relevo com declividades máximas de 30% e amplitudes média em torno de 130 m, foi sendo ocupado de forma desordenada em setores principalmente próximos de encostas e alúvios. Vendo a necessidade de organizar e urbanizar essa ocupação, o município está tentando minimizar com tratamentos urbanísticos básicos como calçar ruas e avenidas, colocar canaletas de drenagens superficiais e em pontos mias que são estratégicos a aplicação de técnicas de contenção. A figura 14 retrata essa ocupação desordenada nas encostas e em vertentes de rios de encostas.

O relevo em sua maioria acidentado (colinoso e de morros cortados por uma planície aluvionar) Essas unidades de relevo com declividades máximas de 30% e amplitudes medias em torno de 130 m, foi sendo ocupado de forma desordenada em setores principalmente próximos de encostas e alúvios. Vendo a necessidade de organizar e urbanizar esse ocupação o municio está tentando minimizar essa desorganização da ocupação com tratamentos urbanísticos básicos como calçar ruas e avenidas, colocar canaletas de drenagens superficiais e em pontos mias estratégicos a aplicação de técnicas de contenção.





Figura 14 - Ocupação desordenada em relevos de dissecação próximos da inclinação da vertente, bordejando as margens do Rio Pacoti. Degradação de suas vertentes com lixo e poluição acentuada e assoreamento em torno do Rio Pacoti.

Uma das técnicas de contenção de encosta utilizadas na cidade de Pacoti é a de gramas com telas e grampos para conterem os deslocamentos de massa dos solos das encostas, que pode ocorrer no período de chuva protegendo as encostas com fixação da vegetação nos solos, esta técnica foi utilizada em uma praça que fica localizada dentro da cidade. Foram também observadas técnicas como arrimagem - muro de arrimo (muros de alvenaria de pedra (Figura 15). Para exemplar drenagem superficiais como canaletas, foi observado canaletas paralelas e perpendiculares ao bordo das ruas mais íngremes na área urbana.



Figura 15 - Uso da técnica de contenção de encostas na área urbana de Pacoti.

## 7. CONCLUSÃO

O presente trabalho de diagnóstico ambiental superficial do Município de Pacoti-Ce buscou correlacionar alguns aspectos como a identificação de unidades de relevo associadas a declividade, erodibilidade e por fim erosividade das chuvas. As unidades de relevo distribuídas na maior porção da região foram colinas e morros, com amplitudes de 130m e declividade predominante entre 5% e 30% que são cortados por planícies aluvionares com declividades inferiores a 5%. Outra unidade de relevo encontrada são as montanhas que estão concentradas nas porções noroeste, centro-sudeste e extremo sul com amplitudes média de 500m. Porém na porção centro-sudeste encontra-se o Pico Alto com elevação altimétrica de 1.114m. Outros dois aspectos importantes são os fatores de erosividade e

erodibilidade. Observou-se que a erosividade excedeu patamares de valores 100 (tm.mm/ha.h.mês), principalmente nos meses de Janeiro a Junho. O potencial de erodibilidade avaliado com base na amostragens quantificaram de 0,20 a 0,50 t/ha(tm/ha.mm/h), ou seja, classe de erodibilidade forte. Pode-se ressaltar que a porção centro-sudoeste da área onde se teve maior número de amostragem, foi identificado um erodibilidade de 0,20 a 0,33 t/ha(tm/ha.mm/h), essa análise deve ser extrapolada a zonas urbanas.

Quanto ao assoreamento que é um fenômeno presente na periferia dos rios e na zona urbana de Pacoti, percebeu-se que o rio Pacoti em alguns setores encontra-se assoreado devido a ocupação de suas margens e conseqüentemente remoção da mata ciliar. O uso e ocupação foram relacionados em um segundo momento em duas situações, com ocupação em unidades de relevo e para o uso em um aspecto socioeconômico como a agricultura. Utiliza-se técnicas de cultivo em curvas de nível para minimizar a ação da lixiviação do solo e minimizar a perda de nutriente do mesmo devido a este tipo de plantio ser geometricamente em bermas. Para as áreas urbanas a preocupação sobre o uso e ocupação está associado às áreas de relevos mais acentuados e íngremes com suas vertentes das encostas expostas e em margens dos rios. A ocupação desordena desses relevos propicia eventuais problemas ambientais e geotécnicos. Por conta disto tentou minimizar esses problemas com técnicas estabilização de encostas como arrimação (muro de arrimo), aplicação de grampos com reforço de gramas e telas têxteis, e para drenagem superficial utilizou-se canaletas paralelas e perpendiculares ao bordo das ruas. É necessário mais estudos específicos com foco em uso e ocupação, associado a aspectos geoambientais na cidade de Pacoti-Ce.

## REFERÊNCIAS

ABGE. **Geologia de Engenharia**. 1998. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia.

ARTHAUD, M.H.; VASCONCELOS, A.M.; NOGUEIRA NETO, J.A.; OLIVEIRA, F.V.C.; PARENTE, C.V; MONIÊ, P; LIÉRGEOIS, J.P.; CABY, R.; FETTER, A.H. 1998. **Main Structural Features of Precambrian Domains from Ceará (NE Brazil)**. In: DEGEO/UFOP – IBT A, *International Conference on Basement Tectonics*, 14<sup>o</sup>, Ouro Preto, Abstracts, 84 – 85.

ARTHAUD, M.H., 2007. **Evolução Neoproterozoica do Grupo Ceara (Domínio Ceara Central, NE Brasil): da sedimentação a colisão continental brasileira**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, p. 132.

ARTHAUD, M.H., FUCK, R.A., DANTAS, E.L., SANTOS, T.J.S., CABY, R., ARMSTRONG, R., 2015. **The Neoproterozoic Ceara Group, Ceara Central domain, NE Brazil**:

**depositional age and provenance of detrital material.** New insights from UePb and Sm –Nd geochronology. *J. South Am. Earth Sci.* 58, 223-237.

BASTOS, F. H. 2012. **Movimentos de massa no Maciço de Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental.** Tese de Doutorado. Departamento de Geografia – UFC. 257p.

BATISTA, C.T. 2014. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento geotécnico em escala regional – o caso da Serra de Baturité, CE.** Tese de Doutorado. Departamento de Geologia – UFC. 217p.

BATISTA, C.T.; VERÍSSIMO, C.U.V.; WAGNER, S.A. 2014. **Levantamento de feições estruturais lineares a partir de sensoriamento remoto – uma contribuição para o mapeamento geotécnico na Serra de Baturité, Ceará.** *Geol. USP, Sér. cient., São Paulo*, v. 14, n. 2, p. 6-82.

BÉTARD, F., PEULVAST, J. P., SALES, V. C. 2007. **Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do Maciço de Baturité-CE.** *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, 6(12), 107-126.

BERTONI, J. & LOBARDI NETO, F. 1993. **Conservação do solo.** Ícone: São Paulo.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; BEARS, F. J.; DELGADO, I. M.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, R. M.M.; SANTOS, J. O. S. (coords), 2001. **Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas Escala 1:2.500.000.** CPRM, Brasília, 4 CD-ROM.

BRAGA, A. de P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M.de ; FRANÇA, J. B.de; MEDEIROS, M. de F.; ANDRADE, V. A. de 1977. **Projeto Fortaleza; Relatório final.** Recife, DNPM/CPRM. 10v. II.

BRÍGIDO, F.R.; FILHO, F.V.M. 1985. **Geologia da Região oeste de Guaramiranga-CE.** Relatório de Graduação, Departamento de Geologia – UFC.

CARVALHO, N.O. 1994. **Hidrosedimentologia Prática.** Rio de Janeiro. CPRM, 143p.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, F. E. M.; 2003. **Mapa Geológico do estado de Ceará.** In: **Atlas digital de Geologia e recursos minearias do Ceará.** Geologia, Recursos Minerais, Geoquímica, Geofísica, Geomorfologia, Sistema de Informações Geográficas – SIG. Edição 2003. Mapas na escala 1: 500.000. MME-CPRM.

CEARÁ. 1992. **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité: Diagnósticos e Diretrizes.** Fortaleza: SEMACE, 100p.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2012. **Mapa Geológico da Folha SB.24 – X-A-I Baturité. Escala 1:100.000**, Fortaleza: CPRM.

EMBRAPA 1997. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2ª Edição. Rio de Janeiro:

FETTER, A.H., 2000. **U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of Gondwana**. PhD thesis, Department of Geology, Kansas University, Lawrence, KS – USA, 164 pp.

FETTER, A.H.; DOS SANTOS, T.J.S.; VAN SCHMUS, W.R.; ARTHAUD, M.H.; NOGUEIRA NETO, J.A. **U/PB and Sm/Nd Geochronological Constraintson the Crustal Evolution and Basement Architecture of Ceará State, NWBorborema Province, NE Brazil: Implications for the Existence of the Paleoproterozoic Supercontinent “Atlântida”**. In: Revista Brasileira de Geociências, 30 (1) 2000.

FETTER, A.H.; SANTOS, T.J.S.; SCHMUS, W.R.V.; HACKSPACHER, P.C.; BRITO NEVES, B.B.; ARTHAUD, M.H.; NOGUEIRA NETO, J.A.; WERNICK, E. 2004. **Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santana Quitéria Bartholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE, Brazil: Implications for the Assembly of West Gondwana**. Revista Gondwana Research, vol6. 265-273p.

GARCIA, M.G.M.; ARTHAUD, M.H. 2004. **Caracterização de trajetórias P-T em nappes brasileiras: região de Boa Viagem/Madalena – Ceará Central (NE Brasil)**. Revista de Geologia, Vol. 17, nº 2, 173-191.

IAEG – International Association of Engineering Geology. 1992. **Statutes**. Newsletter, n.19, Paris, dez/92.

IPLANCE, 1995. **Atlas do Ceará**. Governo do Estado do Ceará.

IPT, **Manual Ocupação de Encostas** - São Paulo, 1991.  
ISTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS -IBAMA . 2002. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité**.  
Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.

NASCIMENTO, F.R., NOGUEIRA, M. J. N., CRUZ, L.B.C. 2010. **Diagnóstico socioeconômico da área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité – Ceará**. RAOEGA, Curitiba, n. 20, p. 19-33, 2010. Editora UFPR.

OLIVEIRA, J.M.P. 2011. **Cartografia Geotécnica dos condicionantes de erosão e estabilidade de encostas no município de Pacoti – CE**. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia – UFC.

PAES, K.A.D. 2004. **Análise da vulnerabilidade à erosão na bacia hidrográfica do Rio Pacoti (Serra de Baturité)**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Departamento de Geologia – UFC.

QUEIROZ, P.H.B. 2010. **Planejamento Ambiental aplicado a um setor do médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Pacoti - Ce**. Dissertação (Mestrado). Fortaleza: Departamento de Geografia -UFC.

Souza, M. J. N., Oliveira, V. P. V. (2006). **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, 9, 85-102.

Souza, M. J. N. (2000). **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará**. In: L. C. Lima, J. O. Moraes, M. J. N. Souza (Eds.), *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará (05-102)*. Fortaleza: FUNECE.

TORRES, P. F. M. (2004). **Aspectos geológicos e geocronológicos da região de Redenção (CE) e adjacências – contexto regional e evolutivo: Sequência Acarape e Suíte Pacatuba**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Departamento de Geologia – UFC.

TORRES, P. F. M., PARENTE, C. V., DANTAS, E. L., ARTHAUD, M. H., FUCK, R. A., NETO, J. A. N., CASTRO, D. L. 2006. **Seqüência metavulcano-sedimentar Acarape, CE: aspectos geológicos e isotópicos Sm/Nd**. Revista de Geologia da UFC, 2, 163-176.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. 1978. **Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to Conservation Planning**. Supersedes Agriculture Handbook n. 282. Science and Education Administration United Statyes Departament of Agriculture.

**ABSTRACT:** This work presents the results of the study of an Environmental Diagnosis directed to the erosion and stability of slope in the Municipality of Pacoti, precisely in the Sierra de Baturité. Geologically the area is composed for a dominant set of biotite gneiss and mica schist with garnet of the Ceará Complex, and rocks like quartzites, hornblende gneiss, pegmatites. It has been carried through assays of permeability and granulometria, density “in situ”, studies of the relief and drainage net, calculation of the erosion of soil in the city of Pacoti. March, April and May are the months with period most critical relevant with precipitation and erosion. The calculations carried through of erosion index of soil, it has been considered between category 2 and 3 of factor K - average and strong erosion index. Considering as base the discussions presented about Environmental Diagnosis of the Pacoti city, it concludes that the region of Pacoti needs a careful evaluation with regard to occupation of its slopes.

**KEYWORDS:** Erosion, Factor K, Relief Unit

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-39-4



9 788593 243394