

OFICINA DE CAPACITAÇÃO NO USO DE SIG APLICADO A CARACTERIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: estudos para criação de Unidade de Conservação em Itapema/SC.

Autores: Marcelo Pedroso Curtarelli¹; Richard Eilers Smith²; João Daniel T. Simões Pires³; Danilo Cunha Alcantara⁴; Rodrigo Bicudo Merege⁵; Cristina Covello⁶ & Frederico Thompson Genofre⁷

RESUMO: O município de Itapema vive atualmente um processo de crescimento urbano acelerado. O município possuía no ano 2000 uma população de 25.869 habitantes. Segundo dados do IBGE, este número aumentou para 33.766 habitantes em 2007. Com este cenário e a expansão de mercados associados ao turismo, a tendência é que ocorra um rápido crescimento populacional nas áreas periféricas de Itapema, aumentando o processo de ocupação irregular do solo. O Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb), vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina propôs o projeto “Estudos para Criação de Unidade de Conservação em Itapema/SC” para realização dos estudos preliminares para a criação de uma Unidade de Conservação (UC) no município, como levantamento e estudo dos meios bióticos, físicos e socioeconômicos. Uma das vertentes do estudo do meio físico de Itapema é o levantamento da hidrografia e hidrologia da região de estudo, o qual está sendo feito em forma de oficinas de capacitação para membros do NEAmb e é o objeto principal deste artigo. A citada UC foi proposta conforme o Termo de Ajustamento de Conduta, firmado entre o Plaza Itapema Resort & SPA e o Ministério Público de Santa Catarina.

ABSTRACT: Currently, Itapema city lives a accelerated process of urban growth. In 2000, Itapema had a population of 25,869 inhabitants. According to IBGE, this number has increased to 33,766 inhabitants in 2007. With this scenario and the expansion of markets related to tourism, the trend is that fast population growth occurs in the peripheral areas of Itapema, increasing the process of illegal occupation of land. The Environmental Education Center (NEAmb), linked to the Department of Sanitary and Environmental Engineering of Technology Center, from Federal University of Santa Catarina, proposed a project entitled “ Studies for the creation of Conservancy Unity in Itapema/SC ” for the realization of the necessary studies for creation of Conservancy Unity (CU) in the city, as survey and study of biotic resources, physical features and socioeconomic aspects. One of the physical features study of Itapema is the studies of hydrography and hydrology of the area, which is being done in form of training workshops for members of Neamb and is the main subject of this article. This CU has been proposed as the Statement of Conduct Adjustment, signed by Itapema Plaza Resort & Spa and Prosecutor in Santa Catarina.

Palavras chave: Oficinas de capacitação, SIG, Caracterização de bacias hidrográficas.

- 1) Graduando do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental. CTC-UFSC. Rua Padova, 44 apto. 102. Córrego Grande. 88037-640. Florianópolis/SC
- 2) Graduando do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental. CTC-UFSC. Servidão Manoel Isidoro Augusto 464. Rio Tavares. 88048-446. Florianópolis/SC
- 3) Graduando do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental. CTC-UFSC. Rua Pedro Edmundo Bittencourt, 255. Rio Tavares. 88048-357. Florianópolis/SC
- 4) Graduando do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental. CTC-UFSC. Servidão Canarinho, 399. Rio Tavares. 88048-840. Florianópolis/SC
- 5) Graduando do Curso de Biologia. CCB-UFSC. Servidão Maria Ana Cameu, 61. Rio Tavares. 88048-412. Florianópolis/SC
- 6) Graduada no Curso de Geografia CFH-UFSC. Rua Alexandrino Pedro Daniel, 145. Campeche. 88063-535. Florianópolis
- 7) Graduando do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental. CTC-UFSC. Rua Europa, 228 Trindade. 88036-135 Florianópolis/SC.

1. INTRODUÇÃO

O Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb), vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, é composto por professores e estudantes de diferentes áreas do conhecimento, que visam a implementação de tecnologias sociais, e a promoção da educação ambiental através do suporte técnico e do conhecimento gerado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O NEAmb busca metodologias de cooperação com os diferentes atores da sociedade, para o empoderamento das comunidades e a capacitação de técnicos do poder público.

Seguindo esta linha de pensamento, a extensão universitária, um dos pilares da Universidade, juntamente com a pesquisa e o ensino, proporciona respaldo técnico e infra-estrutural, que permite maior abrangência e qualidade nos projetos desenvolvidos pela UFSC. Desta forma, o NEAmb propôs a realização dos estudos preliminares para a criação da Unidade de Conservação (UC) no município de Itapema. A citada UC foi proposta conforme o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), firmado entre o Plaza Itapema Resort & SPA e o Ministério Público de Santa Catarina. O Projeto do NEAmb “Estudos para Criação de Unidade de Conservação em Itapema/SC” foi contemplado pelo Ministério Público/SC, tendo a duração de um ano para o levantamento de diversas características da área de abrangência da UC, como o levantamento e estudo dos meios biótico, físico e socioeconômico. Uma das vertentes do estudo do meio físico de Itapema é o levantamento da Hidrografia e Hidrologia da região de estudo, o qual está sendo feito em forma de oficinas de capacitação para alguns membros do NEAmb e é o objeto principal deste artigo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Estudar as características hidrológicas e hidrográficas das três sub-bacias hidrográficas presentes na área de abrangência do projeto “Estudos para Criação de Unidade de Conservação em Itapema/SC”.

2.2. Objetivos específicos:

1. Capacitar membros do Núcleo de Educação Ambiental do CTC no uso de Sistemas de Informações Geográficas aplicado ao estudo dos Recursos Hídricos;
2. Caracterizar as três sub-bacias da área do projeto;
3. Elaborar três relatórios parciais e o relatório final previstos para o projeto;

4. Criar uma base de dados georreferenciadas contendo as informações adquiridas sobre as três sub-bacias da área do projeto.

3. JUSTIFICATIVAS

3.1. Legal

A intervenção do poder público através dos devidos instrumentos legais, como o controle social e a busca por parcerias institucionais, são medidas importantes na busca pela melhoria da qualidade de vida da população em geral. O Sistema Nacional de Conservação (SNUC) é um desses instrumentos, que auxilia a criação de UCs, fazendo com que estas passem a ser, ao mesmo tempo, produtivas e protegidas. Produtivas pelas perspectivas de uso sustentável, como o ecoturismo e o manejo de recursos naturais; e protegidas no aspecto dos cuidados com as UCs, através da criação de programas de inclusão social e desenvolvimento de pesquisas científicas, em áreas antes esquecidas.

3.2. Ambiental

Apesar de grande parcela dos recursos financeiros serem destinados ao bioma Mata Atlântica (cerca de 41%), menos de 1% de todos os recursos são destinados à criação de UCs. Este dado reflete a dificuldade de implantação de novas áreas a serem protegidas, justificando iniciativas como essa de desenvolvimento do projeto destinado à criação e manutenção da UC de Itapema.

3.3. Social

O município de Itapema vive atualmente um processo de crescimento urbano acelerado, os índices de ocupação do território só aumentam, apresentando valores alarmantes para os parâmetros nacionais e internacionais. Itapema possuía, no ano 2000, uma população de 25.869 habitantes. Segundo dados mais recentes do IBGE, este número aumentou para 28.750 habitantes no ano de 2002 e para 33.766 habitantes no ano de 2007, ao mesmo tempo em que o crescimento da população na alta temporada é muito mais intenso. Com este cenário e a expansão de mercados associados ao turismo, a tendência é que ocorra um rápido crescimento populacional nas áreas periféricas de Itapema, aumentando ainda mais o processo ocupação irregular do solo. Isso coloca em risco eminente as escarpas de morros, que, como na maioria das grandes cidades, tornam-se cinturões de pobreza.

4. ÁREA DE ESTUDO

O município de Itapema está localizado entre as coordenadas 48°37'32" W 27°7'7" S na Região Hidrográfica 8. A área do município abrange integralmente a sub-bacia do rio Areal, e parcialmente as

sub-bacias do rio Perequê e Mata Camboriú. A área proposta para a criação da Unidade de Conservação tem sua representação e referência com o nível de cota 100 m, como podemos ver na figura 1.

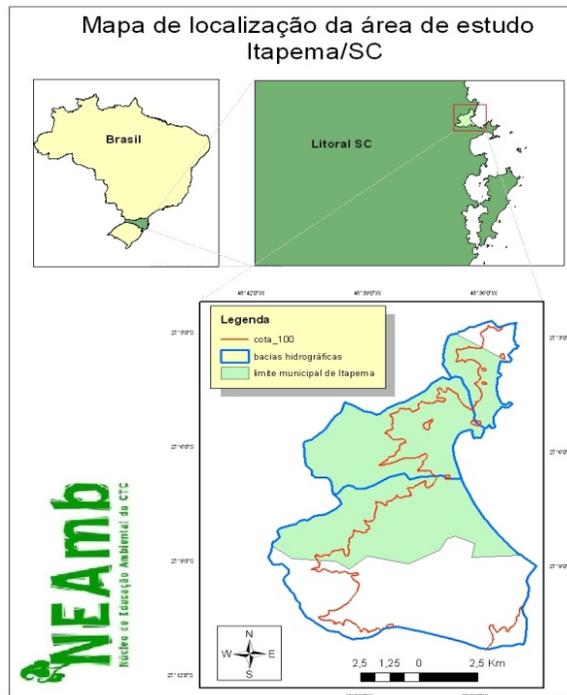


Figura 1 – Localização do município de Itapema

5. METODOLOGIA

O levantamento e estudo das características físicas, hidrográficas e hidrológicas, das sub-bacias na região da futura Unidade de Conservação em Itapema/SC, estão sendo feitos em forma de curso de capacitação de alguns bolsistas do Projeto utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG), através do *software* Arcgis 9.2. A capacitação acontece no Laboratório GT-Hidro (Grupo Transdisciplinar de Pesquisa em Governança da Água e do Território) e vem sendo ministrada pelos bolsistas do GT-Hidro Marcelo Pedrosa Curtarelli e Frederico Thompson Genofre.

As sub-bacias presentes na área da futura Unidade de Conservação são três, sendo: sub-bacia do rio Mata Camboriú, sub-bacia do rio Areal e sub-bacia do rio Perequê. Para o estudo e obtenção dos dados hidrográficos e hidrológicos de Itapema estão sendo utilizadas cartas topográficas do IBGE 1:50.000 e a divisão das unidades hidrográficas do estado de Santa Catarina digitalizadas, em formato shapefile, datum South America 1969, disponíveis gratuitamente na Mapoteca Digital de Santa Catarina, no site da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), através do cadastro on-line do usuário no site <http://www.ciram.com.br:8080/mapoteca/>. Além disso,

estão sendo utilizados arquivos digitais no formato shapefile disponibilizados no site do IBGE (malha municipal digital 2007).

A oficina está estruturada em 9 módulos, como pode ser visto na Figura 2 abaixo.

Módulos / nºAulas	Tema
Módulo 1 / 1 aula	Noções gerais sobre o software arcgis, acesso a mapoteca e estruturação de banco de dados
Módulo 2 / 2 aulas	Delimitação de bacias hidrográfica
Módulo 3 / 2 aulas	Caracterização física
Módulo 4 / 2 aulas	Caracterização hidrológica
Módulo 5 / 1 aula	Caracterização geológica
Módulo 6 / 2 aulas	Áreas com restrição de uso
Módulo 7 / 2 aulas	Mapa de uso e ocupação do solo
Módulo 8 / 1 aula	Confecção de mapas temáticos
Módulo 9 / 2 aulas	Mapa de potencialidades

Figura 2 – Estrutura da oficina

Na primeira fase do curso, de 01/04/2009 até 03/06/2009 foram abordados os três primeiros módulos, sendo que o primeiro foi apenas para reconhecimento do *software*, dos sites e referências que seriam utilizadas ao longo do curso. Para realizar a caracterização física destas três sub-bacias citadas (módulos 2 e 3) a metodologia utilizada foi a exposta por Villela e Mattos (1975).

6. RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir são referentes aos três primeiros módulos da oficina de capacitação.

6.1. Caracterização física das 3 sub-bacias

Os resultados da caracterização física das sub-bacias do rio Mata Camboriú, rio Perequê e rio Areal são apresentada a seguir:

6.1.1. Sub-bacia do rio Mata Camboriú

A sub-bacia do rio Mata Camboriú encontra-se entre as coordenadas 48°35'9" W 27°2'37" S (Fig. 3), com área de 9,41 Km². Os outros índices físicos estão apresentados na Tabela 1.

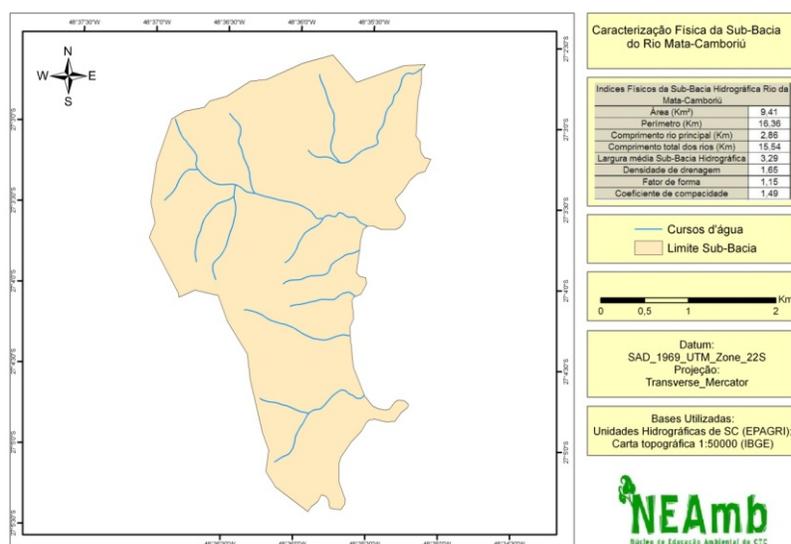


Figura 3 – Sub-Bacia hidrográfica do rio Mata Camboriú

Tabela 1 - Resumo dos índices físicos da Sub-Bacia do rio Mata Camboriú

Índices Físicos da Sub-Bacia Hidrográfica Rio da Mata Camboriú	
Área (Km ²)	9,41
Perímetro (Km)	16,36
Comprimento rio principal (Km)	2,86
Comprimento total dos rios (Km)	15,54
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km ² /Km)	3,29
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,65
Fator de forma	1,15
Coeficiente de compacidade	1,49

A altitude máxima da sub-bacia é de 400 m e a mínima de 0 m. A figura 4 mostra o mapa hipsométrico da bacia, gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000.

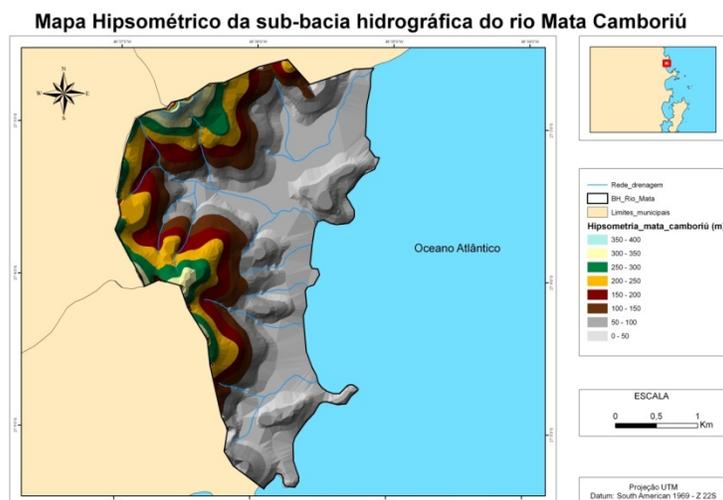


Figura 4 - Mapa Hipsométrico da Sub-Bacia do rio Mata Camboriú

Para esta Sub Bacia temos como resultado do mapa hipsométrico, a curva hipsométrica, como podemos ver na Figura 5.

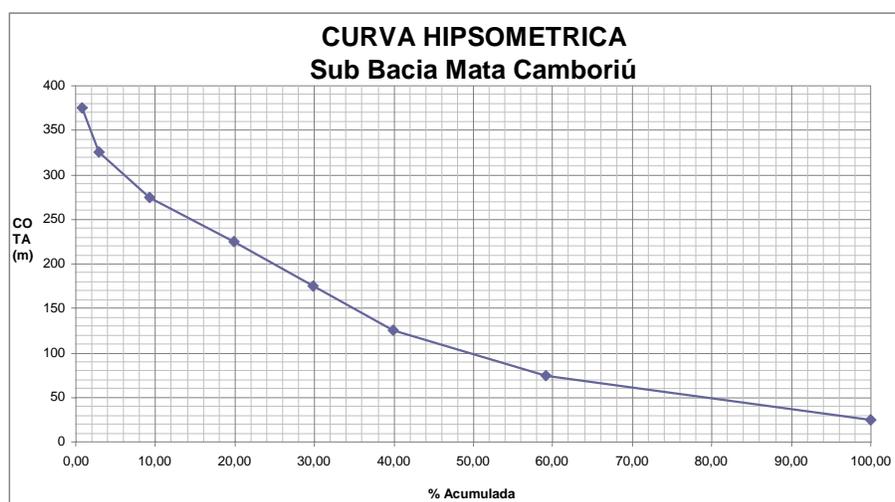


Figura 5 - Curva hipsométrica da Sub Bacia do rio Mata Camboriú

A Figura 6 a seguir mostra o mapa de declividades gerado para a sub-bacia do rio Mata Camboriú e classificado de acordo com as faixas de declividades proposta pela EMBRAPA.

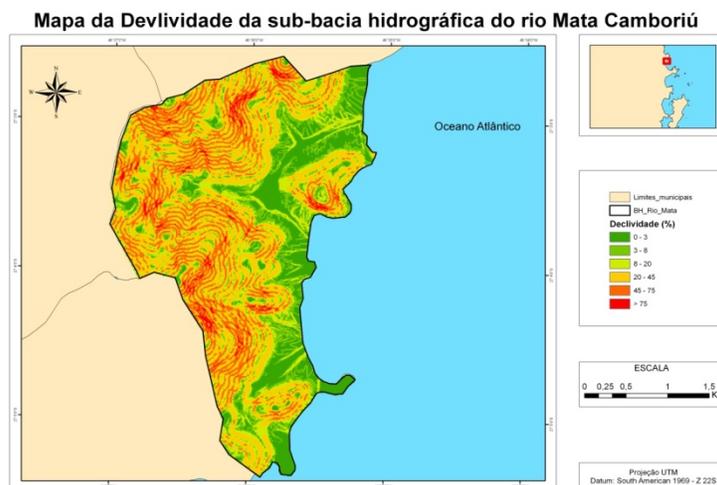


Figura 6 - Mapa de declividades da Sub Bacia do rio Mata Camboriú

Na Figura 7 e na Tabela 2 podemos observar as classes de declividade (em graus) propostas pela EMBRAPA, as quais são classificadas em plano, suavemente ondulado, ondulado, fortemente ondulado, montanhoso e fortemente montanhoso, com suas respectivas porcentagens de área.

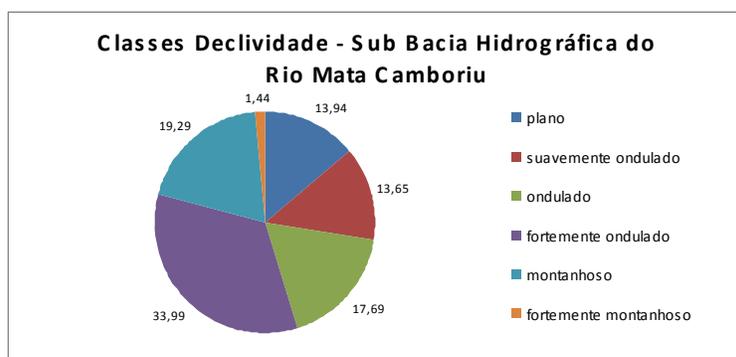


Figura 7 - Classes de declividade (EMBRAPA) em porcentagem de área para a Sub Bacia

Tabela 2 - Classes de relevo em função da declividade para a Sub Bacia

Declividade	Classe de relevo (EMBRAPA)	Área (m ²)	%
0-3	plano	1297758,64	13,94
3-8	suavemente ondulado	1270203,38	13,65
8-20	ondulado	1646372,54	17,69
20-45	fortemente ondulado	3163653,55	33,99
45-75	montanhoso	1795014,22	19,29
>75	fortemente montanhoso	133697,67	1,44
	TOTAL =	9306700	100

6.2.2. Sub-Bacia do Rio Perequê

A sub-bacia do rio Perequê encontra-se entre as coordenadas 48°37'58" W 27°7'42" S (Fig.8) e possui uma área de 66,92 Km².

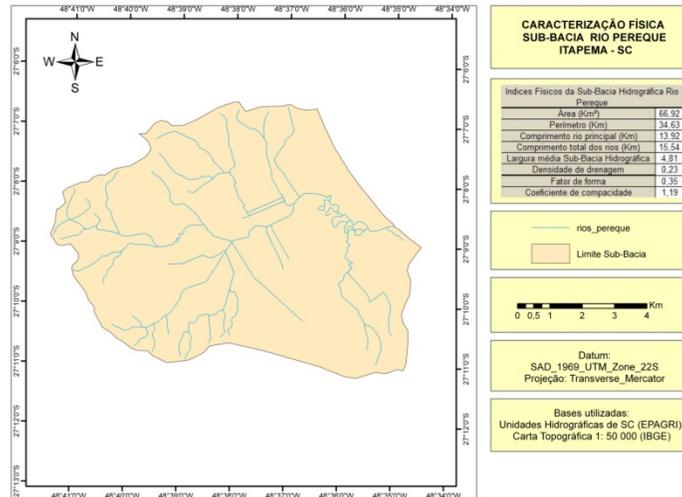


Figura 8 - Sub-Bacia Hidrográfica do rio Perequê

Tabela 3 - Resumo dos índices físicos da Sub-Bacia do rio Perequê

Índices Físicos da Sub-Bacia Hidrográfica Rio Perequê	
Área (Km²)	66,92
Perímetro (Km)	34,63
Comprimento rio principal (Km)	13,92
Comprimento total dos rios (Km)	15,54
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km²/Km)	4,81
Densidade de drenagem (Km/Km²)	0,23
Fator de forma	0,35
Coefficiente de compacidade	1,19

A altitude máxima da bacia é de 640 m e a mínima de 0 m. A Figura 9 mostra o mapa hipsométrico da bacia, gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000.

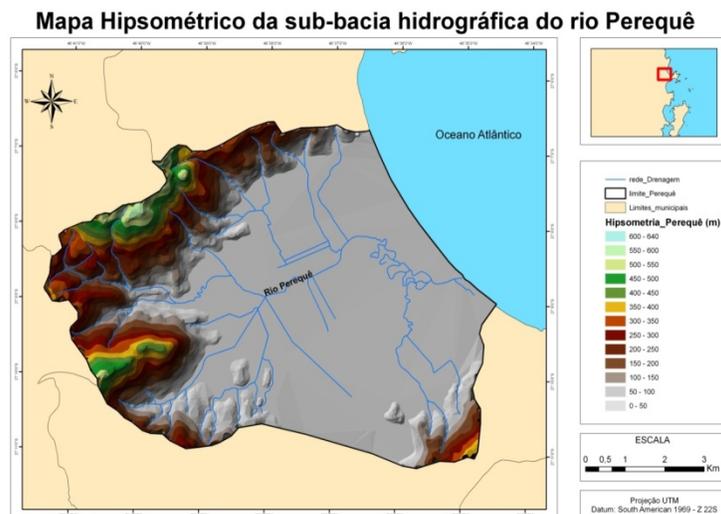


Figura 9 - Mapa Hipsométrico da Sub Bacia do rio Perequê

Para esta Sub Bacia temos como resultado do mapa hipsométrico, a curva hipsométrica, como podemos ver na Figura 10.

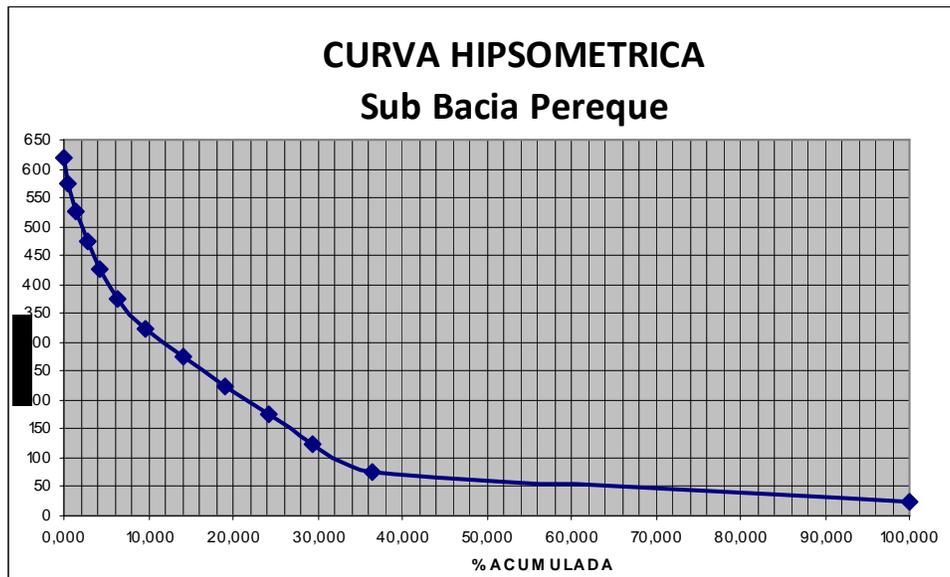


Figura 10 - Curva hipsométrica da Sub Bacia do rio Perequê

A Figura 11 a seguir mostra o mapa de declividades gerado para a Sub Bacia do rio Perequê classificado de acordo com as faixas de declividades proposta pela EMBRAPA.

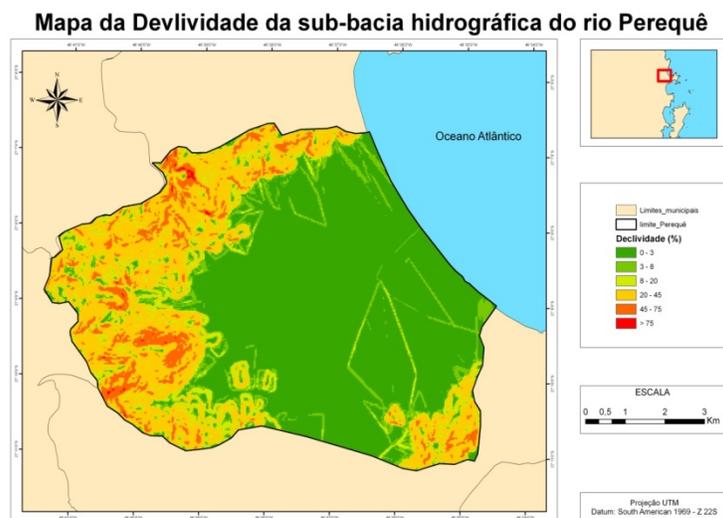


Figura 11 - Mapa de declividades da Sub-Bacia rio Perequê

Na Figura 12 e na Tabela 4 podemos observar as classes de declividade (em graus) propostas pela EMBRAPA, as quais são classificadas em plano, suavemente ondulado, ondulado, fortemente ondulado, montanhoso e fortemente montanhoso, com suas respectivas porcentagens de área.

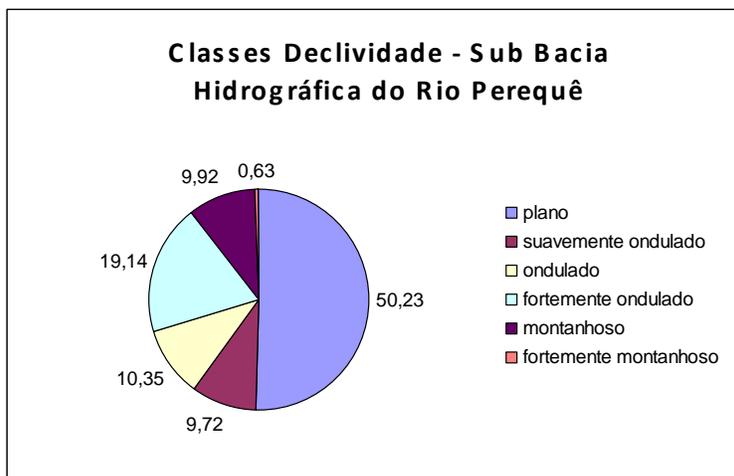


Figura 12 - Classes de declividade (EMBRAPA) em porcentagem de área para a Sub Bacia

Tabela 4 - Classes de relevo em função da declividade para a Sub Bacia

Declividade	Classe de relevo (EMBRAPA)	Área (m ²)	%
0 - 3	Plano	33509924,58	50,23
3 - 8	suavemente ondulado	6485382,42	9,72
8 - 20	Ondulado	6902117,63	10,35
20 - 45	fortemente ondulado	12769525,65	19,14
45 - 75	Montanhoso	6619663,15	9,92
> 75	fortemente montanhoso	421986,57	0,63
	TOTAL =	66708600	100

6.1.3. Sub-Bacia do Rio do Areal

A sub-bacia do rio Areal encontra-se entre as coordenadas 48°37'17" W 27°5'8" S (ver figura 13), possui área de 25,15 Km².

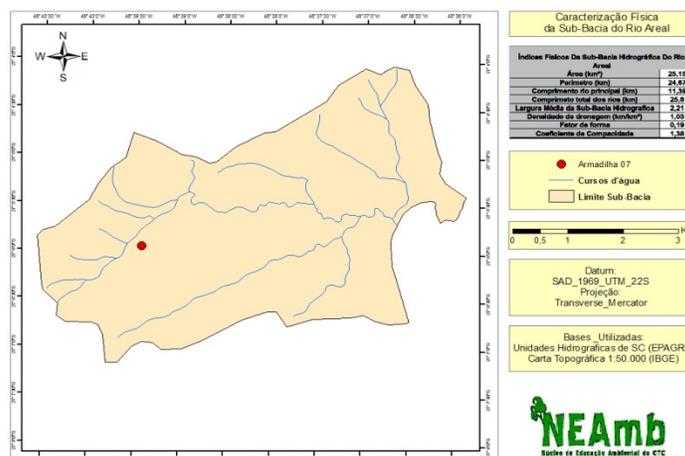


Figura 13 - Sub-Bacia Hidrográfica do rio Areal

Tabela 5 - Resumo dos índices físicos Sub Bacia rio Areal

Índices Físicos da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Areal	
Área (Km ²)	25,15
Perímetro (Km)	24,67
Comprimento rio principal (Km)	11,39
Comprimento total dos rios (Km)	25,8
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km ² /Km)	2,21
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,03
Fator de forma	0,19
Coefficiente de compacidade	1,38

A altitude máxima da bacia é de 660 m e a mínima de 0 m. A figura 14 mostra o mapa hipsométrico da bacia, gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000.

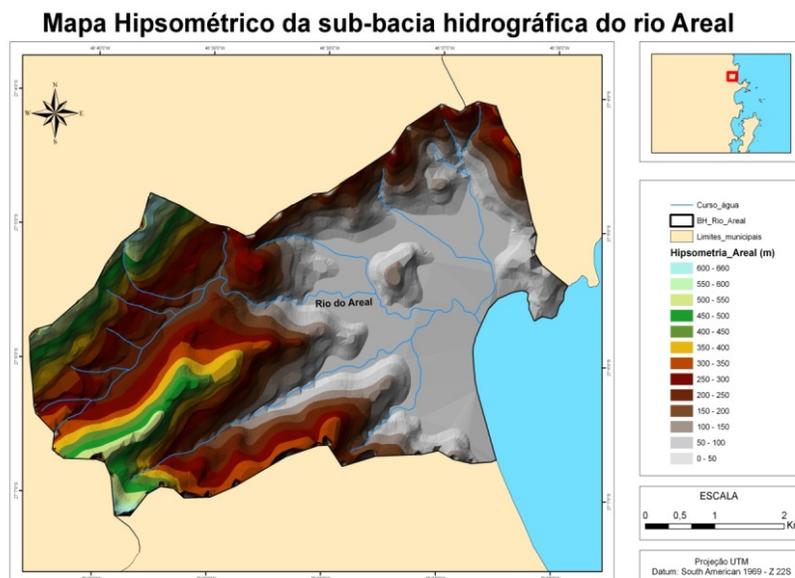


Figura 14 - Mapa Hipsométrico da Sub Bacia do rio Areal

Para esta Sub Bacia temos como resultado do mapa hipsométrico, a curva hipsométrica, como podemos ver na Figura 15.

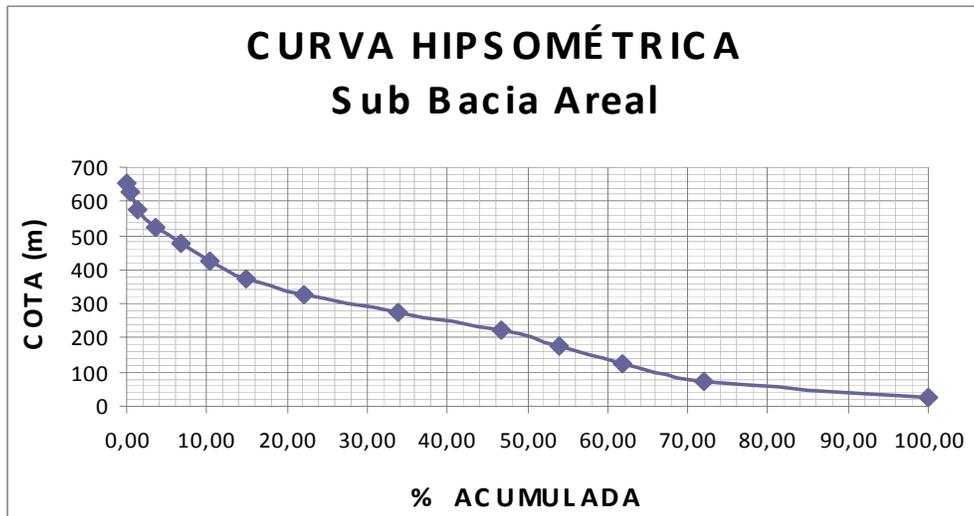


Figura 15 - Curva hipsométrica da Sub Bacia do rio Areal

A figura 16 a seguir mostra o mapa de declividades gerado para a Sub Bacia do rio Areal e classificado de acordo com as faixas de declividades proposta pela EMBRAPA.

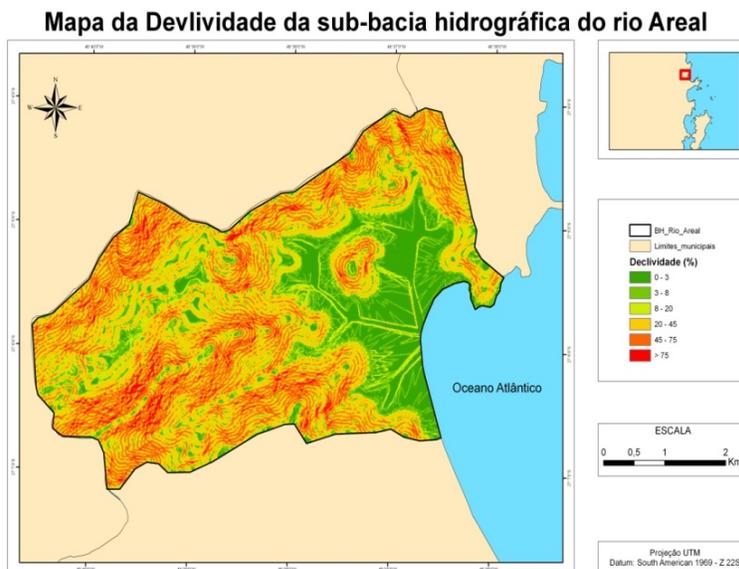


Figura 16 - Mapa de declividades da Sub Bacia rio Areal

Na Figura 17 e na Tabela 6 podemos observar as classes de declividade (em graus) propostas pela EMBRAPA, as quais são classificadas em plano, suavemente ondulado, ondulado, fortemente ondulado, montanhoso e fortemente montanhoso, com suas respectivas porcentagens de área.

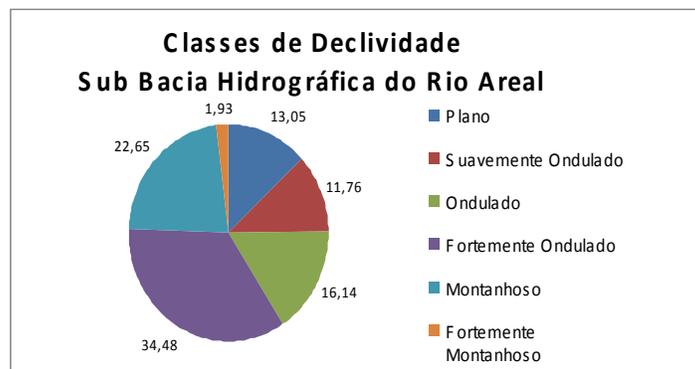


Figura 17 - Classes de declividade (EMBRAPA) em porcentagem de área para a Sub Bacia

Tabela 6 - Classes de relevo em função da declividade para a Sub Bacia

Declividade	Classe de relevo (EMBRAPA)	Área	%
0-3	Plano	3262646,3	13,05
3-8	Suavemente Ondulado	2940429,0	11,76
8-20	Ondulado	4034149,2	16,14
20-45	Fortemente Ondulado	8619439,6	34,48
45-75	Montanhoso	5661545,3	22,65
>75	Fortemente Montanhoso	482790,7	1,93
	TOTAL=	25001000,0	100

6.2 Relatórios Parciais e relatório final

O relatório parcial 1 foi elaborado para ser apresentado à coordenação do Projeto no dia 05/06/2009. Nele, foi apresentado um breve relato sobre a capacitação em uso de ferramentas de SIG aplicados a estudo de bacias hidrográficas e os resultados da caracterização física das três sub-bacias da área de abrangência do Projeto. A Figura 18 a seguir mostra a capa do relatório parcial 1, encaminhado à coordenação do Projeto como parte dos estudos relativos aos aspectos hidrológicos e hidrográficos da área de do projeto.

No relatório parcial 2 e 3 serão apresentados os conteúdos referentes aos módulos 4, 5 e 6 e módulos 7, 8 e 9, respectivamente. O relatório final será uma síntese dos 3 relatórios parciais.



Figura 18 – Capa do relatório parcial 1

6.3 Base de dados georreferenciada

A base de dados georreferenciada contendo informações sobre as três sub-bacias hidrográficas da área de abrangência do projeto está sendo construída a medida que a capacitação vai avançando, sendo que a mesma será concluída ao final da capacitação. Até o momento já foi possível produzir alguns produtos mostrados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Base de dados georreferenciada

Banco de Dados – Projeto Itapema	
<u>Dado</u>	<u>formato</u>
Limite das três sub-bacias	Vetorial, shapefile.
Limite do estado de Santa Catarina - IBGE	Vetorial, shapefile.
Limite do Brasil - IBGE	Vetorial, shapefile.
Limite do município de Itapema	Vetorial, shapefile.
Curvas de nível das três sub-bacias, 20 em 20 metros - IBGE	Vetorial, shapefile.
Cursos d'água, escala 1:50.000 – IBGE para as três sub-bacias do projeto	Vetorial, shapefile.
Modelo digital de elevação do terreno das três sub-bacias do projeto	Raster, GRID
Grade de declividades para as três sub-bacias do projeto	Raster, GRID

7. CONCLUSÕES

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas se mostrou uma boa ferramenta para a análise das características físicas das sub-bacias hidrográficas dando resultados satisfatórios com relação aos parâmetros analisados. O *software* ArcGIS 9.2 apresenta uma boa interface entre o programa e o usuário, sendo que todos os membros participantes da capacitação apontaram a facilidade na manipulação de dados georreferenciados e a confecção de mapas como uma das principais características do *software*.

A oficina de capacitação para a obtenção dos produtos referentes ao estudo Hidrológico e Hidrográfico da área de abrangência do Projeto “Estudos para a criação de Unidades de Conservação em Itapema/SC” tem se mostrado proveitosa tanto por parte dos membros do Núcleo de Educação Ambiental – NEAmb –, que participam da oficina, realizando o estudo das sub-bacias e se capacitando no uso de SIG para outros futuros estudos do NEAmb, como para os bolsistas do Grupo Transdisciplinar de Pesquisa em Governança da Água e do Território – GTHidro – que são os ministrantes da oficina.

BIBLIOGRAFIA

- CURTARELLI, M. P. (2009). “*SIG aplicado à caracterização morfométrica de bacias hidrográficas – estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul – Santa Catarina/Brasil.*” In Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal.
- DIAS L., S... [et al.]. (2004). “*Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas*”. BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, v. 14, n. 2, p. 265-271, set. 2004 .
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1999). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 412p.
- EPAGRI (2009). *Mapoteca Digital de Santa Catarina*. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/portal/website/>, site acessado em 01/04/2009.
- IBGE (2007). *Malha Municipal digital*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>, site acessado em 02/04/2009.
- LOCH, R. E. N. (2006). *Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais*/ Ruth E. Nogueira Loch. – Florianópolis: Editora da UFSC.
- TUCCI, C. E. M. et. al (2007). *Hidrologia: Ciência e aplicação*/ Organizado por Carlos E. M. Tucci; André L. L. da Silveiras... [et al.]. – 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH.
- VILLELA E MATTOS (1975). *Hidrologia aplicada*/ Swami M. Villela e Arthur Mattos. São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil.