

MODELO NUMÉRICO: ANÁLISE DE VIABILIDADE DE APROVEITAMENTOS MÚLTIPLOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Maria de Lourdes Cavalcanti Barros¹

Ana Rosa Baganha Barp²

RESUMO. O trabalho descreve os estudos realizados para obtenção de metodologia para a estimativa de disponibilidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica do município de Marabá-PA.

A regionalização das vazões máxima, média e mínima e das vazões obtidas da curva de permanência foi desenvolvida sobre o seguinte enfoque. A Regionalização Hidrológica utilizou a metodologia segundo a qual as vazões são regionalizadas com base estatística das sub-bacias da região em estudo.

Palavras chave: *Palavras Chaves:* Bacia Hidrográfica, Modelo Hidrológico, Regionalização de Vazões, Regressão Linear.

1. INTRODUÇÃO

A análise dos valores de vazões que caracterizam uma região é uma das etapas mais importantes para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos. Porém, a obtenção dos valores de vazão e precipitação nem sempre se constitui em uma tarefa fácil, pois muitas vezes os registros fluviométricos e pluviométricos são curtos e falhos dificultando as tomadas de decisões.

Para o caso da estimativa de valores de vazões em uma bacia hidrográfica alguns modelos podem ser utilizados, tais como: modelos hidrológicos, modelos climatológicos, modelos de regionalização, entre outros. Os modelos de regionalização são de base matemática que utilizam equação entre regressão para relacionar a variável dependente.

Segundo Tucci (1993), a regionalização constitui um conjunto de ferramentas que exploram ao máximo as informações existentes, visando à

estimativa das variáveis hidrológicas em locais sem dados ou informações insuficientes.

Assim, neste estudo, foram formulados modelos matemáticos para a regionalização de vazões que pudessem incorporar variáveis explicativas das modificações hidrológicas para estimar valores anuais de vazões máximas, médias e mínimas, sendo utilizado dados hidrológicos das bacias hidrográficas do município de Marabá.

2. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DA BACIA

A área de estudo está localizada na região sudeste do Estado do Pará e encontra-se a uma altitude média de 125m acima do nível do mar, na margem esquerda do rio Tocantins, acha-se a 428Km da capital do Estado em linha reta e 475Km pela Rodovia PA 150, situando-se entre as coordenadas 05° 17'38" e 05° 24'22" de latitude sul e de longitude 49°03'00" e 49°08'53" WGr. O município de Marabá pertence à Mesorregião Sudeste Paraense, possuindo uma área de 15.178,9Km², com perímetro de 1.046,6Km, e população estimada de 186.526 habitantes (IBGE, 1995 apud QUARESMA e ROCHA, 1997). Os

¹Universidade Federal do Pará
Departamento de Hidráulica e Saneamento Estudante do Curso de Engenharia Sanitária
Rua Augusto Correa 01, Guamá - Pará - 66075-01 - Caixa postal - 479 - mlcb@ufpa.br

²Doutora em Recursos Hídricos Universidade da Amazônia
Centro de Ciência Exatas e Tecnologia
Av. Alcindo Cacela, - Umarizal - Cep:66.060-902
Universidade Federal do Pará
Departamento de Hidráulica e Saneamento
Rua Augusto Correa 01, Guamá - Pará - 66075-01
Caixa postal - 479 - anabarp@ufpa.br

limites do município são definidos: ao norte com os municípios de Rondon do Pará, Itupiranga, Novo Repartimento e Nova Ipixuna; ao sul com os municípios de São Geraldo do Araguaia, Curionópolis, Parauapeba e Eldorado do Carajás; a leste com os municípios de São Domingos do Araguaia, São João do Araguaia e Bom Jesus do Tocantins; e a oeste com o município de São Félix do Xingu. (IBGE, 1995).

A sub-bacia corresponde à área de drenagem de 86.598,7Km². O relevo da região em estudo é caracterizado por uma unidade morfoestrutural denominada de Depressão Periférica do Sul do Pará, onde dominam os planaltos amazônicos rebaixados e dissecados, e das áreas colinosas, com áreas montanhosas mais ao Sul. (IDESP, 1990).

Com relação à geologia da região em estudo estrutura-se essencialmente de rochas de idade Pré-Cambriana do Complexo Xingu (granitos, migmatitos, granulitos, etc); Grupo Tocantins (filitos, xistos, gnaisses, quartzitos, metabasitos, etc); formações ferríferas, etc; Formação Rio Fresco, com Membro Azul (folhelhos manganésíferos, silitos, argilitos e arenitos). De idade paleozóica são atribuídas as rochas que constituem a Formação Pedra de Fogo, localizadas à Sudoeste da sede municipal, completando o quadro dessa estrutura, com a sedimentação cenozóica, do Quaternário Recente, que constituem as grandes áreas aluvionares, nas calhas dos principais rios do Município. (IDESP, 1990).

A vegetação nativa da região é constituída predominantemente de Floresta Densa Submontana em relevo aplainado a sub-região da superfície arrasada da Serra dos Carajás, ao norte do município e da sub-região da superfície dissecada do Araguaia a sudeste. Na parte mais elevada da Serra dos Carajás, a tipologia passa a floresta densa montana da sub-região da Serra Norte. No sopé da serra está presente a floresta aberta mista (Cocal) e, em menor escala a floresta aberta latifoliada (Cipoal), excetuando-se o

flanco oeste que está recoberto por floresta densa sub-montana em relevo acidentado da sub-região da superfície arrasada do médio Xingu-Iriri. Além dessa tipologia típica das terras firmes, encontram-se, também as florestas densas dos trechos em trechos que margeiam o rio Tocantins, florestas ciliares e matas de galeria, acompanhando os cursos d'água de menor porte. É notada, também, a intensa presença da floresta secundária nas áreas de terra firme, onde ocorreram desmatamentos e campos artificiais destinados à atividade pecuária. (IDESP, 1990). Quanto ao clima é relativamente quente e úmido, pertencente ao grupo AM (zonas climáticas do Brasil), segundo Köper é do tipo AWI (IDESP, 1990).

A região em estudo apresenta temperatura anual variando entre 25,6° C e 27,1° C, com umidade relativamente alta variando de 71% a 88%, com precipitação anual em torno de 1.950mm (IDESP, 1990).

Com relação a hidrografia, O principal acidente hidrográfico é a bacia do rio Itacaiunas, afluente pela margem esquerda do rio Tocantins, em cuja foz encontra-se a sede municipal. Cortando o seu território com direção geral oeste/leste, apresenta como principais tributários pela margem direita os rios: Madeira, Parauapebas, com seus afluentes, rio Sapucaia, Caracol e Castanheira, da Onça, Vermelho com seu afluente rio Sereno, que limita ao sul com o município de Curionópolis, e o rio Sororó, cujo afluente o Sororozinho, faz limite, também, ao sul com o município de Curionópolis. Pela margem esquerda, destacam-se os rios Aquiri, Tapirapé com seus tributários, rios Salobro, Salobrinho e Bernardino, Preto, igarapé Cinzeiro e Grotta do Café. Importante ainda é a presença do rio Tocantins, em um pequeno trecho do seu médio curso, com seus afluentes os rios Tauazinho, limite natural leste com o município de São João do Araguaia, o Flecheira, que limita ainda a leste, com o município de Bom Jesus do Tocantins (IDESP, 1990)

3. METODOLOGIA

Uma rede hidrológica dificilmente cobre todos os locais de interesse em uma bacia hidrográfica, o que gera vazios espaciais que precisam ser preenchidos. Uma dessas metodologias apresentadas para tanto é chamada Regionalização Hidrológica, utilizada na transferência de dados de um local para outro, dentro de uma área, com características hidrológicas semelhantes. A regionalização tem sido aplicada em locais onde não existem dados ou onde existam poucos dados, a fim de estimar a informação hidrológica nestes locais. O princípio da metodologia esta na similaridade espacial de algumas funções, variáveis e parâmetros que permitem esta transferência (TUCCI, 2000).

A regionalização envolve as seguintes etapas:

1. definição dos limites da área a ser estudada;
2. definição das variáveis dependentes e explicativas da regionalização;
3. seleção de dados;
4. definição de funções regionais a partir da definição das regiões homogêneas e relações regionais

O processo de regionalização requer que as regiões homogêneas sejam definidas, afim de que as funções regionais das variáveis dependentes como: a vazão média regional, vazão máxima, mínima, curva de permanência também o sejam. Porém, no respectivo trabalho, não foi possível definir as funções regionais devido a grande inconsistência de dados que a região possui. Uma das alternativas encontradas para descrever as prováveis variações de vazões foi correlacioná-las com as referentes precipitações.

A definição das características físicas da bacia hidrográfica estudada foi feita através de mapas de escala (1:100.000 e 1:250.000), os quais são digitalizados com a finalidade de aplicar as ferramentas do sistema de informações geográficas (SIG).

As variáveis explicativas utilizadas na aquisição das funções regionais são: comprimento do rio, área da bacia, declividade e densidade de drenagem. Estas foram obtidas através da modelagem digital da área em estudo e precipitações médias, obtidas pelo modelo de Thiessen, de semestre mais chuvoso, máxima anual, dentre outras.

A seleção dos dados partiu de determinação dos postos aplicáveis ao trabalho, retirados do inventário das estações fluviométricas (DNAEE, 1996) e fornecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com base em alguns critérios (TUCCI, 2000), tais como: 1) escolha de postos com pelo menos 10 anos de dados pluviométricos completos, 2) postos localizados geograficamente na região em estudo, onde esta etapa implica na avaliação da qualidade da informação regional no que refere ao volume de falhas a serem preenchidas a análises de consistência dos dados de vazão e chuva. O preenchimento de falhas deve obedecer a uma relação linear aceitável entre os postos fisicamente vizinhos no mesmo período em que a falha existe, permitindo a estimativa de seu valor.

Modelos de regressão utilizados na regionalização.

A análise de regressão com as variações sem uma ou mais variáveis independentes afetam a variação das variáveis independentes.

Modelo Linear

$$Q_m = b_0 + b_1 \cdot A + b_2 \cdot L + b_3 \cdot Dd + b_4 \cdot D + b_5 \cdot P_m \quad (1)$$

Modelo Exponencial

$$Q_m = b_0 \cdot A^{b_1} \cdot L^{b_2} \cdot Dd^{b_3} \cdot D^{b_4} \cdot P_m^{b_5} \quad (2)$$

Modelo Logaritmo

$$Q_m = b_0 + b_1 \cdot \ln A + b_2 \cdot \ln L + b_3 \cdot \ln Dd + b_4 \cdot \ln D + b_5 \cdot \ln P_m \quad (3)$$

Modelo Recíproco

$$Q_m = (b_0 + b_1 \cdot A + b_2 \cdot L + b_3 \cdot Dd + b_4 \cdot D + b_5 \cdot P_m)^{-1} \quad (4)$$

O coeficiente de determinação representa a parcela que o modelo consegue explicar da variação total da variável dependente y

$$r^2 = \frac{\sigma^2_y - \sigma^2_{xy}}{\sigma^2_y}$$

onde σ^2_y variância de y e σ^2_{xy} variância resisual ou dos erros da regressão.

4. DADOS

As Tabelas 1 e 2 – apresentam as relações de estações pluviométricas e fluviométricas existentes, de acordo com os Inventários das Estações Pluviométricas e Fluviométricas existentes. Os postos pluviométricos e fluviométricos foram determinados com base na análise dos diagramas de barras, representados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, das estações utilizadas, partindo de um período de dados comum e passível de preenchimento de falhas, que referentes às vazões corresponde ao período de 1985 a 1995 e com relação aos dados de chuva ao intervalo anual de 1985 a 1995.

Tabela 1 - Localização das Estações Pluviométricas

Código	Sub-bacia	Rio	Município	Estação	Lat	Long
249000	29	29001000	5021000	CAMETA	-02:15:00	-049:30:00
249003	29	29001000	5012000	BAIAO	-02:47:34	-049:40:11
449000	29	29001000	5038000	JATOBAL	-04:33:00	-049:33:00
549004	29	29340000	5042000	SERRA PELADA	-05:56:05	-049:40:36
549006	29	29340000	5042000	FAZENDA RIO BRANCO	-05:47:00	-049:48:00
549007	29	29300000	5042000	KM 60 / PA-150	-05:48:11	-049:11:00
549008	29	29001000	5037000	ITUPIRANGA	-05:07:44	-049:19:27
649000	29	29300000	5042000	FAZENDA SURUBIM	-06:25:40	-049:25:11
649001	29	29300000	5086000	FAZENDA SANTA ELISA	-06:47:41	-049:32:55
649002	29	29300000	5042000	ELDORADO	-06:06:19	-049:22:39
650001	29	29300000	5042000	FAZENDA CAICARA	-06:48:55	-050:32:20

Estações Selecionadas

Tabela 2 - Localização das Estações Fluviométricas

Código	Sub-bacia	Rio	Município	Estação	lat	long
29050000	29	29001000	5042000	MARABA (PCD)	-05:20:19	-049:07:28
				FAZENDA RIO		
29080000	29	29340000	5042000	BRANCO	-05:47:00	-049:48:00
				FAZENDA		
29100000	29	29300000	5042000	ALEGRIA	-05:30:50	-049:13:14
29200000	29	29001000	5037000	ITUPIRANGA	-05:07:44	-049:19:27
				TUCURUI-7 KM A		
29690000	29	29001000	5083000	MONTANTE	-03:47:00	-049:41:00
29700000	29	29001000	5083000	TUCURUI	-03:45:30	-049:39:54

Estações Selecionadas

As estações pluviométricas pertencentes a ANEEL, possuem dados consistidos até 1999, até a dada de elaboração deste artigo, o que permitiu a realização da análise de regionalização com períodos de chuva e vazão concomitantes,

fato este que confirma ou nega a hipótese de estacionariedade aplicada.

Pode-se encontrar tanto os dados fluviométricos quanto pluviométricos, a presença de um número expressivo de falhas geradas, seja

pela ausência total do dado anual ou presença de anos com poucos dados, em alguns casos, impossibilitando a aplicação das séries de chuva ou vazão de uma estação na análise regional.

Tabela 3 - Diagrama de Barras das Estações Fluviométricas Sub-Bacia 01

Código	Estação	Município	Período de Observação																																								
			1970												1980												1990																
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9											
29050000	MARABA (PCD)	5042000																																									
29080000	FAZENDA RIO BRANCO	5042000																																									
29100000	FAZENDA ALEGRIA	5042000																																									
29200000	ITUPIRANGA	5037000																																									
29690000	TUCURUI-7 KM A MONTANTE	5083000																																									
29700000	TUCURUI	5083000																																									

Série Incompleta

Série Completa

Tabela 4 - Diagrama de Barra das Estações Pluviométricas Sub-Bacia 01

Código	Estação	Município	Período de Observação																																											
			1970												1980												1990																			
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9														
249000	CAMETA	5021000																																												
249003	BAIÃO	5012000																																												
449000	JATOBAL	5038000																																												
549004	SERRA PELADA	5042000																																												
549006	FAZENDA RIO BRANCO	5042000																																												
549007	KM 60 / PA-150	5042000																																												
549008	ITUPIRANGA	5037000																																												
649000	FAZENDA SURUBIM	5042000																																												
649001	FAZENDA SANTA ELISA	5086000																																												
649002	ELDORADO	5042000																																												
650001	FAZENDA CAICARA	5042000																																												

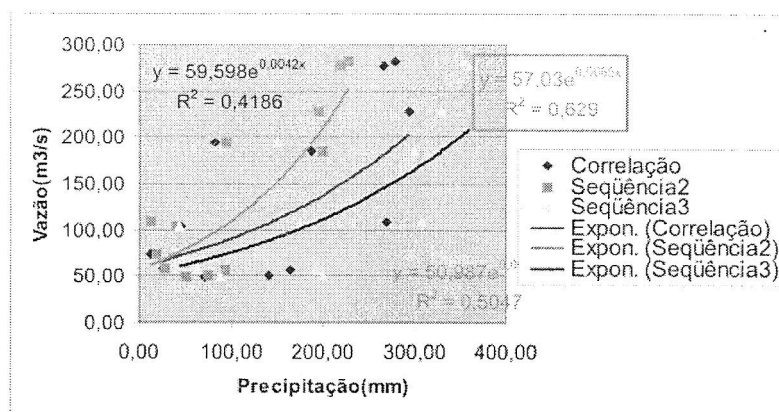
Série IncompletaSérie Completa

Tabela 5 – Precipitação Média Mensal dos Postos Seleccionados

Posto	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Faz. Rio Branco	188,06	294,30	279,50	266,84	82,53	44,90	12,16	26,53	71,08	141,11	164,87	269,66
Eldorado	200,21	195,99	227,60	219,24	94,58	40,26	19,33	28,58	51,70	74,00	93,26	215,39
Serra Pelada	300,15	329,96	353,53	360,45	360,45	150,53	43,65	46,1	63,53	88,55	199,41	192,69

A Figura 1 mostra o comportamento entre as variáveis evidenciando o efeito esperado de aumento de vazão com o aumento da precipitação, onde a precipitação média da Tabela 5 foi verificada através das diferentes equação de regressão, tendo-se escolhido a melhor função com base no coeficiente de determinação (r^2). O melhor resultado encontrado foi para uma função exponencial com um coeficiente de determinação igual a 0,629, sendo a vazão expressa por:

$$Q = 57,03e^{0,0065p} \quad (06)$$



5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A correlação entre a vazão e a precipitação existente pode ser considerada como razoável com coeficiente de determinação $r^2=57,03 e^{0,00065p}$ (equação 6). A finalidade principal na determinação desta relação é na análise da variabilidade dos fatores climáticos, considerando-os em conjunto. Para fins práticos, foi estabelecida a função de regressão entre a vazão e precipitação (equação 2), que permite avaliar o comportamento da precipitação frente a variabilidade da vazão.

6. CONCLUSÕES

A boa correlação obtida no presente estudo, obtida entre precipitação regional e vazão na região de Marabá, permite prever os efeitos da variabilidade da vazão com a precipitação. De acordo com o resultado, pode-se prever variações que podem ser usadas conjuntamente com modelos de simulação hidrológica adequados e dar subsídios para um melhor entendimento do processo na bacia hidrológica e para o manejo adequado dos recursos naturais.

5. AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho contou com apoio do Programa de Incentivo a Tecnológico – Proint da Universidade Federal do Pará, através de uma bolsa de Iniciação Científica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, C. F. M e FIGUEREDO, E. E. Relação entre Fatores Climáticos na Região do Alto Piranhas – PB. *Anais*. Rio de Janeiro, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2000.
- ELETRONORTE. **Manual de microcentrais hidrelétricas**. Brasília: Eletronorte, 1985.
- HARVEY, A. et al **Micro-hydro design manual – A Guide to Small-Scale Water Power Schemes**. New York: Intermediate Technology Publications, 1998.
- MAISON, P., PINHEIRO, A. e CAUSSADE, B. Modelização Hidrológica de Base Física e o Uso do SIG. *Anais*. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997.
- MOURA, A. R. L. U. et al. Abordagem do Uso do Geoprocessamento no Plano de Recursos Hídricos de Pernambuco. *Anais*. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRS, 1993.
- _____. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. Da Universidade/ABRH, 1998.
- _____. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- FINZI, M. C., e AMARAL, I. R. Regionalização de Vazões para Bacias Hidrográficas dos rios Carinhonha e Corrente (Sub-Bacia 45). *Anais*. Maceió, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2000.

COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM TIPO SPT NA CIDADE DE BELÉM - PA

Wandemyr Mata dos Santos Filho,¹

Stoessel Farah Sadalla Neto,²

Wilder,³

RESUMO: O uso de sondagens à percussão do tipo SPT na elaboração das diferentes fases de projetos de fundação ou nas investigações e execuções de serviços específicos, é de fundamental importância para o bom desempenho da edificação como um todo. Entretanto, ainda não se dispõem de meios concretos para se analisar os custos apresentados pelas empresas prestadoras desses serviços. Considerando esta deficiência, em 1995, foi desenvolvida e regulamentada a composição dos custos unitários para a execução de sondagens do tipo SPT, pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina, a qual é apresentada neste trabalho como referência para elaboração de planilhas orçamentárias a serem aplicadas na cidade de Belém – PA.

Neste trabalho são apresentados os itens, que compõem o conjunto de equipamentos e mão de obra, e seus atributos, constituindo-se nos parâmetros necessários para a composição dos custos unitários, além das etapas de um serviço de sondagem e a forma como são determinados os custos de cada uma.

1- INTRODUÇÃO

Ao longo da história da Engenharia Civil no Estado do Pará, o uso de sondagens à percussão do tipo SPT constitui em um importante apoio, e às vezes o único, nas investigações geológico-geotécnicas em projetos de fundação, estabilização de taludes e aterros, execuções de drenagens, atirantamento de muros, etc.

Tal serviço, no entanto, sente uma carência de meios concretos para que os técnicos dos órgãos competentes possam fazer uma análise crítica dos custos vigentes no mercado.

Com base na experiência adquirida ao longo de 05 (cinco) anos de atuação no mercado, da empresa WS – GEOTECNIA LTDA, foi realizada uma pesquisa com a intenção de conseguir subsídios para a determinação dos

parâmetros necessários para a composição dos custos, sendo encontrados dados esparsos obtidos em manuais de empresas fabricantes de equipamentos de sondagens.

Aliados a essas informações, e após análise do trabalho realizado pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Santa Catarina (DERSC), percebe-se que os fluxogramas de serviços, consumo e desgaste de materiais, preços de equipamentos, etc, sugeridos por este órgão podem ser considerados bastante consistentes, sendo os mesmo idealizados após tratamento estatístico realizado no Sistema de Orçamentos e Obras (v. 2.0 – Zim/Unix) do DERSC para o processamento, dando origem a Planilha Orçamentária conforme apresentada na Tabela 01.

¹Eng. Civil M.Sc. Geotecnia

Professor Pesquisador Associado do Grupo de Pesquisas em Geotecnia Ambiental da Universidade da Amazônia (GEA-UNAMA) CEFET/PA

Centro Federal de Educação Tecnológica

Consultor Técnico da WS-Geotecnia Ltda

² Eng. Civil M.Sc. Geotecnia

Coordenador do Grupo de Pesquisas em Geotecnia Ambiental da Universidade da Amazônia (GEA-UNAMA)

Diretor Técnico da WS-Geotecnia Ltda

³ Acadêmico de Engenharia Civil da UNAMA – Universidade da Amazônia

Os primeiros resultados mostraram a necessidade de ajustes nas informações utilizadas,

além de existirem novos dados pesquisados que precisavam ser acrescentados.

Tabela 01 : Exemplo de um relatório de composição de custo para um metro de sondagem em rocha dura, em corpo d'água, diâmetro .BW, usando barrilete simples e profundidade de 20m a 30m, adaptado para Sondagem à Percussão do tipo SPT.

RELATÓRIO CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO							
ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO:							
CÓDIGO:				UNIDADE: METRO			
(A) EQUIPAMENTO	C.T	COD.	QTDE	UT.PR	UT.IM	V.H. PROD	V.H. IMP
Sonda á Percussão	M		1	1	0	4,89	2,57
Moto-bomba	M		1	1	0	2,16	1,14
Flutuante para sondagem	M		1	1	0	14,55	9,98
Cam. Carroc. Médio - Toyota Bandeirante	M		1	0,05	0,95	15,47	6,2
(B) MÃO DE OBRA	CÓDIGO		K	Q	SALÁRIO BASE		
GEÓLOGO			20	0,1	1,11		
DESENHISTA			5	0,1	1,11		
SONDADOR			5	1	1,11		
AUXILIAR DE SONDAGEM			2,5	2	1,11		
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE : 0,11				CUSTO HORÁRIO DA EXECUÇÃO (A +B)			
CUSTO HORÁRIO DA EXECUÇÃO [(A) + (B)]/(C) = (D)							
(E) MATERIAIS	CÓDIGO		UNIDADE	CUSTOS		CONSUMO	
Sapata Coratnte			UN	88,74		0,0667	
Haste c/niple - sond.			M	63,74		0,02	
Revest. - sond.			M	80,15		0,0005	
Barrilete Amostrador			UN	141,65		0,001	
Fotografia caixa testemunho			UN	4		0,22	
CUSTO DIRETO TOTAL (D) + (E)							
BONIFICAÇÃO : 37,78%							
CUSTO UNITÁRIO TOTAL :							

2- FATORES CONSIDERADOS NA COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS

Existem inúmeros fatores a serem considerados na realização da composição dos custos de sondagem, principalmente em relação à sonda-

gem rotativa. A necessidade ou a precisão desejada pela contratante é que irá determinar o maior ou menor número destes fatores.

O Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina procurou, através da

análise de inúmeros serviços realizados, tanto pela administração direta como contratados, estabelecer que fatores intervêm significativamente na realização de um serviço de sondagem, sem deter-se no preciosismo ou detalhe improdutivo.

2.1 – Produção da Equipe de Sondagem por Metro Perfurado

Para cada metro perfurado existem itens que se constituem em parâmetros que determinam uma maior ou menor produção da equipe de sondagem. Os valores básicos de produção usados na composição, considerando furos vertical, barrilete simples e profundidade menor que 10m, são :

- solo e/ou rocha alterada: 2,50m/h;

a) Profundidade do furo:

Foram criados quatro intervalos de profundidade (0-10m, 10-20m, 20-30m e > 30m), considerando que ocorre um acréscimo no tempo de manobra do equipamento à medida que a profundidade do furo aumenta, com a respectiva redução na produtividade da equipe. Essa divisão em intervalos é aplicável para sondagem rotativa e à percussão. A redução na produção no intervalo 10-20m é de 17%, no intervalo 20-30m é de 23% e no intervalo > 30m é de 33% em relação ao intervalo 0-10m.

b) Sondagem com ou sem ensaio de resistência à penetração dinâmica (SPT):

Em sondagem à percussão o ensaio de resistência à penetração dinâmica implica num acréscimo de tempo na sua execução, ocorrendo uma queda na produção. Para a realização deste ensaio foi considerada uma redução em 25% na produção da equipe.

2.2 Custo do Equipamento

Esse fator relaciona os equipamentos considerados como permanentes, sendo que seus valores representam um maior peso na aquisição. Seus custos são estabelecidos em função da hora produtiva e improdutivo.

Os itens que o compõem são :

2.2.1 Sondagem à percussão :

- a) Sonda à Percussão : a composição deste item inclui todas as ferramentas necessárias à execução de sondagem à percussão, com exceção da moto-bomba, amostrador, peso de bater e aquelas relacionadas no fator Custo Unitário do Consumo de Materiais;
- b) Moto-bomba;
- c) Amostrador e peso de bater;
- d) Caminhão com capacidade carga máxima de 4000Kg; e
- e) Flutuante: todos os itens necessários para se construir um flutuante e seus acessórios (barco, motor, âncora, etc);

2.3 Mão de Obra

Se constitui no fator humano que, dentro de cada especialidade, contribui para a execução, análise dos dados e apresentação de uma sondagem, envolvendo Geólogo, Desenhista, Sondador e Auxiliar de Sondador. No DER/SC a composição do custo para o caminhão inclui o Motorista.

2.4 Custo Unitário do Consumo de Materiais

Compõem esse fator aqueles itens considerados como material de consumo, apresentando normalmente um desgaste maior, constituindo-se nos parâmetros determinantes dos diferentes custos de uma sondagem. Nas tabelas abaixo está especificada a vida útil ou consumo para cada item.

Tabela 02 – Vida útil ou consumo de equipamentos e materiais para sondagens à percussão e à trado.

SONDAGEM À PERCUSSÃO E À TRADO	
ITEM	VIDA ÚTIL OU CONSUMO
Haste (percussão e trado)	500,00m
Revestimento (percussão)	2000,00m
Saco Plástico(percussão e trado com amostragem)	1 por metro
Etiqueta (percussão e trado com amostragem)	2 por metro

3- ETAPAS DE EXECUÇÃO DE UMA SONDAGEM

As etapas de execução de uma sondagem se constituem naqueles serviços necessários e usuais para a sua realização. Inicia com o carregamento do equipamento na sua base de operações, passa por todos os processos específicos de cada etapa, e finaliza com o retorno do equipamento à seu local de origem.

3.1 Operação de Carga e Descarga de Equipamento

Este é o primeiro item a ser computado (Fig. 1), sendo considerado o serviço de colocar no caminhão o equipamento de sondagem (rotativa e/ou percussão e/ou flutuante) e sua descarga no local onde será realizado o serviço de sondagem. Esta etapa é considerada sempre que há uma operação de carga e descarga de equipamento, como em sondagens realizadas num raio maior que 300m da última sondagem executada (Fig. 02).

3.2 Transporte

O transporte e desmontagem de equipamentos (Fig. 04) é considerada para cada furo em todos os serviços de sondagem, exceto naqueles que utilizam o flutuante. Este tem um item próprio, pagando-se uma única vez quando o serviço ocorrer no mesmo local. No caso de mais de um furo é computado o deslocamento do flutuante entre os furos (Fig. 02).

3.3. Instalação e Desmontagem do Equipamento

A instalação e desmontagem de equipamento (Fig. 04) é considerada para cada furo em todos os serviços de sondagem, exceto naqueles que utilizam o flutuante. Este tem um item próprio, pagando-se uma única vez quando o serviço ocorrer no mesmo local. No caso de mais de um furo é computado o deslocamento do flutuante entre os furos (fig. 02).

3.4 – Sondagem à Percussão

O custo do metro de sondagem à percussão é elaborado a partir de informações sobre o local da sondagem (em terra ou em corpo d'água), profundidade do furo e da execução ou não do ensaio de resistência à penetração (SPT). Os ensaios extras de resistência à penetração e de lavagem são pagos separadamente (Fig. 05).

3.5 – Sondagem à Trado

na composição de custos para a sondagem à trado, pela própria simplicidade de sua execução, é necessário saber a profundidade do furo e da execução ou não de amostragem (Fig. 06).

3.6 – Remuneração por Paralisação

Sempre que um serviço é paralisado por ordem da Fiscalização, é calculado o custo horário por equipamento paralisado: sonda rotativa, percussão e flutuante (Fig. 07).

3.7 – Serviços Complementares

Tem item próprio para cálculo de custo: a execução de dreno (no diâmetro 40mm), caixa para acondicionar testemunho de sondagem de amostras de sondagem à percussão e marco pré-moldado de concreto (para identificação dos furos) (fig. 08). Esses dois últimos, que são itens obrigatórios exigidos pelo DER/SC na execução de sondagens à percussão, são suas especificações e uso descritos nas Instruções Normativas para Execução de Sondagem – DER/SC, o que deveria ser adotado em nosso Estado.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição dos custos unitários para a execução de sondagem, neste trabalho apresenta na sua forma conceitual, se constitui num meio seguro e confiável para que técnicos responsáveis por este serviço possam compor e analisar os custos de uma sondagem.

Os conceitos apresentados, embora regulamentados pelo DER/SC, não são definitivos, cons-

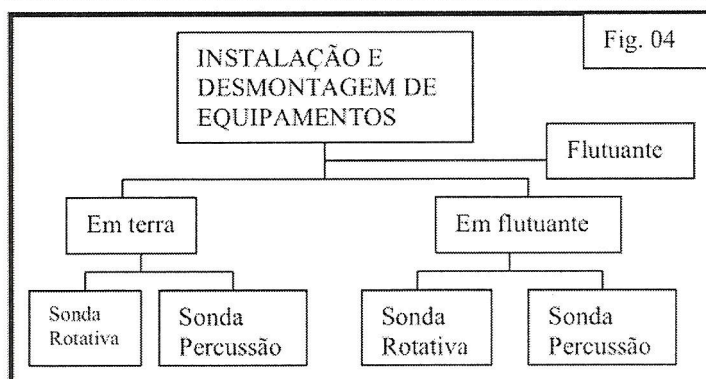
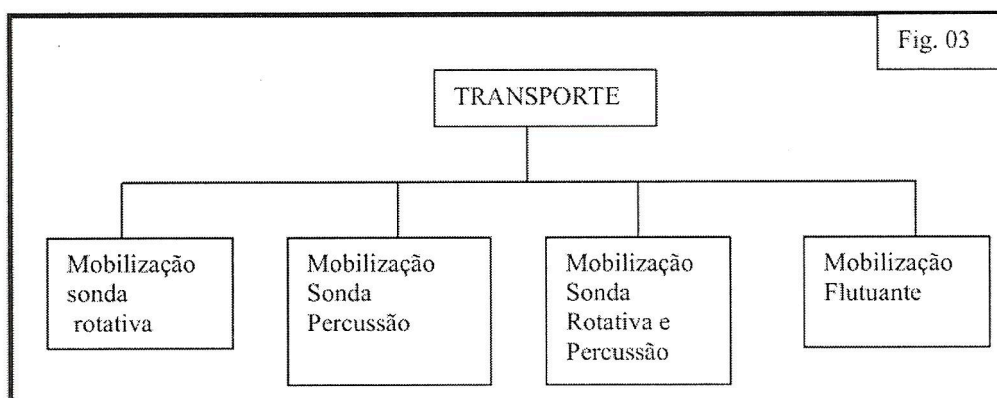
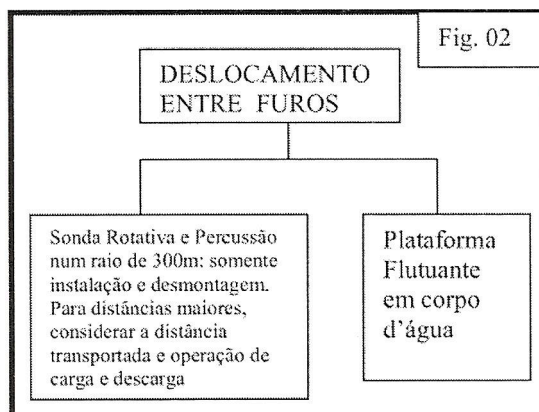
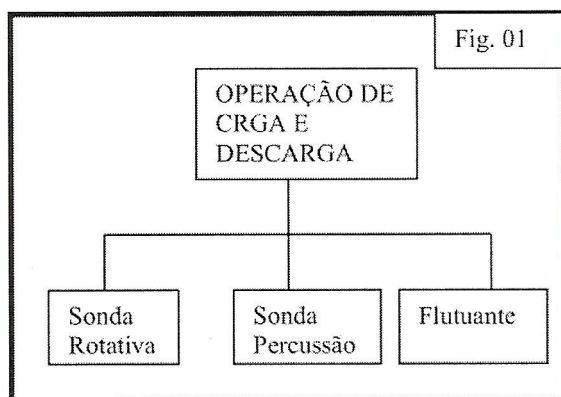
tituindo-se em informações de apoio que técnicos de órgãos públicos e empresas da iniciativa privada possam adequá-las às suas necessidades, como também, e principalmente, contribuir no seu aperfeiçoamento.

A utilização dos fluxogramas, encontrados nas figuras apresentadas abaixo, facilitam a programação para uso em computador, agilizando e tor-

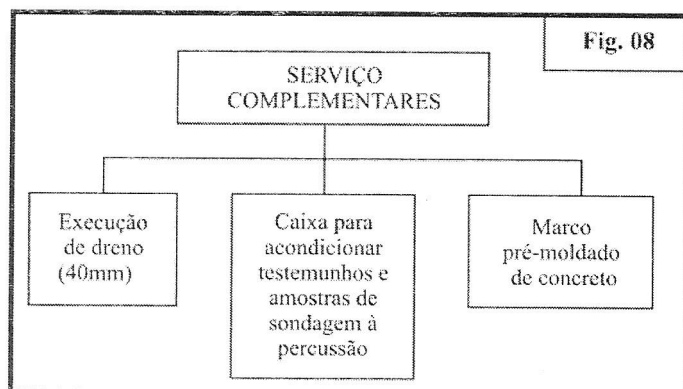
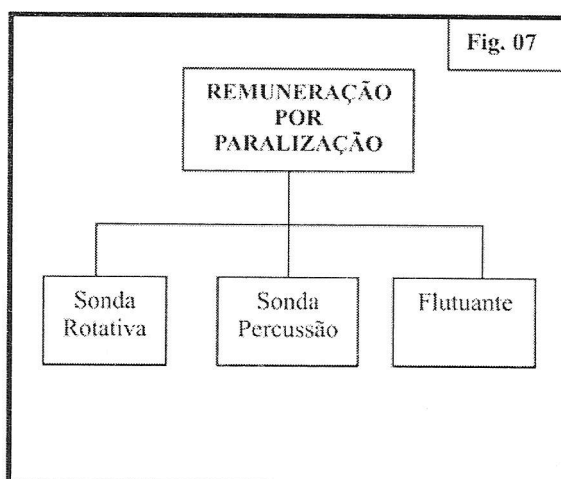
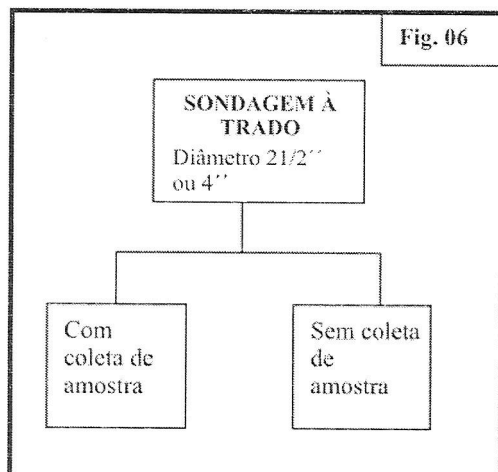
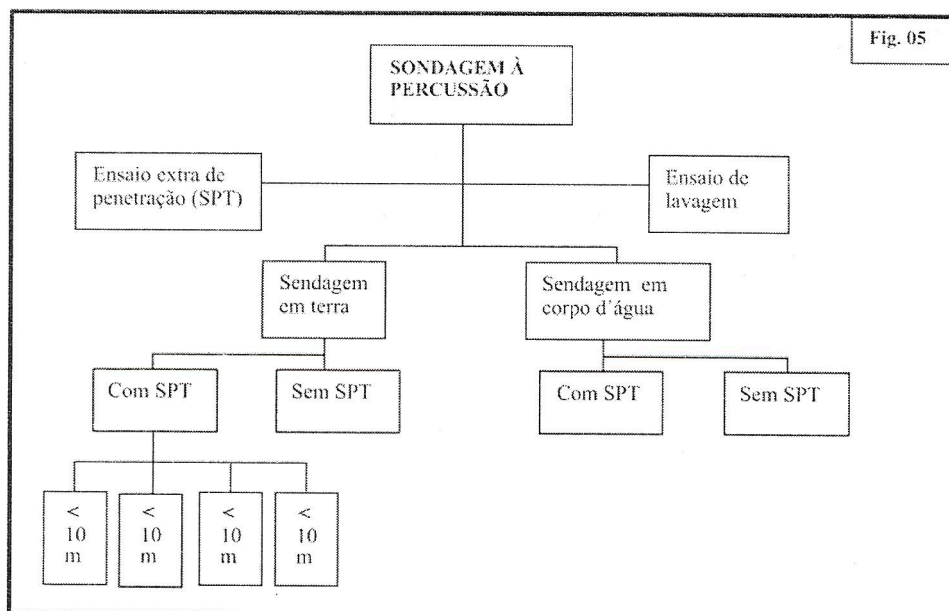
nando mais seguro os cálculos finais dos preços de cada etapa.

Figuras 01,02,03 e 04 - Fluxogramas das etapas – Operação de Carga e Descarga, Transporte, Deslocamento Entre Furos e Instalação e Desmontagem de Equipamentos.

Figuras 05 a 08 - Fluxogramas das etapas – Sondagem à Percussão e à Trado, Remuneração por Paralisação e Serviços Complementares.



Figuras 01,02,03 e 04 - Fluxogramas das etapas – Operação de Carga e Descarga, Transporte, Deslocamento Entre Furos e Instalação e Desmontagem de Equipamentos.



Figuras 05 a 08 - Fluxogramas das etapas – Sondagem à Percussão e à Trado, Remuneração por Paralisação e Serviços Complementares.