

# CUSTOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ-ALAGOAS

**ABEL TENÓRIO CAVALCANTE**  
**PERILLO ROSTAN DE MENDONÇA WANDERLEY**  
Professores Adjuntos

**ROCHANA CAMPOS DE ANDRADE LIMA**  
Professora Auxiliar de Ensino

Universidade Federal de Alagoas  
Campus A. C. Simões, Km 97, BR-104 57072-970 - Maceió-AL

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo apresentar um diagnóstico dos custos comparativos entre água subterrânea e água de superfície, na região metropolitana de Maceió.

O estudo dos custos de exploração de água subterrânea incluem: Custos Fixos (construções de poços, equipamentos e instalações), Custos Operacionais (bombeamento, manutenção e reparos) e Despesas Financeiras. Os custos de água de superfície referem-se às obras de construção de uma barragem no rio dos Remédios e no rio Pratygy.

Os resultados obtidos indicam vantagem dos custos de exploração de água subterrânea em relação à água de superfície.

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to show a diagnosis about the comparative costs between groundwater and water surface exploitation in Maceió region.

The exploitation costs groundwater including fixed costs, operation and financial. The superficial

water cost including dam constructions, pipeline in Remédios river and Pratygy river.

The data indicate the great advantage of the groundwater exploitation cost a with regard to water surface

## 1. INTRODUÇÃO

Na exploração é feita uma correlação destes custos com os de água de superfície. Para esta A região de estudo está localizada na Bacia Sedimentar Sergipe /Alagoas, entre os paralelos 9°22'30"S e 9°47'30"S e os meridianos 35°25'00W e 36°15'00W, cobrindo uma área de 1,6 mil km<sup>2</sup> tabuleiros costeiros, com uma altitude média de 100 metros.

Mais de 1000 poços já foram construídos. Cerca de 75% da demanda de água de uma população de aproximadamente um milhão de habitantes, é atendida por água subterrânea.

Os custos de exploração de água subterrânea foram estudados, a nível preliminar, por CAVALCANTE (1981), CAVALCANTE et al (1989) e COSTA (1993).

Utilizando dados de mais de 100 poços com diferentes diâmetros, profundidades e vazões, foram estimados os custos de comparação foram utilizados o sistema do rio Pratygy para abastecimento de Maceió e o sistema do rio dos Remédios, projetado para o suprimento do Pólo Cloroquímico de Alagoas, ambos na região metropolitana de Maceió.

## 2. HIDROGEOLOGIA

A região está inserida no domínio geológico do Grupo Barreiras. Esta unidade, que forma os extensos tabuleiros costeiros, é constituída por sedimentos argilo-arenosos de coloração amarelo avermelhada.

Em subsuperfície, de acordo com o mapa de sub-afloramento de CAVALCANTE (1981) e conforme perfis litológicos dos poços perfurados, foram detectados três unidades litoestratigráficas que funcionam como aquíferos. O próprio Grupo Barreiras, que pode alcançar uma profundidade máxima de 150m, com uma espessura saturada de 20 a 80 metros, constitui um aquífero de média a boa potencialidade. Sotoposto a este Grupo, encontra-se o Membro Marituba da Formação Piaçabuçu com espessura máxima de 700 metros, tendo sido penetrado, para captação de águas subterrâneas, numa espessura de 100 metros. É considerado um aquífero confinado de boa potencialidade e qualidade.

Finalmente tem-se o Membro Carmópolis, da Formação Muribeca, que aflora na borda Oeste da bacia sedimentar SE/AL, ocorrendo em subsuperfície ao Norte da cidade de Maceió, nas imediações de Pontal da Barra. É constituído por uma sequência de arenitos, folhelhos e conglomerados, sendo um aquífero de potencial baixo a regular.

## 3. CUSTOS DE EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

### 3.1. Custos Fixos

Como custos fixos ou custos necessários à implantação de sistemas para captação de água subterrânea, somente incluíram-se as despesas com a construção do poço e aquisição e instalação de equipamentos hidráulicos e elétricos, não se computando os investimentos com a estação de tratamento, adução, reservação e distribuição. Os valores obtidos serviram apenas para o cálculo de produção de água na boca do poço.

Na análise desses custos foram considerados projetos para poços tubulares com anel de pré-filtro, revestido com tubos e filtros de PVC, tipo FORTILIT, usados na área, com sucesso, desde 1985, e demais especificações conforme as normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os custos unitários são os preços médios das empresas de construção e instalação de poços e dos fornecedores de equipamentos hidráulicos e elétricos da região.

Assim, foram elaboradas as planilhas de custos da Tabela 1, para sistemas de produção de 10, 20, 40, 80, 120 e 150m<sup>3</sup>/h. Para o cálculo dos custos específicos ou participação de custos na produção de um m<sup>3</sup> de água foi considerado um regime de operação de 20 horas/dia e 350 dias/ano.

Os custos específicos, assim obtidos, em relação aos investimentos para a implantação dos diversos sistemas, decrescem com o aumento da vazão, com exceção para o poço de 20 m<sup>3</sup>/h, conforme Tabela 1 e Figura 1.

### 3.2. Custos Operacionais

Foram considerados como custos operacionais, as despesas de bombeamento, manutenção e reparos dos sistemas para produção de água na boca do poço.

Nas despesas de bombeamento estão incluídos os valores referentes ao consumo e demanda de energia elétrica, que são de U\$ 251,04/ano, por HP instalado, segundo dados da Companhia Energética do Estado de Alagoas-CEAL.

As despesas com manutenção e reparo foram estimadas em 5% dos custos fixos, acrescidos de mais 20% dos equipamentos de bombeamento instalados, incluindo-se bomba e coluna edutora.

A participação desses custos na produção de um m<sup>3</sup> de água, de acordo com o Tabela 2 e a Figura 1, também decrescem com o aumento da vazão, excetuando-se para o sistema de 40m<sup>3</sup>/h.

### 3.3. Despesas Financeiras

As despesas financeiras correspondem ao valor da prestação anual que amortiza o capital referente aos custos fixos.

Para o cálculo dessas despesas, considerando uma taxa anual de juros de 40% e um período de amortização de 15 anos, utilizou-se a equação:

$$DF = CF \left( \frac{i}{2} + \frac{1}{t} \right)$$

Sendo:

**DF** = despesas financeiras

**CF** = custos fixos

**i** = taxas de juros

**t** = período de amortização em anos

Os valores na Tabela 1 e a Figura 2 indicam que os custos específicos para essas despesas, com exceção para o sistema de 20m<sup>3</sup>/h, também decrescem com o aumento da vazão.

### 3.4. Custos Totais de Exploração

Os custos totais para produção de um m<sup>3</sup> de água na boca do poço foi obtida pela soma dos custos específicos relativos a operação e despesas financeiras. Esses custos de exploração decrescem com o aumento da vazão para todos os cinco sistemas analisados, segundo Tabela 4.

## 4. CUSTOS COMPARATIVOS ENTRE ÁGUA SUBTERRÂNEA E ÁGUA DE SUPERFÍCIE

Na região de estudo existem dois grandes projetos para aproveitamento de água de superfície.

Um deles irá atender a demanda d'água do Pólo Cloroquímico de Alagoas-PCA, que se situa no tabuleiro que separa as lagoas Mundaú e Manguaba, ao sul de Maceió. Neste projeto, para a produção de 1,2m<sup>3</sup>/s, está prevista a construção de uma barragem com um investimento da ordem de 10 milhões de dolares, não incluindo despesas com desapropriação de terreno, adução, tratamento, reservação e distribuição.

Atualmente, o PCA em fase inicial de implantação, se abastece através de um sistema provisório de captação direta no rio dos Remédios, onde será construída a barragem.

Utilizando poços de 8" de diâmetro, profundidade média de 100

metros e vazão de 40 m<sup>3</sup>/h, que são as médias dos poços da área, a demanda de 1,2 m<sup>3</sup>/s corresponderia à 130 poços funcionando em um regime de 20 horas/dia.

$$N = \frac{1,2\text{m}^3/\text{s} \times 3600\text{s} \times 24\text{h}}{40\text{ m}^3 \times 20\text{ h}} = 130\text{ poços}$$

Acrescentando mais 20 poços como reserva, seria um total de 150 poços, que ao preço unitário de U\$ 17.330,00, conforme Tabela 1, totalizam 2,6 milhões de dolares ou 26% do valor dessa barragem.

O sistema a partir de água subterrânea apresentaria, ainda, a vantagem de implantação escalonada, em função do aumento gradativo da demanda com a instalação de novas indústrias.

Assim, o desembolso dos 2,6 milhões de dolares não seria de imediato, e sim parcelado durante um período estimado em 10 anos, quando toda a área do polo deverá estar ocupada por indústrias e necessitar da oferta de 1,2m<sup>3</sup>/s.

O atual sistema de abastecimento d'água de Maceió é composto por baterias de poços tubulares, responsáveis por mais de 70% da oferta e uma captação no rio Catolé.

A fim de atender um deficit estimado em um m<sup>3</sup>/s, encontra-se em implantação o sistema do rio Pratygy, que em primeira etapa, para produção de 1,1m<sup>3</sup>/s, estão previstos investimentos de 64,8 milhões de dolares, para captação, adução e tratamento.

Considerando-se poços de 12" de diâmetro, profundidade de 150 metros e vazão média de 150 m<sup>3</sup>/h, com regime de bombeamento de 20 horas/dia haveria necessidade de:

$$N = \frac{1,1\text{m}^3/\text{s} \times 3.600\text{s} \times 24\text{h}}{150\text{m}^3/\text{h} \times 20\text{h}} = 32\text{ poços}$$

Acrescentando mais 8 poços como reserva, totalizariam 40, que seriam distribuídos nas áreas de maior necessidade de reforço, preferencialmente nos locais dos atuais reservatórios, a fim de minimizar os custos com adução.

Assim, os poços foram orçados, conforme Tabela 5. As despesas com adução foram estimadas pela Companhia de Abastecimento d'água e Saneamento de Alagoas-CASAL, em função de hipotéticas locações.

Os investimentos totais para a implantação desse sistema de poços é de U\$ 5.621.892,00 que representam 8,68% dos custos da primeira etapa do projeto Pratygy.

A diferença acentuada de percentuais nos dois exemplos é devida ao fato de que no primeiro caso, somente foi feita a comparação entre a construção da barragem e dos poços, não incluindo, principalmente, os custos com adução, que são menores para poços que, normalmente, podem ser locados na área de consumo.

## 5. CONCLUSÕES

Os dados apresentados indicam a viabilidade do abastecimento através de água subterrânea, considerando-se que:

- Os custos fixos necessários à implantação do sistema para a captação de água subterrânea, os custos operacionais, as despesas financeiras e os custos totais de exploração, geralmente decrescem com o aumento de vazão.

- Com uma bateria de 150 poços de 8" de diâmetro, profundidade máxima de 100

(cem) metros e vazão de  $40\text{m}^3/\text{h}$ , se utilizariam 26% dos recursos necessários para implantação de uma barragem no rio dos Remédios, com a vantagem de implantar o sistema de poços gradativamente, conforme a demanda das indústrias.

- A implantação de uma bateria de 40 (quarenta) poços em 12" de diâmetro, profundidade de 150 metros e uma vazão média por poço de  $150\text{m}^3/\text{h}$  na cidade de Maceió, implicaria em apenas 8,68% dos custos da primeira etapa do Projeto Pratygy.

- As condições hidrogeológicas privilegiadas existentes e a história de mais de duas décadas de aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos da região metropolitana de Maceió, permitem recomendar a captação d'água através de poços, não esquecendo contudo, do planejamento, gerenciamento e monitoramento destes poços, visando preservar o aquífero, considerando as áreas vulneráveis e de riscos de contaminação.

## BIBLIOGRAFIA

CAVALCANTE, A.T. - 1981. **Estudo preliminar dos custos de águas subterrâneas para fins de irrigação em parte da área canavieira do Estado de Alagoas.** Scientia ad Sapientiam - UFAL. Ano IV, número 8, dezembro p. 36-39. Maceió-AL.

CAVALCANTE, A.T.; WANDERLEY, P.R. de M.; LIMA, R.C. de A. - 1989. **Aproveitamento de água subterrânea para irrigação da cultura de cana-de-açúcar na região dos tabuleiros costeiros do Estado de Alagoas.** Revista de Geociências do Departamento de Geologia e Topografia da UFAL, nº 3, Maceió-AL, p.15-21.

COSTA, A.J.M.. - 1993. **Água subterrânea e água de superfície, comparação de custos.** Revista de Geociências do Departamento de Geologia e Topografia da UFAL, nº 5, Maceió-AL, p. 33-43.

**Tabela 1 - Custos Fixos**

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> /ano)	CP (US)	CI (US)	CF (US)	CF/V (US)
10	70	.824	5.767	10.59	0,1513
20	140	10.800	11.299	22.099	0,1578
40	280	17.333	23.797	41.130	0,14689
80	560	31.200	33.120	64.320	0,11486
120	840	39.120	37.083	76.203	0,09072
150	1.050	54.060	38.225	92.285	0,08789

Q = Vazão.

V = Volume.

CP = Construção do poço.

CI = Instalação hidráulica e elétrica.

CF = Custo financeiro.

CF = CP + CI

**Tabela 2 - Custos Operacionais Anual**

Q (m <sup>3</sup> /h)	P (HP)	V (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	DB (US)	DM (US)	CO (US)	CO/V (US)
10	5	70	1.255	1.070	2.325	0,0332
20	7,5	140	1.883	2.097	3.979	0,0284
40	20	280	5.021	3.268	8.289	0,0296
80	35	560	8.786	5.728	14.514	0,0259
120	50	840	12.552	6.465	19.017	0,0226
150	60	1.050	15.062	7.470	22.532	0,0214

Q = Vazão

P = Potência

V = Volume

DB = Despesas com bombeamento

DM = Despesas com manutenção e reparo

CO = Custos operacionais

EB = Equipamento de bombeamento

**Tabela 3 - Despesas Financeiras**

Q (m <sup>3</sup> /h)	V (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	CF (US\$)	DF (US\$)	CF/V (US\$)
10	70	10.591	2.824	0,04034
20	140	22.099	5.893	0,04209
40	280	41.130	10.968	0,03917
80	560	64.320	17.152	0,03063
120	840	76.203	20.321	0,02419
150	1.050	92.285	24.610	0,02344

Q = Vazão  
V = Volume  
CF = Custos fixos  
DF = Despesas financeiras

**Tabela 4 - Custos Unitários**

Q (m <sup>3</sup> /h)	CO/V (US\$/m <sup>3</sup> )	DF/V (US\$/m <sup>3</sup> )	CO/V + DF/V (US\$/m <sup>3</sup> )
10	0,03321	0,04034	0,07355
20	0,02842	0,04209	0,07051
40	0,02960	0,03917	0,06877
80	0,02592	0,03067	0,05659
120	0,02264	0,02419	0,04683
150	0,02146	0,02344	0,04490

Q = Vazão  
CO = Custos operacionais  
DF = Despesas financeiras  
V = Volume de água explotado anualmente

**Tabela 5 - Custos para o reforço do abastecimento d'água de Maceió, através de poços (em US\$)**

LOCAL	POÇOS	CP	EB	IE	AD	TOTAIS
Reginaldo	10	540.600	142.790	239.460	1.085.091	2.007.941
Tabuleiro	6	324.360	85.674	143.676	218.926	772.639
Outros (1)	24	1.297.440	342.696	917.400	283.776	2.841.312
<b>TOTAIS</b>	<b>40</b>	<b>2.162.400</b>	<b>571.160</b>	<b>1.300.536</b>	<b>1.587.793</b>	<b>5621.892</b>

(1) Preferencialmente nos locais dos reservatórios

CP = construção do poço

EB = equipamento de bombeamento e adutora

IE = instalação elétrica inclusive subestação e rede de transmissão

AD = adução, registro, válvula e acessórios.

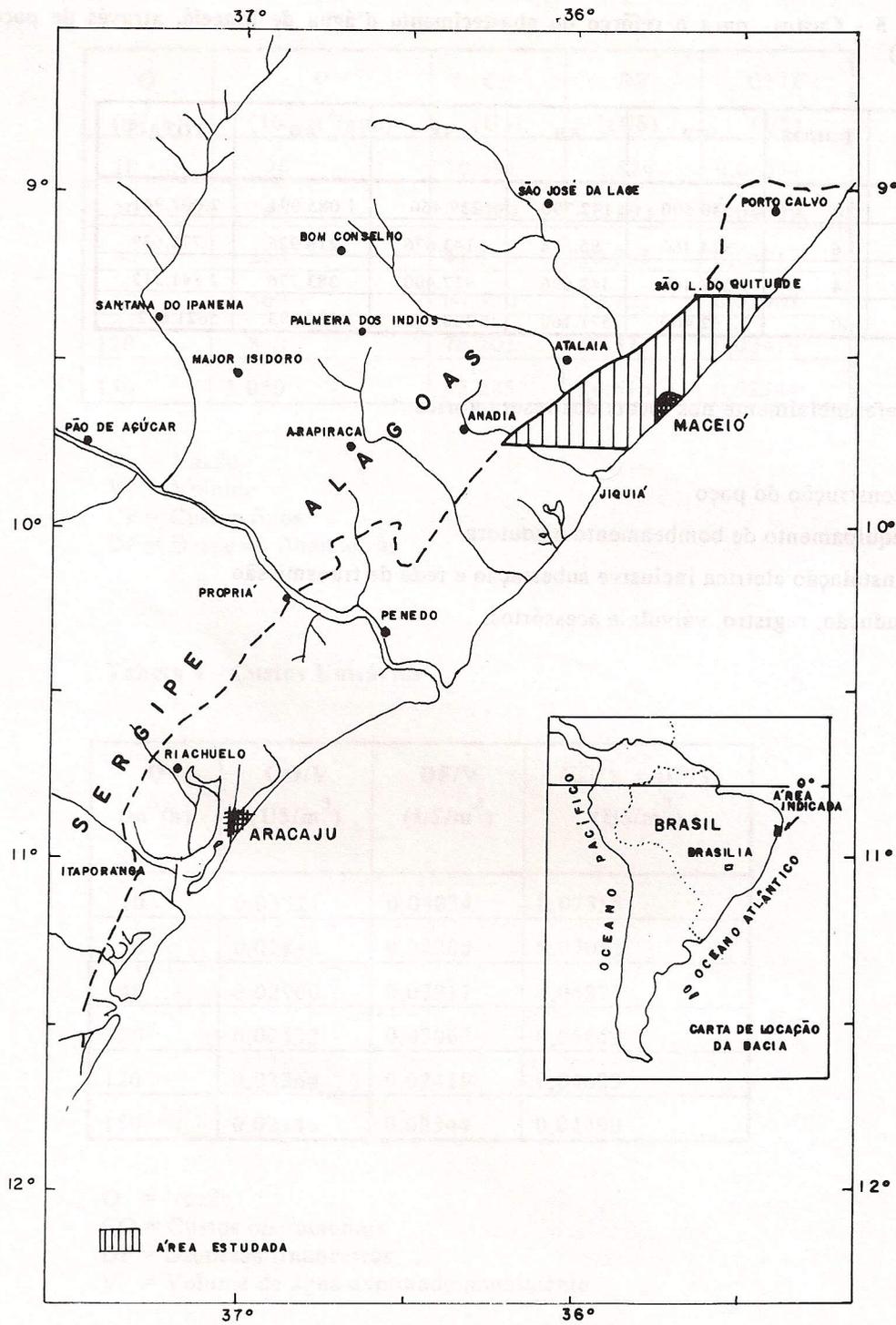


Figura 01- MAPA DE SITUAÇÃO.

CURVAS POTENCIAIS DEL PARAGUAY

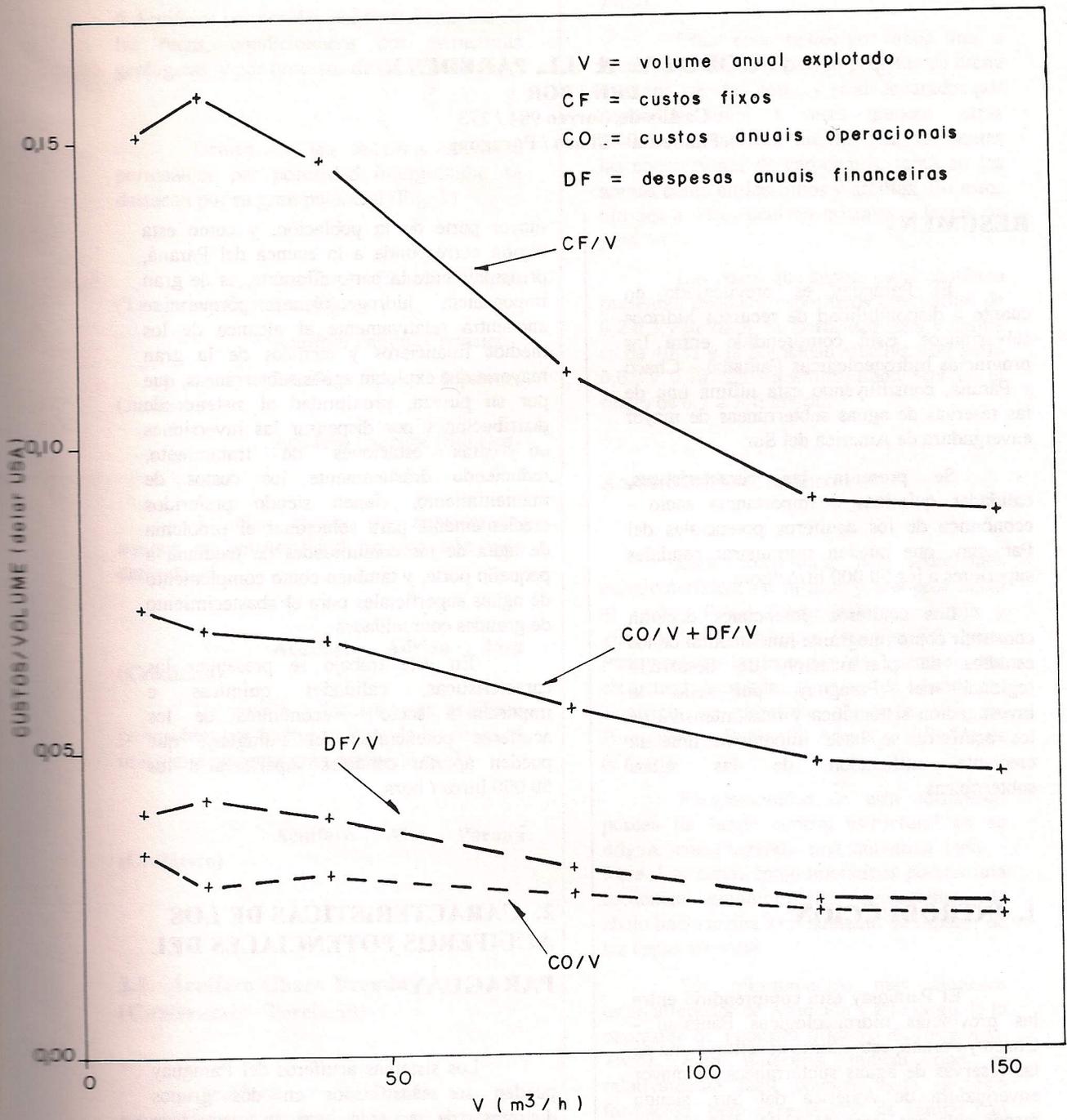


Figura 02- RELAÇÃO ENTRE CUSTOS E VOLUME