

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE QUÍMICA

MODIFICAÇÕES DE PROPRIEDADES REOLÓGICAS
DE DISPERSÕES DE ESMECTÍNICAS SÓDICAS

MARCOS ANTÔNIO DA SILVA PEDROSO

CAMPINA GRANDE--PARAÍBA

MARCOS ANTÔNIO DA SILVA PEDROSO

**MODIFICAÇÕES DE PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE
DISPESÕES DE ESMECTÍNICAS SÓDICAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do **GRAU DE MESTRE.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: **TECNOLOGIA DOS MATERIAIS NÃO METÁLICOS.**

PROFESSOR ORIENTADOR: **HEBER CARLOS FERREIRA**

CAMPINA GRANDE-PARAÍBA



P372m Pedroso, Marcos Antonio da Silva
 Modificacoes de propriedades reologicas de dispersoes de
 esmetiticas sodicas / Marcos Antonio da Silva Pedroso. -
 Campina Grande, 1991.
 123 f. : il.

 Dissertacao (Mestrado em Engenharia Quimica) -
 Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
 Tecnologia.

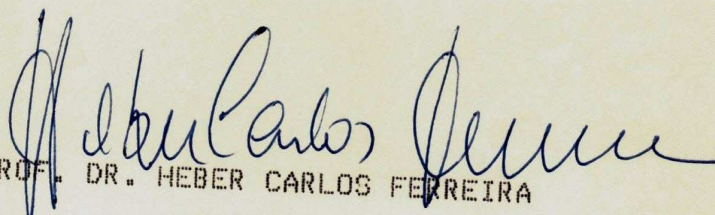
 1. Floculacao 2. Reologia 3. Propriedades Reologicas 4.
 Dispersoes Floculadas Gel 5. Carboximetilcelulose 6.
 Viscosidade 7. Viscosidade Plastica 8. Dissertacao I.
 Ferreira, Heber Carlos, Dr. II. Universidade Federal da
 Paraiba - Campina Grande (PB)

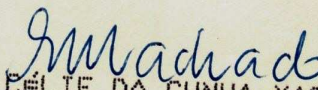
CDU 66.099.2(043)

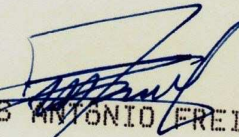
MODIFICAÇÕES DE PROPRIEDADES REOLÓGICAS
DE DISPERSÕES DE ESMECTÍNICAS SÓDICAS

MARCOS ANTÔNIO DA SILVA PEDROSO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 25-03-91


PROF. DR. HEBER CARLOS FERREIRA
ORIENTADOR


PROF^a. M.Sc. EDNA BÉLIE DA CUNHA MACHADO
COMPONENTE DA BANCA


DR. MARCOS ANTÔNIO FREITAS MELO
COMPONENTE DA BANCA

CAMPINA GRANDE-PRAÍBA

1991

319
6.099.2 (043)
372m

372

DEDICATÓRIA

À Deus.

À minha esposa, Amélia.

À meus filhos, Erick, Heloysy e Markus.

À meus país e família.

Ao amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Onipotente, Onipresente pela força, sem seu poder e amor, jamais teria alcançado esse universo de conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Heber Carlos Ferreira, pelo crédito e empenho dedicado na orientação desse trabalho.

Ao M.Sc. Gelmires de Araújo Neves, M.Sc. Rosemary Ribeiro Ramos e a Enga. Solange Maria da Rocha Patrício, que contribuíram definitivamente para desenvolvimento desse trabalho.

A Profa. M.Sc. Edna Célie da Cunha Machado, que tantas vezes fez-se presente nas minhas buscas de maiores conhecimentos na tese pela qual optei.

Ao Laboratório de Solos I, do Departamento de Engenharia Civil na pessoa do Prof. M.Sc. Francisco Barbosa de Lucena, pela prestimosa contribuição.

À Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Química, na pessoa do Prof. Dr. Kepler Borges França, Profa. Dra. Odelsia L. Shánchez de Alsina e do Prof. Dr. Michel François Fossy.

Finalmente aos professores, funcionários e colegas, que contribuíram para a realização desta dissertação.

RESUMO

Em trabalhos anteriores verifica-se que as esmectitas sódicas, industrializadas no Estado da Paraíba, apresentam reologia inadequada na forma de um gel bastante rígido denominado floculado gel com **viscosidade aparente muito elevada e viscosidade plástica muito reduzida**. Estas dispersões resultam de interações elétricas "face-to-edge" entre as partículas de argilas sendo formado um castelo de cartas que ocupa todo o volume da dispersão. Com a finalidade de conhecer e corrigir este problema, foram obtidas curvas de defloculação para se determinar o ponto de floculação máxima. Com as dispersões no ponto de defloculação máxima foram realizados tratamentos com aditivos industriais visando obter-se uma reologia adequada de forma a atender as especificações da Petrobrás, sendo também determinados os teores de carbonatos e bicarbonatos, existentes nas dispersões. Com o objetivo de melhor estudar os fenômenos envolvidos, foi feito um tratamento estatístico na forma de regressões lineares simples pelo **método dos mínimos quadrados** entre os teores de aditivos e as características reológicas, bem como os teores de carbonatos e bicarbonatos.

Uma análise dos resultados nos permitiu concluir: a) que a existência das **dispersões floculadas gel**, deve-se, entre outros fatores, ao tratamento com teores elevados de carbonato de sódio; b) que os aditivos possibilitam **correções na reologia** sendo que os resultados mais eficientes, foram obtidos com o **carboximetilcelulose (CMC)** e finalmente c) a existência de

interdependência entre os teores de aditivos e as propriedades estudadas.

ABSTRACT

In previous work, it was verified that the sodium smectites, industrialized in the state of Paraíba, show inadequate rheology in the form of a very stiff gel called flocculated gel with very high apparent viscosity and very low plastic viscosity. These dispersions result from "face-to-edge" electrical interactions among the clay particles and form a castle of cards that occupies the whole volume of the dispersion. Aiming to get acquainted with and to correct this problem, deflocculation curves were attained so as to determine the maximum flocculation point. Using the dispersions in the maximum deflocculation point, some treatments with industrial additives were made in order to attain a suitable rheology to supply the specifications of Petrobrás. The contents of carbonates and bicarbonates were also determined. In order to study the phenomena more accurately, a statistical treatment was made in the form of simple linear regressions using both the least squares method between the contents of additives and the rheological features, and the amounts of carbonates and bicarbonates.

Analysing the results, we concluded that (a) the existence of the flocculated dispersions is due to the treatment with high contents of calcium carbonate, among other factors; (b) that the additives enable us to make corrections in rheology, the most efficient results being achieved with the carboximetilcelulose (CMC), and finally (c) that there is

interdependence between the contents of additives and the properties presented here.

SIMBOLOGIA UTILIZADA

U.R.	umidade relativa (%)
C.T.C.	capacidade de troca de cations (meq/100 g)
V.A.	viscosidade aparente (cP)
V.P.	viscosidade plástica (cP)
V.F.	volume do filtrado (ml)
meq	miliequivalentes
g	gramas
CO_3^{2-}	teores de carbonatos
HCO_3^-	teores de bicarbonatos
r	coeficiente de correlação
	nível de significância
y	variável dependente
x	variável independente
A	interseção de Y
B	coeficiente angular
C.M.C.	carboximetilcelulose

ÍNDICE

CAPÍTULO I

I.1 - Introdução	001
------------------------	-----

CAPÍTULO II - Revisão Bibliográfica	003
---	-----

CAPÍTULO III - Materiais e Métodos	020
--	-----

3.1 - Materiais	020
3.1.1 - Argilas Esmectíticas	020
3.1.2 - Água (H ₂ O)	022
3.1.3 - Carbonato de Sódio (Na ₂ CO ₃).....	022
3.1.4 - Pirofosfato de Sódio (Na ₄ P ₂ O ₇ .10H ₂ O)....	022
3.1.5 - Silicato de Sódio (Na ₂ O.SiO ₂ .nH ₂ O).....	023
3.1.6 - Hexametafosfato de Sódio (Na PO ₃) _x	023
3.1.7 - Silicato de Sódio Industrial (Na ₂ O.3,3SiO ₂ .NH ₂ O).....	024
3.1.8 - Fosfato Dissódico (Na ₂ HPO ₄)	024
3.1.9 - Disperlan-1	024
3.1.10- Carboximetilcelulose	024
3.1.11- Sabão Omo	025
3.1.12- Deflock-A	025
3.2 - Métodos	025
3.2.1 - Preparação das Amostras	026
3.2.2 - Preparação das Soluções	026
3.2.3 - Ensaio Tecnológicos	026

3.2.3.1 - Primeira Etapa	027
3.2.3.2 - Segunda Etapa	028
3.2.3.3 - Terceira Etapa	029
3.2.3.4 - Análise Estatística	030
CAPÍTULO IV - Resultados e Discussões	032
4.1 - Introdução	032
4.2 - Processos	032
4.2.1 - 1º Processo	032
4.2.2 - 2º Processo	033
4.2.3 - 3º Processo	039
ANÁLISE ESTATÍSTICA	087
OBSERVAÇÕES GERAIS	105
CAPÍTULO V - Conclusões	107
CAPÍTULO VI - Sugestões para Pesquisas Futuras.....	109
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	111

CAPÍTULO I

I. 1 - Introdução

As reservas de argilas esmectíticas policatiônicas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande - Paraíba. São de grande importância, porém é necessário melhorar suas propriedades reológicas.

Estudos têm sido desenvolvidos com a finalidade de adequá-las para uso como fluido de perfuração de poços de petróleo. Destes estudos, observou-se que os fluidos de perfuração apresentam-se em estado parcialmente floculados, Shaw (1975) e Van e Olphen (1977), podendo ter, dentre outras, algumas situações bem definidas. A primeira delas corresponde a um fluido floculado onde a fluidez da dispersão é muito elevada, ou seja, a viscosidade aparente é muito baixa, podendo-se mesmo ter a separação das fases entre a água e a fração argila, sendo que esta última fica sedimentada no fundo do recipiente. A segunda situação corresponde também a um fluido floculado onde a fluidez da dispersão é muito baixa e que corresponde a uma viscosidade aparente muito elevada. A viscosidade plástica apresenta valores muito pequenos. Neste caso, (que é o corpo do nosso trabalho) tem-se um tipo especial de floculação onde predominam as interações face-aresta de elevada energia de ligação entre as partículas, havendo a formação de um castelo de cartas, sendo que toda água fica aprisionada nesta estrutura, Souza Santos (1975). A última situação é intermediária entre

as duas anteriores, com as dispersões apresentando valores adequados para as viscosidades aparente e plástica e volume do filtrado, satisfazendo as especificações existentes, Petrobrás (1984).

Ferreira e colaboradores, como: Kiminami (1981); Barbosa, Queiroz e Ramos (1985); Lira (1988) e Pedroso (1989) seguem uma linha de trabalho, dentre outras, que exploram uma sistemática para corrigir estes tipos de soluções de dispersões com argilas esmectíticas.

O objetivo desta dissertação é obter as curvas de defloculação de quatro amostras de esmectitas, de forma a determinar o ponto de máxima flocculação com a finalidade de aditivá-las com controladores de viscosidades de forma a modificar suas características reológicas, sendo obtidos materiais adequados para o uso como agente tixotrópico para fluidos de perfuração de poços de petróleo.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o fim de facilitar o entendimento, iremos definir alguns conceitos como segue:

Argila - é uma rocha finamente dividida, possuindo elevado teor de partículas de diâmetro equivalente, abaixo de 2 μ m, constituída essencialmente por argilominerais, geralmente cristalinos, podendo conter minerais que não são considerados argilominerais, matéria orgânica e outras impurezas; quando pulverizada e umedecida, torna-se plástica e após a secagem é dura e rígida. Com a queima em temperatura elevada adquire alta dureza, possuindo C.T.C. entre 3 e 150 meq/100g de argila seca, Souza Santos (1975).

Argilominerais - São os minerais constituintes característicos das argilas, geralmente cristalinos.

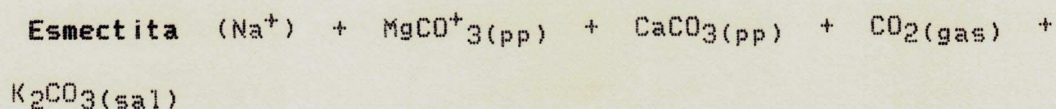
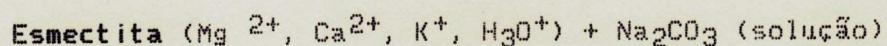
Esmectita - é o nome do grupo da família dos argilominerais 2:1 (trifórmicas) da classe dos silicatos em camadas ou lamelares; constituídas por argilominerais tais como: montmorilonita, beidelita, nontronita, volconscoíta (dioctaédricos) saponita, sauconita e hectorita (trioctaédricos). Esses argilominerais, muito embora de composição diferente e existindo em séries isomórficas, apresentam difratogramas de raios-X semelhantes e, portanto possuem o mesmo tipo de estrutura cristalina, Souza Santos (1975).

Bentonita - " É uma rocha constituída essencialmente por um argilomineral montmorilonítico formado pela desvitrificação e subsequente alteração química de um material vítreo, de origem ígnea, visualmente um tufo de cinza vulcânica, ácido de preferência", segundo Ross - Shannon (1926).

O nome bentonita foi aplicado pela primeira vez em 1898 a uma argila plástica coloidal encontrada em camadas cretáceas em Wyoming, EEUU, que apresenta a propriedade específica e peculiar de aumentar várias vezes o seu volume inicial se umedecida com água, e formar geis tixotrópicos em meio aguoso em concentrações tão baixas como 2%, Souza Santos (1975).

As propriedades da bentonita de Wyoming são devidas ao fato do argilomineral constituinte ser montmorilonita sódica.

Em países em que não existe a esmectita sódica natural, trata-se a esmectita policatiônica, cálcica e/ou magnesiana, com carbonato de sódio, realizando uma reação química de dupla troca reversível, para obtenção da esmectita sódica.



A esmectita sódica formada deve apresentar a capacidade de inchar em água, formando um gel tixotrópico, dependendo da concentração da argila no meio.

Dos tipos de argilas conhecidas a esmectita recebe importante atenção, pois diversificadas são suas aplicações tecnológicas e industriais. Entre vários usos importantes, a argila

esmectítica pode ser empregada como: agente tixotrópico de fluidos para perfuração rotativa de poços; agente aglomerante de areias de moldagem para fundição, na pelotização de minérios; na indústria de cosméticos; fase dispersa em suspensão aquosa para faceamento de moldes para fundição; em engenharia civil; agentes descorantes de óleos; em catálise; como bentonitas organofílicas em massa de moldagem, em vernizes refratários, ceras, resinas e fluidos hidráulicos; em pesticidas; em cerâmica e esmaltes; agente estabilizador e espessador em borrachas e polímeros; em papel; como adsorvente na clarificação de águas, vinhos, etc.; lubrificantes de extrusão na alimentação animal; na cobertura de sementes vegetais; em campos de limpeza e polimento e em sabões, como agente ligante, detergente e gelificante; elemento retentor de umidade em extintores; agentes dessecantes; agente adsorvente de íons radioativos em água refugadas; ligantes na indústria de lápis; espessador e aglomerante na indústria farmacêutica; na proteção de contatos de eletrodos em eletroencefalogramas, como retentor de umidade; ligante em eletrodos de solda; espessador em adesivos; ligante na indústria de isolantes; em pomadas para proteção de partes do corpo contra gases tóxicos irritantes, etc. Souza Santos (1976). Dentre estes usos, um dos mais importantes e de estudo desta dissertação, é como agente tixotrópico de fluidos para perfuração rotativa de poços, prática executada desde 1883 com a introdução de sondas rotativas, porém só a partir de 1901 com os resultados alcançados por Lucas no Texas, é que as atenções foram dirigidas sobre as vantagens do

Lucas

uso do fluido tixotrópico obtido de argila esmectítica, Souza Santos (1976). Os primeiros poços foram abertos por sondas de percussão, com as quais a maior profundidade atingida foi de 2.000 m. Com a introdução das sondas rotativas foram encontradas dificuldades de lubrificação e resfriamento da broca e do eixo; de umidificação do solo em perfuração; de desmoronamento de paredes; de infiltração de água e gases; de freagem da sonda por causa do acúmulo de detritos de perfuração. Hoje com o fluido injetado nas sondas, com sondagens superiores a 6.000 m de profundidade, a preparação e o emprego de fluidos de perfuração são um campo especializado e extremamente importante na indústria de extração e exploração de petróleo, Souza Santos (1976).

O fluido injetado nas sondas rotativas que permanece em suspensão, consta da fase dispersa, dispersante e outras partículas sólidas e diversos sais em solução de acordo com a natureza da argila e da água usada. O comportamento e as propriedades da lama dependem, pois, da dimensão e da natureza das partículas da fase dispersa, da carga elétrica das partículas, da quantidade de água e da natureza dos sais dissolvidos. A dispersão coloidal assim formada, além de permitir tratamentos químicos e realização de medidas elétricas para a determinação da porosidade e permeabilidade das formações perfuradas, deve apresentar determinada viscosidade aparente (V.A) e uma apreciável tixotropia para manter em suspensão, nas interrupções de funcionamento, os detritos da perfuração e as partículas inertes da própria fase dispersa, Souza Santos

Naw

Naw

~~Sint~~
Naw

(1975). Deve, também: lubrificar e esfriar as hastes e broca de perfuração, transportar para a superfície os detritos da perfuração, vedar as paredes do poço evitando a perda de água, manter a pressão adequada para evitar erupções e desmoronamentos, ser de fácil bombeamento, não inundar a ocorrência de petróleo e não ser corrosiva, Souza Santos (1976). É a argila esmectítica sódica que dá ao fluido de perfuração essas propriedades, ou quando as condições salinas da área geológica a ser perfurada são muito adversas, faz-se a substituição das esmectitas sódicas pelas argilas do grupo da sepiolita-atapulgita ou paligorsquita.

As características dos fluidos de perfuração são determinadas e medidas em ensaios de laboratórios e as especificações para essas características se encontram nas normas da Petrobrás (1968, 1980, 1984) as quais são baseadas nas normas Romanas (1957) e do API, American Petroleum Institute (1962).

Emprego de argilas brasileiras em fluidos para perfuração de poços de petróleo.

Em 1955 e 1966 Stefan tentou utilizar os folhelhos e massapês illita-montmoriloníticos do Recôncavo da Bahia, mas não obteve sucesso como fluidos de perfuração. Tentativas de utilização de argilas montmoriloníticas de Sacramento-MG, como agente tixotrópico em fluidos de perfuração de poços também não deram bons resultados. A bentonita de Ponte Alta-MG, foi usada durante certo tempo com sucesso, na forma sódica na perfuração de poços artesianos. Atualmente, no Distrito de Boa Vista-PB, vem sendo explorada uma montmorilonita policatiônica.

ca, de origem sedimentar, facilmente transformável em montmorilonita sódica de elevado rendimento, porém de viscosidade plástica natural não satisfatória, Diaz (1986).

As esmectitas brasileiras estudadas são policatiônicas, sendo normalmente cálcicas e/ou magnesianas, sendo a única argila brasileira contendo parte apreciável de sódio como cátion trocável a de Boa Vista-PB, Souza Santos (1968). Dessa forma, tratamos as argilas esmectíticas com carbonato de sódio para transformá-las em sódicas antes de serem submetidas aos ensaios preliminares para utilização como agente tixotrópicos para fluidos de perfuração de poços de petróleo.

Em 1970, Zandonadi, Souza Santos e Lourenço, submeteram a argila com a umidade natural à dezoito (18) processos de tratamento com carbonato de sódio. O carbonato de sódio é preferido por ser, dos compostos de sódio, um dos mais baratos para ativação das esmectitas. Os processos que apresentaram melhores resultados foram os de números 16, 17 e 18, sendo o processo 18 o mais aceito pela comunidade científica no momento. Resumidamente descrevemos o processo N° 18: a argila seca de 20°C - 30°C, é moída até passar por uma peneira ABNT N° 200 (abertura de 0,074 mm) é tratada com solução saturada (0,5g de Na₂CO₃ em 2,5 ml de água destilada) de Na₂CO₃ na proporção de 100 meq/100 g de argila seca. A mistura é homogeneizada e curada em câmara úmida com 100% de U.R., durante uma semana.

Os diferentes resultados reológicos obtidos aplicando os dezoito (18) processos sugerem que o grau de substituição iso-

mórfica pelo Mg e Fe na folha octaédrica não é o único fator responsável pelo não-inchamento e baixa viscosidade aparente, Souza Santos e Zandonadi (1970).

As especificações da Petrobrás (1984) cujas exigências são: V.A. mínima de 15,0 cP, V.P. mínima de 6,0 cP, V.F. máximo de 16,0 ml após 30 min com uma pressão aplicada de 7,0 Kgf/cm². Essas especificações são aplicadas principalmente à esmectitas sódicas, naturais e sintéticas. Contudo, o problema tecnológico fundamental relativo às bentonitas no Brasil é o de verificar se as argilas esmectíticas naturais conhecidas, geralmente policatiônicas podem ser economicamente transformadas em esmectitas sódicas, que satisfaçam às especificações.

Portanto, determinar as condições de troca total dos cátions naturais de uma esmectita é o problema fundamental.

Com a finalidade de resolver este problema, diversas linhas de pesquisas surgiram, sendo publicados diversos trabalhos como destacaremos a seguir.

Souza Santos (1968) concluiu a partir de seus estudos, que esmectitas de diferentes cores e tonalidades, apresentavam propriedades reológica diferentes, sendo que algumas apresentavam V.A. acima de 15,0 cP a 6% de argila, após tratamento com carbonato de sódio, enquanto outras obtiveram V.A. na faixa de 1,0 cP a 3,0 cP, mesmo sendo constituídas essencialmente por argilominerais montmoriloníticos. Duas hipóteses surgiram, para tentar explicar essas baixas V.A., primeiro à natureza e a proporção dos cátions presentes nas argilas estudadas que bloqueariam a troca pelo sódio, hipótese esta rejeitada com

SIA

base nos dados obtidos por Zandonadi (1972) e a segunda hipótese à cinética diferente na troca dos cátions, estudada por Zandonadi (1966, 1970 e 1972) e Cavazzoni (1974) através da troca de cátions por sódio radioativo e pelo ensaio de Greene-Kelly, cujos resultados não permitiram provar tal hipótese.

Campos e Souza Santos (1977) fizeram um estudo da troca catiônica entre a esmectita verde-clara, creme e vinte e cinco (25) sais de sódio; os melhores resultados foram obtidos com a solução de versanato de sódio, oleato de sódio sólido e com sabão Lux em pó. Diante destes resultados, verificou-se que é possível utilizar outros sais de sódio, além do carbonato de sódio, no tratamento de troca de cátions por sódio. A vantagem apresentada da substituição do carbonato de sódio pelos outros sais de sódio seria do ponto de vista econômico, uma vez que do ponto de vista técnico os resultados são bastantes semelhantes.

Souza Santos (1968) utilizou duas amostras de esmectitas de Boa Vista - PB, previamente tratadas com carbonato de sódio, obtendo alta V.A. e baixa V.P.; com a diálise de seis (6) dias, essas amostras apresentaram um aumento na V.P. e uma diminuição na V.A.; com a adição de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} houve um aumento da V.A. e um decréscimo na V.P.; com uma nova diálise, houve um decréscimo na V.A. e um aumento na V.P.. Desta maneira, ficou patente a influência dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} nas propriedades reológicas das esmectitas.

Souza Santos e Colaboradores (1977, 1980 e 1983) continuando suas pesquisas, estudaram vários tipos de secagem das argi-

las esmectíticas, daí se obtém que a temperatura de secagem das esmectitas pode influir significativamente nas V.A. e V.P., especialmente se a secagem for realizada antes da troca por sódio; Solano e Souza Santos (1977) concluíram que as esmectitas sódicas são menos sensíveis a ação da temperatura de secagem, e também que os valores máximos para a temperatura de secagem estão entre 50°C à 70°C nas argilas estudadas. Nesta pesquisa foram estudadas quatro tipos de argilas, submetendo-as a temperatura de secagem até 300°C, verificando que o efeito do pré-tratamento térmico foi diferente para as viscosidades das argilas estudadas, e que estas argilas após diálise tem suas propriedades melhoradas e que o pré-tratamento térmico diminui significativamente a C.T.C e também a área específica das amostras. A diminuição da C.T.C. da esmectita de 90 meq/100 g de argila seca, à temperatura ambiente, para cerca de 3 meq/100 g de argila seca, após aquecimento a 300°C é atribuída à passagem do espaçamento basal de (001) para 9,5 esse fato pode significar que o Mg^{2+} trocável pelo pré-aquecimento térmico, afetou a C.T.C. e a área específica das argilas, baixando o teor de sódio trocado e prejudicando as propriedades reológicas.

Zandonadi (1972) estudou o efeito de três temperaturas de secagem das argilas após a adição de 100 meq/100 g de argila seca, de carbonato de sódio nas V.A. e V.P., e observou que as temperaturas de 50°C e 70°C produzem melhores valores em relação a 100°C, a partir daí os Laboratórios do IPT utilizam 70°C para secar as argilas a serem submetidas aos ensaios de troca

de cátions, especialmente antes da adição do carbonato de sódio. Souza Santos (1975) mostra o efeito de secagens sucessivas a 50°C em geis tixotrópicos de esmectitas sódicas, mostrando que a V.A. tende a decrescer e a V.P. a aumentar após a primeira secagem e a diminuir após a segunda, e que parece haver agregação irreversível das partículas com as secagens sucessivas, e concluiu que devem-se usar temperaturas de secagem acima de 70°C somente se não houver prejuízo das propriedades reológicas e ligantes.

Prado (1980) e Solano (1980) verificaram detalhadamente a hipótese da forma sódica proteger as propriedades reológicas dos efeitos da temperatura de secagem. Nesses trabalhos verificou-se o efeito da secagem antes e depois da troca de cátions com o carbonato de sódio nas esmectitas naturais. A faixa de temperatura em que se obteve os melhores resultados, para as V.P. e V.A. foi de 30°C à 55°C e que os melhores valores da V.P. foram obtidos quando a secagem foi posterior a troca de cátions com carbonato de sódio.

Ferreira e Assunção (1979) em seus estudos sobre a influência da concentração, velocidade e tempo de agitação, nas propriedades reológicas de dispersões de esmectitas industrializadas no Estado da Paraíba, para fins de utilização como fluidos de perfuração de poços de petróleo, destaca os resultados obtidos com as amostras C e D, onde se observa V.A. muito elevada e V.P. muito baixa, ou seja, excessivamente floculadas, surgindo aí a preocupação por parte de Ferreira de estudar mais detalhadamente o fenômeno das dispersões floculadas

geis.

Ferreira, Machado e Kiminami (1984) em suas pesquisas sobre a influência do envelhecimento de esmectitas para fluidos de perfuração de poços de petróleo industrializadas no Estado da Paraíba, destacam três situações bem definidas para os fluidos de perfurações, sendo elas: (1a.) um fluido onde a fluidez da dispersão é muito elevada, ou seja, a V.A. é muito baixa, podendo haver, até mesmo a separação das fases, entre a água e a fração argila; (2a.) corresponde também a um fluido floculado onde a fluidez da dispersão é muito baixa e que corresponde a uma V.A. muito elevada, e a V.P. muito baixa. Neste caso, têm-se um tipo especial de floculação onde predominam as interações face-aresta de elevada energia de ligação entre as partículas, havendo a formação de um castelo de cartas, sendo que toda água fica aprisionada nesta estrutura, Souza Santos (1967). Esse tipo de floculação poderia ser corrigida pela adição de aditivos industriais, de forma a bloquearem as ligações face-aresta, resultando numa diminuição de V.A., e num aumento da V.P.; (3a.) a última situação é intermediária entre as duas, previamente descrita de forma que a dispersão apresenta valores adequados para a V.A., V.P. e V.F., e que satisfaçam as especificações existentes.

D'Ávila (1987) em seu trabalho, "**a perda das propriedades reológicas de esmectitas ativadas, envelhecimento**", demonstrou que no envelhecimento, as esmectitas ativadas por via sódica, perdem suas propriedades reológicas com significativa redução do seu rendimento, e desenvolveu uma teoria simples associando

o envelhecimento das argilas a dois fatores principais: a reversibilidade da reação química e o conteúdo de umidade atual da argila, verificando o efeito do excesso de concentração de Na_2CO_3 no deslocamento do equilíbrio no sentido de aumentar o rendimento da redução e também que por um processo simples, através de um reator de extrusão determinando o nível de umidade adequado, é possível recuperar as propriedades reológicas das esmectitas envelhecidas.

Uma linha de pesquisa desenvolvida por Ferreira e colaboradores, enfatiza as condições de cura na melhoria das propriedades reológicas das argilas esmectíticas. Ferreira e Kiminami (1980, 1981 a, b e c) procuraram caracterizar diferenças no comportamento reológico de esmectitas de diversas cores, detectando a importância da quantidade adequada de água no momento da troca de cátions com carbonato de sódio em uma esmectita policatiônica; estudos sobre processos de tratamento com carbonato de sódio com amostras de esmectitas de cores verde-clara e vermelha de Bravo, campina Grande-PB, procurando verificar o efeito da variação da cura em câmara úmida a 100% de U.R., em câmara climatizada e da temperatura após a adição de carbonato de sódio, sobre as propriedades reológicas das amostras em estudo, visando a utilização como componente tixotrópico de fluidos de perfuração de poços de petróleo. Podemos observar, nesses estudos, que as condições de cura possuem influências significativas nas propriedades reológicas, podendo tornar argilas consideradas como não propícias para a utilização em fluidos de perfuração de poços de petróleo em argilas

adequadas para esse fim. Porém, a influência da cura é específica para cada tipo de esmectita. Ferreira e Kiminami (1983, 1985 a, b, c) dando prosseguimento a esta linha de pesquisa, concluem que: dos estudos de cura desenvolvidos, as U.R. mais elevadas parecem favorecer os processos de cura; as temperaturas mais adequadas são aquelas situadas entre 40°C à 70°C, onde pode-se observar um patamar de propriedades reológicas adequadas; a cura em autoclave mostra-se inadequada; em câmara climatizada, nas temperaturas mais elevadas, obtém-se valores de viscosidades adequados em determinados períodos de cura; na cura em autoclave, onde se tem pressão maior do que a do ambiente e temperatura de 110°C, mesmo com curtos tempos de cura, as propriedades reológicas são inadequadas, pois o ponto ótimo foi ultrapassado; a diálise sempre melhora as propriedades reológicas dos fluídos pela eliminação de compostos solúveis, e frequentemente corrige propriedades que não obedecem às especificações, resultantes do processo de cura, para valores adequados; comparativamente, a diálise conduz a melhores resultados do que o tratamento em câmara climatizada.

Observa-se que, após o processamento industrial das esmectitas, as propriedades reológicas não são estáveis, apresentando em muitos casos, excesso de concentração de Na_2CO_3 , D'Ávila (1987); e que pode provocar uma alta V.A. e uma baixa V.P., condição em que a dispersão é chamada de floculada gel, Pedroso (1989); e essas propriedades variam com o tempo, processo chamado envelhecimento, geralmente melhorando em relação as especificações, kiminami, Machado e Ferreira (1984).

Para alguns pesquisadores, na cura, o aumento da temperatura provoca uma decomposição térmica e conseqüentemente precipitação de carbonato de cálcio e magnésio insolúveis em água que são fornecedores potenciais de cátions divalentes flocculantes.

Díaz (1983, 1986) desenvolveu um estudo com uma argila do tipo verde-lôdo de Lages-PB, obtendo um resultado surpreendente e pouco comum em esmectitas, pois o mesmo apresentou uma V.A. elevada e uma V.P. negativa. Investigando as possíveis causas para explicar e corrigir esta V.P. negativa em dispersões, concluiu que o teor de água abaixo de 31%, existente na argila na forma natural era a principal causa da argila apresentar V.P. negativa.

Barbosa (1984 e 1985), Ramos (1984 e 1985) e Queiroz (1985) dando prosseguimento aos estudos iniciados por Kiminami e Ferreira, estudaram mais detalhadamente a cura em câmara climatizada, autoclave e câmara úmida, com outras amostras de esmectitas, tais como, dos tipos chocolate, sortida, verde-escura, verde-clara, vermelha e bofe. Nesses estudos, ficou verificado haver uma diferença de comportamento na troca de cátions por sódio em função da umidade do ambiente de cura, do teor de carbonato de sódio e da temperatura; os resultados obtidos estão de acordo com os observados por Kiminami e Ferreira (1980, 1981 a, b, c) em trabalhos anteriores. Observando ainda que, algumas amostras, após tratamento de cura, não satisfaziam as especificações, apresentando características especiais, como é o caso das dispersões que apresentam alta V.A.

e baixa V.P. que resulta o problema das floculadas gel, problema este estudado nesta dissertação, e do caso da argila esmectítica do tipo bofe, apresentando-se como um fluido floculado como baixas V.A. e V.P., com separação de fases entre a água e a fração argila; e especialmente, da esmectita do tipo verde-escura, apresentando-se como fluido floculado na forma de gel com máxima floclação, com V.P. muito baixa. O efeito da cura em autoclave não favorece as propriedades reológicas das esmectitas quanto a seu uso como agente tixotrópico para fluídos de perfuração de poços de petróleo, o efeito da diálise melhora as propriedades reológicas das esmectitas e o uso do dióxido de carbono prejudica as propriedades reológicas das esmectitas.

Lira (1988) em sua dissertação de mestrado, estudou três argilas com o objetivo de modificar suas propriedades reológicas por tratamento térmico das dispersões, e concluiu que cada argila apresentou um comportamento diferente frente ao processo de tratamento térmico e cura, e que as propriedades reológicas das esmectitas após tratamento térmico, cura e diálise, para os tipos vermelha e verde-escura, melhoram significativamente, sendo porém um processo inviável industrialmente. Mencionou em sua revisão bibliográfica que para o desenvolvimento de uma argila esmectítica sódica artificial, que satisfaça as especificações, muitos são os fatores que influenciam, tais como: o teor de impureza na argila esmectítica, temperatura de secagem antes e depois da troca de cátions, a quantidade de carbonato de sódio utilizado no tratamento, o tempo de cura, a

presença de cátions divalentes solúveis, a U.R., e outros ainda não conhecidos.

Após a revisão bibliográfica, podemos destacar diversos aspectos como seguem:

- Dada a inexistência no Brasil de esmectitas sódicas, houve de início uma grande preocupação nos estudos visando a transformação de esmectitas policatiônicas em sódicas.

- O processo de tratamento de esmectita policatiônica mais eficiente é através da adição a soluções concentradas de Na_2CO_3 .

- Foi observado que as esmectitas industrializadas no Estado da Paraíba não atendiam as normas vigentes e frequentemente apresentam-se na forma de um gel bastante rígido, denominado floculado gel.

- O problema da secagem das argilas esmectíticas antes e após a troca com Na_2CO_3 foi estudado exaustivamente, ficando evidenciado que a secagem é mais danosa quando efetuada antes da troca de cátions, devendo, nestes casos, as argilas esmectíticas serem secas em temperaturas bastantes baixas.

- Foi estudado o problema da cura em temperaturas que variam de 40°C à 150°C , verificando-se que em diversas situações de cura, produtos adequados podiam ser obtidos; contudo, em outras condições de cura, tinham-se produtos insatisfatórios não chegando-se a obter resultados muito promissores.

- Foi estudado o tratameto térmico de lamaz em temperaturas elevadas, obtendo-se resultados adequados porém inviáveis industrialmente tal como a diálise.

- Foi evidenciado que as esmectitas floculadas gel deviam-se, dentre outros fatores, a tratamento com carbonato de sódio em quantidade excessiva e que a correção desta reologia poderia ser efetuada com aditivos específicos.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo temos a discriminação dos materiais e dos métodos que são utilizados nesta dissertação.

3.1 - Materiais

3.1.1 - Argilas Esmeclíticas

Foram utilizadas quatro amostras de cores diferentes da argila esmeclítica, que são: **vermelha**, **chocolate**, **verde-escura** e do tipo **sortida**, para o estudo dos efeitos dos aditivos industriais nas propriedades reológicas das argilas esmeclíticas sódicas em escala de laboratório.

Os quatro tipos de argilas esmeclíticas, foram coletadas na região de Bravo, Distrito de Boa Vista, a 60 Km de Campina Grande, Paraíba. Estas amostras foram coletadas manualmente, por um engenheiro de Minas, sendo separada uma área para cada amostra e retirados blocos a uma distância de 4,0 m em 4,0 m ao longo da área a ser explorada. Em seguida, essas amostras foram homogeneizadas e separadas por quarteação, a fim de obter uma amostra representativa.

As quantidades das amostras escolhidas para os ensaios foram superiores a 50,0 Kg, identificadas com os nomes característicos e acondicionadas em sacos resistentes e de malha fina para evitar qualquer contaminação.

A escolha das amostras da argila esmectítica de Bravo, baseou-se nos resultados reológicos obtidos em trabalhos citados anteriormente, onde os resultados com dispersões à 6,0% de argila, após tratamento com carbonato de sódio e cura, apresentaram: 1) argila vermelha floculada na forma de máxima floculada gel, com uma grande discrepância entre a V.P. e V.A.; 2) argila chocolate com uma V.P. e V.F fora das especificações; 3) argila verde-escura na forma de máxima floculada gel; 4) argila do tipo sortida apresentando todas suas propriedades reológicas fora das especificações exigidas pela Petrobrás (1984), mas com a V.P. superior as outras amostras.

De acordo com os resultados obtidos por Souza Santos (1968, 1980, 1981); Souza Santos e Campos (1979); Kiminami (1981a); Barbosa (1984) e Lira (1988) através da análise térmica diferencial, difração de raios-X e microscopia eletrônica, as argilas esmectíticas da região de Bravo não apresentaram diferenças entre si, revelando uma homogeneidade de composição mineralógica quantitativa, sendo formadas por uma mistura de argilominerais, caulinita, illita, do mineral quartzo e argilomineral do grupo das esmectitas, tais como, nontronita e nontronita-beidelita. Pela análise química e cátions trocáveis, o magnésio é o cátion trocável predominante seguido pelo cálcio, sódio e potássio. A predominância de cátions divalen-

tes e de sódio facilita a transformação da esmectita polica-tiônica em esmectita sódica. Sempre apresentando o elemento ferro, que deve fazer parte dos reticulados cristalinos da ilita, uma vez que este argilomineral contém entre 4% a 6% de ferro (Fe_2O_3) e do argilomineral nontronita ou membro da série isomórfica nontronita-beidelita do grupo da esmectita.

3.1.2 - Água (H_2O)

A água utilizada foi a água destilada e resfriada a temperatura ambiente.

3.1.3 - Carbonato de Sódio (Na_2CO_3)

Foi utilizado o carbonato de sódio anidro PA, da Merck. O carbonato de sódio foi utilizado em forma de solução com diversas concentrações de forma que a argila seja tratada com 10,0; 20,0; 40,0; 50,0; 80,0; 100,0; 120,0; 140,0; 150,0; 180,0 e 200,0 meq/100 g de argila seca; o carbonato de sódio além de ter sido adicionado em forma de solução, foi também adicionado sempre com um volume constante de 11,0 ml.

3.1.4 - Pirofosfato de Sódio ($Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$)

Foi utilizado o pirofosfato de sódio PA, da Merck, usado em forma de solução com concentrações tais que, as dispersões das argilas sejam tratadas com 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 e 10,0 meq/100 g de argila seca, adicionadas sempre com um volume constante de 11,0ml.

3.1.5 - Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Foi utilizado o silicato de sódio na forma de cristais puros anidros PA, da CODEX, distribuído pela Carlo Erba Divisão Química, usado na forma de solução com concentrações, tais que, as dispersões das argilas foram tratadas com 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 20,0 e 30,0 meq/100 g de argila seca, adicionadas sempre com um volume constante de 11,0 ml.

3.1.6 - Hexametáfosfato de Sódio (Na PO_3)_x

Foi utilizado o hexametáfosfato de sódio PA, adquirido na CAQ - Casa da Química Sociedade Ltda, fabricado pela Quimis, usado em forma de solução com concentrações tais que, as dispersões das argilas foram tratadas com 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 e 10,0 meq/100 g de argila seca, adicionadas sempre com um volume constante de 11,0 ml.

3.1.7 - Silicato de Sódio Industrial ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$)

Foi utilizado o silicato de sódio industrial, fornecido pela Ferro Enamel Indústria & Comércio Ltda, usado em forma de solução com concentrações tais que, as dispersões das argilas foram tratadas com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 ml do sal.

3.1.8 - Fosfato Dissódico (Na_2HPO_4)

Foi utilizado o fosfato dissódico PA, da Merck, usado na forma de pó nas dispersões das argilas, de modo que as dispersões foram tratadas com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 g do sal.

3.1.9 - Disperlan-1

Foi utilizado o Disperlan-1, fornecido pela Ferro Enamel Indústria e Comércio Ltda, usado na forma líquida nas dispersões das argilas de modo que as dispersões foram tratadas com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 ml do produto.

3.1.10 - Carboximetilcelulose

Foi utilizado os CMC (Bonial BBV/ADS) e (Bonial M-110 AS) fornecidos pela Companhia Brasileira de produtos Químicos Bononia, usados na forma de pó nas dispersões das argilas, de modo que as dispersões foram tratadas com 1,0; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,2; 4,5 e 5,0 g dos produtos.

3.1.11 - Sabão Omo

Foi utilizado o sabão Omo em pó, fabricado pela Gessy Lever Ltda, adquirido no comércio local, usado na forma de pó nas dispersões das argilas, de modo que as dispersões foram tratadas com 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 e 5,0g do produto.

3.1.12 - Deflock-A

Foi utilizado o deflock-A, fornecido pela ICI Brasil S/A, usado na forma líquida, nas dispersões das argilas, de modo que as dispersões foram tratadas com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 3,0 ml do produto.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Preparação das Amostras

Os quatro tipos de argilas esmectíticas foram submetidas à secagem ao ar, a temperatura ambiente (entre 25°C a 35°C) até atingir umidade de aproximadamente 10%. Nesta condição, as amostras foram moídas em moinhos de laboratório, de marca Simpson até passar em peneiras ABNT (USS) N° 200 (abertura de 0,074 mm). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, até serem utilizadas nos ensaios tecnológicos descritos em 3.2.3.

3.2.2 - Preparação das Soluções

Vide Anexo I

3.2.3 - Ensaio Tecnológico

Os ensaios tecnológicos que foram utilizados nesta dissertação, consistiram em submeter a argila esmectítica dos tipos vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, em três processos de tratamento, sendo que os dois primeiros processos foram processos preliminares ao terceiro processo.

Após os processos procedemos com a análise estatística e dos resultados, conforme a Figura A.

3.2.3.1 - Primeira Etapa

Para a realização desta primeira etapa, foram pesados 21 g de cada tipo de argila esmectítica e preparadas dispersões em concentrações de 6% em esmectitas, ou seja, 21 g de argila para 350 ml de água destilada, agitando por 20 min e deixando em repouso por um período de 24 h, quando foi verificada as propriedades reológicas, ou seja, viscosidade aparente, viscosidade plástica e volume do filtrado, segundo o método da Petrobrás (1968), que diz: "agita-se a dispersão por 5 min à 10.000 rpm, transfere-se para o recipiente do viscosímetro (viscosímetro rotativo tipo FANN, modelo 35A) a amostra (dispersão). Aciona-se o viscosímetro 0-600 rpm durante 2 min. Efetua-se a leitura. Muda-se imediatamente para 300 rpm, faz-se a leitura após 15 seg. Anotam-se as viscosidades aparente, em cP, correspondente a cada dispersão, como o valor obtido a 600 rpm, dividido por dois. Anotando as viscosidades plásticas, em cP, correspondente a cada dispersão, como a diferença das leituras procedidas a 600 e 300 rpm". O volume dos filtrados foram determinados transferindo as dispersões para o recipiente do filtro, cuja área de filtração é especificado em $45,79 \pm 0,64 \text{ cm}^2$, e o papel de filtro, que foram utilizados uma única vez, foram Whatman N.º. 50, ou equivalente. As pres-

sões foram aplicadas até atingirem $7,00 \pm 0,35 \text{ kgf/cm}^2$ ($100 \pm 5 \text{ p.s.i}$) em 30 seg. As quantidades de mililitros dos filtrados, com exatidões de 0,1 ml, foram recolhidos em proveta graduada, durante 30 min, a partir do momento da aplicação da pressão (*). As determinações das propriedades reológicas foram feitas sempre em duas determinações, sendo apresentada a média aritmética dos dois valores.

Foram também determinados os teores dos carbonatos e bicarbonatos existentes no extrato do volume do filtrado recolhido, após 30 min, segundo o método descrito na referência Embrapa (1975). Figura B.

3.2.3.2 - Segunda Etapa

Para a realização desta segunda etapa, foram pesados 21 g de cada amostra e misturada com 11,0 ml de solução de carbonato de sódio nas proporções de 10,0; 20,0; 40,0; 50,0; 80,0; 100,0; 120,0; 140,0; 150,0; 180,0 e 200,0 meq/100 g de argila seca para que fosse baseado o valor da capacidade de troca de cátions ideal para que obtivessemos nas propriedades reológicas a mais alta viscosidade aparente com a menor viscosidade plástica para que com o uso de aditivos indus-

(*) uma descrição completa sobre métodos de ensaios com bentonita para fluidos de perfuração, encontra-se nas referências (MORO, 1966; STEFAN, 1966 E ZANDONADI, 1972).

triais pudessemos corrigir estas viscosidades.

Após a adição do carbonato de sódio, as amostras (sempre em duplicatas) foram curadas em câmara úmida à 100% de U.R. e temperatura ambiente por um período de sete dias, com a finalidade de obtenção da argila esmectítica sódica, quando foram preparadas dispersões em concentrações de 6% em argila esmectítica sódica, ou seja, 21 g de argila seca em 350 ml de água destilada; agitando por 20 min e deixando em repouso por um período de 24 h. quando foram verificadas as propriedades reológicas, ou seja, viscosidades aparente e viscosidades plástica e volume do filtrado segundo o método da Petrobrás (1968) descrito em 3.2.3.1. Foram também determinados os teores de carbonatos e bicarbonatos existentes no extrato do volume do filtrado recolhido após 30 min, segundo o método da Embrapa (1975). Ver descrição detalhada na Figura C.

3.2.3.3 - Terceira Etapa

Para a realização desta terceira etapa, foram pesados 21 g de cada amostra e misturada com 11,0 ml de solução de carbonato de sódio na proporção de 100,0 meq/ 100 g de argila seca. A concentração de 100,0 meq/100g de argila seca foi escolhida devido aos resultados obtidos na segunda etapa, tendo em vista o objetivo da dissertação, ou seja, corrigir as propriedades reológicas das dispersões.

Após o tratamento com carbonato de sódio, as amostras foram deixadas em repouso por sete dias em câmara úmida à temperatura ambiente, com o objetivo de obtermos argila esmectítica sódica. As amostras de argila esmectítica sódica foram tratadas com diversos aditivos industriais (pirofosfato de sódio, silicato de sódio, hexametáfosfato de sódio, silicato de sódio industrial, fosfato dissódico, Disperlan-1, CMC e Deflock-A) e com sabão Dmo em pó.

Após a cura foram feitas dispersões, com 6% de sólidos, ou seja, adicionamos em um pote de plástico as 21 g de argila com 350 ml de água destilada e agitamos por 20 min, em seguida foi adicionado o aditivo industrial em diversas proporções, agitando novamente por 5 min e cura por 24 h, quando foram determinadas as propriedades reológicas e os teores de carbonatos e bicarbonatos. Ver descrição detalhada na Figura D.

3.2.3.4 - Análise Estatística

Através da análise de regressão linear simples, foi estudado a interdependência existente entre a viscosidade plástica e aparente, volume do filtrado e os teores de carbonatos e bicarbonatos. Para a obtenção desta análise foi utilizado um computador IBM para processar os dados, o programa utilizado foi o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) (NIE et alli, 1975). O quadro a seguir (Q - 1)

relaciona o tipo de ajustamento, com a respectiva equação utilizada neste trabalho, onde x e y são respectivamente as variáveis independente e dependente, "B" a inclinação da reta e "A" a interseção com o eixo y . A significância da correlação verifica-se através do coeficiente de correlação (r) e do nível de significância (α). O coeficiente de correlação expressa o grau de relacionamento entre as duas variáveis. Se não existe correlação entre as duas variáveis, o coeficiente de correlação é zero. Por outro lado, se existe a correlação perfeita, o coeficiente de correlação é igual a ± 1 . O nível de significância é o valor que representa o nível para o qual a relação entre duas variáveis é significativo. Um resultado é significativo se a probabilidade calculada é menor do que 0,05 ou 5% e, altamente significativo se a probabilidade calculada é menor do que 0,01, ou seja, 1% Spiegel, (1970).

TIPO DA REGRESSÃO

EQUAÇÃO

Linear Simples

$Y = A + Bx$

Quadro Q - 1 - Tipo de Ajustamento
e sua Equação

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 - Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados obtidos nos ensaios reológicos (V.A., V.P. e V.F.) de dispersões de esmectitas dos tipos vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, e comparar os resultados com os valores especificados pela Petrobrás (1984) para uso como fluido de perfuração de poços de petróleo. Também foram determinados os teores de carbonatos e bicarbonatos que foram utilizados nos estudos estatísticos para verificação de sua influência na reologia das dispersões.

É especificado pela Petrobrás (1984) que o fluido do tipo 2, deve ter: I) a V.A. mínima de 15,0 cP; II) a V.P. mínima de ser de 6,0 cP; III) o V.F. máximo de 16,0 ml, após 30 min. de filtração. Estes valores são para uma concentração de 6,4% em argila esmectítica sódica. A pressão para o filtro prensa deve ser de 7,0 kgf/cm².

4.2 - Processo

4.2.1 - 1º. Processo

A Tabela 01, mostra os valores obtidos para a V.A., V.P. e V.F., teores de carbonatos e bicarbonatos, de dispersões de argilas esmectíticas, na forma natural, policatiônica, sem tratamento com carbonato de sódio.

Os valores obtidos para as propriedades reológicas das quatro amostras de argilas esmectíticas sem tratamento com Na_2CO_3 , contidos na Tabela 01, nos mostram que as argilas esmectíticas em estudo não se prestam para uso em perfuração de poços de petróleo em seu estado natural, como podemos observar: I) para a argila do tipo vermelha que apresentou V.A. muito baixa de 3,40 cP; V.P. baixa de 2,80 cP e V.F. alto de 45,00 ml; II) para a argila do tipo chocolate, que apresentou V.A. muito baixa de 2,90 cP; V.P. baixa de 1,50 cP e V.F. alto de 51,00ml; III) para a argila do tipo verde-escura que apresentou V.A. muito baixa de 3,30 cP; V.P. baixa de 2,50 cP e V.F. alto de 42,00 ml; IV) para a argila do tipo sortida que apresentou V.A. muito baixa de 4,70 cP; V.P. baixa de 3,00 cP e V.F. alto de 33,00 ml. Estes valores não satisfazem as especificações da Petrobrás (1984).

Os valores obtidos para os teores de carbonatos para as quatro amostras das argilas esmectíticas foram nulos e para os teores de bicarbonatos foram: 0,50; 0,60; 0,40 e 0,60 meq/l para as amostras dos tipos vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, respectivamente.

4.2.2 - 2º. Processo

Os resultados obtidos para as propriedades das quatro amostras de argilas esmectíticas, quando policatiônicas e tratadas com diferentes concentrações em meq de carbonato de sódio/100 g de argila e cura de 7 dias, nos mostram que algumas amostras apresentam excelentes resultados para algumas propriedades reológicas mas deficientes em outras propriedades reológicas, como podemos observar:

1) para a argila do tipo vermelha tratada com Na_2CO_3 , Tabela 02 e Figura 01 obtivemos: a) para a V.A. valores variando de 4,00 cP (10 meq) a 45,40 cP (100 meq) com comportamento crescente até quando tratamos as amostras com 100 meq/100 g de argila; aumentando a concentração de Na_2CO_3 no tratamento das amostras, obtivemos um comportamento decrescente; b) para a V.P., obtivemos valores variando de 4,30 cP (50 meq) à 0,50 cP (100 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de Na_2CO_3 no tratamento das amostras; c) para o V.F., obtivemos valores variando de 23,70 ml (10 meq) à 15,50 ml (40 meq) com comportamento inicialmente decrescente e passando a apresentar um comportamento praticamente constante quando tratamos as amostras com valores superiores a 40 meq/100g de argila.

Comparando estes valores obtidos da argila esmectítica do tipo vermelha, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou resultados que não satisfizeram as especificações, e que quando as amostras foram tratadas com 100 meq/100 g de argila de Na_2CO_3 , obtivemos o maior valor para a V.A. e o menor valor para a V.P., ou seja,

obtivemos uma dispersão com máxima floculação gel, e este ponto foi escolhido para que pudéssemos tratar as amostras com diferentes aditivos industriais com a finalidade de corrigir a reologia, isto é o que faremos na etapa 03 ou 3ª. Processo.

Para os teores de carbonatos obtivemos valores variando de 1,50 meq/l (10 meq) à 83,50 meq/l (200 meq) com comportamento crescente e para os teores de bicarbonatos obtivemos valores variando de 2,00 meq/l (10 meq) à 21,60 meq/l (200 meq) com comportamento crescente.

2) Para a argila do tipo chocolate, Tabela 03 e Figura 02, obtivemos: a) para a V.A. valores na faixa de 3,60 cP (10 meq) à 25,60 cP com comportamento crescente; b) para a V.P. valores na faixa de 4,30 cP (40 meq) à 0,50 cP (80 meq) com comportamento crescente quando iniciamos o tratamento com Na_2CO_3 (10, 20 e 40 meq) atingindo o valor máximo encontrado de 4,30 cP (40 meq) e apresentando uma queda deste valor para em torno de 1,00 cP com o aumento da quantidade de Na_2CO_3 no tratamento das amostras; c) para o V.F. obtivemos valores na faixa de 37,30 ml (10 meq) à 18,50 ml (50 meq) apresentando uma curva côncava.

Comparando estes valores obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou resultados que não satisfizeram as especificações, mas podemos observar que para a V.A. foram obtidos bons resultados quando tratamos as amostras com valores superiores a 40 meq/100 g de argila de Na_2CO_3 .

Esta amostra também apresentou um estado de floculação gel, quando a amostra foi tratada com 100 meq/100 g de argila, apresentando alta V.A. de 24,40 cP e baixa V.P. de 0,70 cP.

Para teores de carbonatos obtivemos valores na faixa de 0,70 meq/l (10 meq) à 87,70 meq/l (200 meq) com comportamento crescente e para os teores de bicarbonatos obtivemos valores na faixa de 2,10 meq/l (10 meq) à 18,00 meq/l (180 meq) com comportamento crescente, com o aumento da quantidade de Na_2CO_3 utilizado no tratamento das amostras.

3) Para a argila do tipo verde-escura, Tabela 04 e Figura 03, obtivemos: a) para a V.A. valores na faixa de 3,10 cP (10 meq) à 33,00 cP (100 meq) apresentando uma curva convexa com o maior valor a 100 meq/100 g de argila (33,00 cP); b) para a V.P. valores na faixa de 4,00 cP (20 meq) à 0,50 cP (100 meq) com comportamento inicialmente crescente e decrescente de 4,00 cP para 0,50 cP, passando a apresentar um comportamento praticamente constante em torno da 1,00 cP; c) para o V.F. valores na faixa de 25,00 ml (10 meq) à 15,00 ml (100 meq) com comportamento decrescente até quando tratamos as amostras com 100 meq/100 g de argila.

Comparando estes valores obtidos da argila esmectítica do tipo verde-escura, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou resultados que não satisfizeram as especificações. Nesta amostra também obtivemos a codição de máxima floculação gel, quando a amostra foi tratada com 100 meq/100 g de argila obtendo para a V.A. 33,00

cP e 0,50 cP para a V.P.

Para os teores de carbonato obtivemos valores na faixa de 1,00 meq/l (10 meq) à 95,00 meq/l (200 meq) com comportamento crescente e para os teores de bicarbonatos valores na faixa de 3,00 meq meq/l (10 meq) à 27,00 meq/l (180 meq) com comportamento crescente.

4) para a argila do tipo sortida, Tabela 05 e Figura 04, obtivemos: a) para a V.A. valores na faixa de 4,00 cP (10 meq) à 12,30 cP (80 meq) apresentando uma curva convexa, com o maior valor 12,30 cP (80 meq); b) para a V.P. valores na faixa de 2,30 cP (10 meq) à 5,00 cP (150 meq) com comportamento levemente crescente até quando a amostra foi tratada com 80 meq, e passando a apresentar um patamar constante de 5,00 cP até quando a amostra foi tratada com 150 meq; c) para o V.F. obtivemos valores na faixa de 49,70 ml (10 meq) à 19,70 ml (200 meq) com comportamento decrescente.

Comparando estes valores obtidos da argila esmectítica do tipo sortida, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou resultados que não satisfizeram as especificações.

Para os teores de carbonatos obtivemos valores na faixa de 2,00 meq/l (10 meq) à 75,50 meq/l (200 meq) com comportamento crescente e para os teores de bicarbonatos obtivemos valores na faixa de 2,00 meq/l (10 meq) à 20,00 meq/l (200 meq) com comportamento crescente.

Em resumo, observa-se que: I) para as argilas esmectí-
cas dos tipos vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, ob-

tivemos resultados que não satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984). Para estas argilas, ficou bem claro o ponto de máxima floculação gel, o qual foi correspondente ao tratamento da amostra com 100 meq/100 g de argila de Na_2CO_3 , apresentando uma máxima V.A. com uma mínima V.P.; II) os resultados obtidos para os quatro tipos de argilas esmectíticas nos mostram que: a) para a V.A. os valores em cP aumentaram com o tratamento das amostras com Na_2CO_3 em relação as amostras poliacrílicas; b) para a V.P. as argilas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, aumentaram os valores inicialmente mas com o aumento da quantidade de Na_2CO_3 no tratamento, os valores da V.P. diminuíram; para a argila do tipo sortida, a V.P., após tratamento com Na_2CO_3 aumentou seu valor e tornou de 2 cP e permanecendo neste patamar; c) para o V.F. todas as quatro tipos de argilas apresentaram redução em seus resultados, com o tratamento de Na_2CO_3 ; d) para os teores de carbonatos, os quatro tipos de argilas esmectíticas apresentaram um brusco crescimento de seus valores com o aumento da quantidade de Na_2CO_3 no tratamento das amostras, de 0,70 meq/l à 95 meq/l e d) para os teores de bicarbonatos os quatro tipos de argilas apresentaram um aumento de seus valores com o tratamento com Na_2CO_3 de 2,0 meq/l à 27,0 meq/l.

→TIRAR

Diante destes resultados, nota-se que não foram obtidos resultados reológicos satisfatórios para as argilas em estudo, mas que com a adição de 100 meq/100 g de argila, de Na_2CO_3 , obtivemos uma máxima floculação gel. Foi utilizada esta condição de tratamento para a realização do 3º processo com a fina-

lidade de obtermos resultados melhores e que satisfaçam as especificações da Petrobrás (1984).

4.2.3 - 3º. Processo

Nesta etapa do processo, iremos apresentar e discutir os resultados obtidos com o tratamento dispensado às amostras (corrigir a reologia das esmectitas sódicas floculadas gel), utilizando diversos aditivos industriais.

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, após o tratamento com pirofosfato de sódio, estão contidos nas Tabelas 06, 07, 08 e 09 e nas Figuras 05, 06, 07 e 08.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, Tabela 06 e Figura 05, apresentou: a) uma queda brusca nos valores da V.A. de 45,40 cP, quando ainda não tratada com pirofosfato de sódio, para 29,30 cP quando tratamos as amostras com 0,50 meq de pirofosfato de sódio e continuando nesta queda formando uma reta decrescente até quando tratada com 2,50 meq de pirofosfato de sódio, atingindo o valor de 16,90 cP, valor este superior ao mínimo especificado pela Petrobrás (1984) e permanecendo praticamente constante até quando a dispersão foi tratada com 5,0 meq de pirofosfato de sódio cujo valor é de 17,0 cP; a partir deste ponto podemos observar um ligeiro decréscimo na V.A. até atingir o último ponto obtido, quando a dispersão foi tratada com 10,0 meq de pirofosfato de sódio e obtendo o valor de 14,0 cP, valor abaixo do mínimo especificado pela

NÃO

Petrobrás (1984). b) A V.P. na argila do tipo vermelha, apresentou o valor de 0,50 cP quando não tratada com pirofosfato de sódio, valor este que está bem abaixo do mínimo especificado pela Petrobrás (1984). Quando a amostra foi tratada com 0,5 meq de pirofosfato de sódio, a dispersão apresentou uma brusca elevação do seu valor, atingindo o valor de 6,0 cP e permanecendo próximo deste valor até o último ponto da curva, o que satisfazem em parte as especificações da Petrobrás (1984) para a V.P. c) Para o V.F., as dispersões apresentaram um ligeiro decréscimo de 16,7 ml, sem pirofosfato de sódio, para 14,3 ml quando acrescentamos 0,5 meq de pirofosfato de sódio nas dispersões e permanecendo praticamente constante até o último ponto da curva, satisfazendo as especificações da Petrobrás (1984) para o V.F. d) Para os teores de carbonatos, as amostras apresentaram valores elevados de 28,30 meq/l (0,5 meq) com comportamento decrescente com o aumento do uso de pirofosfato de sódio até 13,50 meq/l (10,0 meq) último ponto da curva. e) Para os teores de bicarbonatos, as amostras apresentaram valores de 6,40 meq/l (0,5 meq) com comportamento crescente até atingir 19,50 meq/l (4,0 meq) com o aumento do uso de pirofosfato de sódio.

Comparando todos os valores reológicos obtidos da argila esmectítica do tipo vermelha tratada com pirofosfato de sódio, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila em alguns casos apresentou comportamento que satisfaz as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, Tabela 07 e Figura 06 apresentou: a) para a V.A. um comportamento decrescente com o uso do pirofosfato de sódio de 22,7 cP (0,5 meq) à 11,5 cP (5,0 meq); b) para a V.P. na argila esmectítica do tipo chocolate, obtivemos um valor muito baixo de 1,50 cP (1,0 meq) com comportamento crescente com o aumento do uso de pirofosfato de sódio, atingindo o valor de 5,0 cP (10,0 meq) no último ponto da curva; c) para o V.F., as amostras apresentaram um valor médio em torno de 19,00 ml; d) para os teores de carbonatos, as amostras apresentaram valores elevados em torno de 27,0 meq/l (0,5 meq) com comportamento irregular no início do tratamento com pirofosfato de sódio; e) para os teores de bicarbonatos, as amostras apresentaram comportamento crescente de 6,30 meq/l (1,0 meq) à 14,30 meq/l (10,0 meq) com o aumento do uso pirofosfato de sódio.

Comparando todos os valores reológicos obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com pirofosfato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, Tabela 08 e Figura 07 apresentou: a) V.A. de 17,10 cP (0,5 meq) com comportamento decrescente com uso de pirofosfato de sódio, atingindo 8,50 cP (10,0 meq) no último ponto da curva; b) V.P. baixa de 2,00 cP (0,50 meq) com o comportamento ligeiramente crescente, com o uso de pirofosfato de sódio, atingindo o valor 4,0 cP (3,0 meq) permanecendo constante até o último pon-

to da curva; c) V.F. com comportamento ligeiramente decrescente de 18,00 ml (1,5 meq) à 16,00 ml (5,0 meq); d) teores de carbonatos elevados na faixa de 40,50 meq/l (2,0 meq) à 27,00 meq/l (5,0 meq) com comportamento irregular com o aumento do uso do pirofosfato de sódio; e) teores de bicarbonatos com comportamento irregular de 13,10 meq/l (0,5 meq) à 10,50 meq/l (4,0 meq) e crescente até 20,00 meq/l (10,0 meq) o último ponto da curva.

Comparando todos os valores reológicos obtidos da argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratadas com pirofosfato de sódio, com as especificações da Petobrás (1984) podemos dizer que a argila sob as condições ensaiadas, apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) A argila Esmectítica do tipo sortida, mostrada na Tabela 09 e Figura 08 apresentou: a) V.A. baixa de 8,60 cP (0,5 meq) com comportamento decrescente com o tratamento de pirofosfato de sódio; b) V.P. de 5,0 cP (0,5 meq) com comportamento decrescente com o tratamento de pirofosfato de sódio, até o último ponto da curva de 3,50 cP (10,0 meq); c) V.F. alto de 20,70 ml (0,5 meq) com comportamento decrescente com o tratamento de pirofosfato de sódio, até o ponto de 17,70 ml (10,0 meq); d) teores de carbonatos elevados, na faixa de 23,50 meq/l (4,0 meq) à 12,70 meq/l (0,5 meq) com comportamento crescente com o aumento de pirofosfato de sódio; e) teores de bicarbonatos elevados, na faixa de 15,70 meq/l (4,0 meq) à 6,50 meq/l (5,0 meq) com comportamento irregular crescente com o aumento de pirofosfato de sódio.

Comparando todos os valores reológicos das amostras de argila esmectítica do tipo sortida, tratada com pirofosfato de sódio, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila sob as condições ensaiadas apresentou comportamento que não satisfez no seu todo, as especificações.

Em resumo, observou-se que: **I)** para a argila do tipo vermelha, os resultados obtidos para as propriedades reológicas pós tratamento com pirofosfato de sódio (0,5 e 1,0 meq) satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); **II)** para as argilas dos tipos chocolate, verde-escuro, e do tipo sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas, após o tratamento com pirofosfato de sódio, não satisfizeram todas as especificações da Petrobrás (1984); **III)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas, das 4 amostras, após tratamento com pirofosfato de sódio, quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com pirofosfato de sódio, mostram que houve: **a)** para as amostras dos tipos vermelha, chocolate e verde-escuro, uma melhoria das propriedades reológicas das dispersões, principalmente para à V.P.; **b)** para a amostra do tipo sortida, uma variação nas propriedades reológicas, melhorando os resultados do V.F. e piorando os resultados para as V.A. e V.P.; **IV)** para as argilas dos tipos vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, houve: **a)** um decréscimo no valor da V.A. com o tratamento de maiores quantidades de pirofosfato de sódio; **b)** um crescimento no valor da V.P. com o tratamento de quantidades crescentes de pirofosfato de sódio, exceto para a argila do tipo sortida que

apresentou comportamento inverso; V) com o tratamento com pirofosfato de sódio, os quatro tipos de argilas vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, apresentaram valores diferenciados para os teores de carbonatos, decrescente irregular para a argila do tipo vermelha, praticamente constante com leve declínio para a argila do tipo chocolate, irregular para a argila do tipo verde-escura e crescente para a argila do tipo sortida; VI) para os valores de bicarbonatos, as amostras dos tipos: a) vermelha e chocolate apresentaram um aumento nos seus valores com o tratamento de quantidades crescente de pirofosfato de sódio; b) verde-escura e sortida apresentaram comportamento irregular até um determinado ponto da curva (5,0 meq), passando a apresentar comportamento crescente com o aumento da quantidade de pirofosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

Esses aumentos provavelmente (*) seriam devido a formação de carbonatos ácidos de cálcio e magnésio, formados após a troca com o carbonato de sódio, e essa irregularidade no crescimento do bicarbonato, talvez (**) seja devido a decomposição desses bicarbonatos, já que são instáveis, em carbonatos.

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com silicato de sódio, estão contidos nas Tabelas de 10, 11, 12 e 13 e nas Figuras de 09, 10, 11 e 12.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, Tabela 10 e Figura 09, apresentou: a) V.A alta, na faixa de 33,00 cP

(1,0 meq) à 24,30 cP (20,0 meq) com comportamento decrescente predominante na curva; **b)** V.P. na faixa de 1,3 cP (6,0 meq) à 7,50 cP (30,0 meq) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **c)** V.F. praticamente inalterado, em torno de 16,00 ml; **d)** teores de carbonatos na faixa de 17,50 meq/l (4,0 meq) à 27,50 meq/l (30,0 meq) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 2,00 meq/l (1,0 meq) à 13,50 meq/l (4,0 meq) com comportamento irregular com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos da argila do tipo vermelha tratada com silicato de sódio (30,0 meq) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou em um ponto comportamento que satisfaz as especificações.

(*) (**) - Como diz Ferreira, a não estequiometria das reações existentes, a complexidade dos fatores envolvidos, e, finalmente devido as limitações existentes durante a realização deste trabalho, prefere-se utilizar os termos "**provavelmente**" e "**talvez**", quando da modelagem da fenomenologia observada no decorrer desta pesquisa. Também o uso destes termos não descarta a possibilidade da existência de outras hipóteses que eventualmente possam ter sido suficientemente esclarecida na conceituação teórica e na parte experimental, posteriormente desenvolvida.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com silicato de sódio, Tabela 11 e Figura 10 apresentou: **a)** V.A. apresentando uma queda brusca com o início do tratamento com o silicato de sódio de 24,40 cP (0,0 meq) para 18,30 cP (1,0 meq) voltando ao patamar anterior com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras e permanecendo em torno de 25,00 cP (6,0 meq) até o final da curva; **b)** Na V.P. apresentou um rápido aumento de 0,70 cP (0,0 meq) para 3,5 cP (1,0 meq) com o tratamento de silicato de sódio, continuando a crescer até 4,30 cP (3,0 meq) para depois apresentar uma queda até 1,30 cP (10,0 meq) voltando a crescer novamente até 5,30 cP (30,0 meq) ou seja: apresentou curva côncava; **c)** V.F. na faixa de 19,70 ml, (2,0 meq) à 22,50 ml (10,0 meq) com comportamento praticamente inalterado; **d)** teores de carbonatos na faixa de 7,30 meq/l (2,0 meq) à 27,30 meq/l (30,0 meq) com comportamento decrescente, crescente e constante ao longo da reta; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 1,50 meq/l (1,0 meq) à 37,50 meq/l (8,0 meq) com comportamento irregular ao longo da curva.

Comparando todos os valores reológicos da argila do tipo chocolate, tratada com silicato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro tratada com silicato de sódio, Tabela 12 e Figura 11 apresentou: **a)** V.A. elevada, na faixa de 30,50 cP (3,0 meq) à 21,70 cP (30,0 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade

de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. baixa, na faixa de 0,70 cP (4,0 meq) à 3,0 cP (30,0 meq) com comportamento crescente ao longo da curva; **c)** V.F. na faixa de 18,00 ml (3,0 meq) à 15,70 ml (30,0 meq) com comportamento ligeiramente decrescente ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos na faixa de 30,50 meq/l (2,0 meq) à 36,50 meq/l (30,0 meq) com comportamento crescente de 21,0 meq/l (0,0 meq) à 36,30 meq/l (4,0 meq) e praticamente constante de 36,30 meq/l (4,0 meq) à 36,50 meq/l (30,0 meq); **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 4,30 meq/l (1,0 meq) à 18,30 meq/l (30,0 meq) com comportamento ligeiramente crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos, obtidos da argila do tipo verde-escura, tratada com silicato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, Tabela 13 e Figura 12 apresentou: **a)** V.A. baixa, na faixa de 7,70 cP (1,0 meq) à 9,40 cP (30,0 meq) com comportamento sensivelmente crescente com o tratamento de silicato de sódio; **b)** V.P. na faixa de 4,70 cP (3,0 meq) à 6,70 cP (30,0 meq) com comportamento levemente crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **c)** V.F. alto, na faixa de 21,30 ml (1,0 meq) à 19,00 ml (30,0 meq) com comportamento levemente decrescente ao longo da curva; **d)** teo-

res de carbonatos altos, na faixa de 18,0 meq/l (2,0 meq) à 30,70 meq/l (20,0 meq) com comportamento crescente ao longo da curva; e) teores de bicarbonatos na faixa de 4,70 meq/l (4,0 meq) à 26,0 meq/l (20,0 meq) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos da argila do tipo sortida, tratada com silicato de sódio, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

Em resumo, observou-se que: **I)** para a argila do tipo vermelha, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com silicato de sódio no ponto (30,0 meq) satisfaz as especificações da Petrobrás (1984); **II)** para as argilas do tipo chocolate, verde-escura e sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas, após tratamento com silicato de sódio, não satisfizeram todas as especificações da Petrobrás (1984); **III)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos quatro tipos de argilas, após tratamento com silicato de sódio, quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05 ou seja, sem tratamento com silicato de sódio, mostram que houve: **a)** para as amostras das argilas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, uma melhoria de suas propriedades reológicas, principalmente no que diz respeito a V.P.; **b)** para as amostras da argila do tipo sortida, uma permanência nos seus valores, ou seja, as propriedades reológicas permaneceram praticamente constante; **IV)** para as

argilas dos tipos vermelha e verde-escura, houve um decréscimo da V.A. e um crescimento da V.P.; V) para a argila do tipo chocolate, houve um crescimento da V.P.; VI) o tratamento com silicato de sódio nos quatro tipos de argilas; vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, apresentou valores diferenciados para os teores de carbonatos, sendo crescente para as argilas dos tipos vermelha e sortida, crescente e constante para a argila do tipo verde-escura e irregular, ou seja, decrescente, crescente e constante para a argila do tipo chocolate; VII) para os valores dos teores de bicarbonatos as amostras das argilas dos tipos verde-escura e sortida, apresentaram valores crescentes com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras e as argilas vermelha e chocolate apresentavam valores irregulares com o aumento da quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com silicato de sódio, houve uma melhoria nas suas propriedades reológicas, mas ainda não é suficiente para atender as especificações da Petrobrás (1984).

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com hexametáfosfato de sódio, estão contidos nas Tabelas 14, 15, 16 e 17 e nas Figuras 13, 14, 15 e 16.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com hexametáfosfato de sódio, Tabela 14 e Figura 13 apresen-

to: **a)** V.A. na faixa de 25,0 cP (1,5 meq) à 10,60 cP (8,0 meq) com comportamento decrescente, apresentando uma brusca queda de valor quando adicionamos 1,0 meq de hexametáfosfato de sódio de 45,40 cP (0,0 meq) para 18,60 cP (1,0 meq); **b)** V.P. na faixa de 6,0 cP (2,0 meq) à 8,30 cP (4,0 meq) com comportamento praticamente constante, apresentando uma rápida elevação em seu valor quando tratada com 1,0 meq de hexametáfosfato de sódio, de 0,5 cP (0,0 meq) para 7,30 cP (1,0 meq); **c)** V.F. na faixa de 10,70 ml (2,0 meq) à 12,50 cP (10,0 meq) com comportamento quase constante ao longo da curva, apresentando um rápido decréscimo em seu valor quando tratamos a amostra com 1,0 meq de hexametáfosfato de sódio, de 16,70 ml (0,0 meq) para 11,0 ml (1,0 meq); **d)** teores de carbonatos na faixa de 19,70 meq/l (4,0 meq) à 13,50 meq/l (5,0 meq) com comportamento irregular decrescente ao longo da curva, apresentando rápida queda no seu valor quando tratamos as amostras com 1,0 meq de hexametáfosfato de sódio, de 23,0 meq/l (0,0 meq) para 16,30 meq/l (1,0 meq); **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 4,5 meq/l (1,0 meq) à 17,0 meq/l (4,0 meq) com comportamento irregular crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila do tipo vermelha tratadas com hexametáfosfato de sódio (1,0 à 4,0 meq) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfaz as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com hexametáfosfato de sódio, Tabela 15 e Figura 14 apresentou: **a)** V.A. na faixa de 16,90 cP (1,0 meq) à 7,60 cP (10,0 meq) com comportamento decrescente ao longo da curva, com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 2,30 cP (1,0 meq) à 4,70 cP (8,0 meq) com comportamento praticamente constante ao longo da curva, apresentando uma rápida elevação no seu valor quando tratamos as amostras com 1,5 meq de hexametáfosfato de sódio de 0,70 cP (0,0 meq) para 4,0 cP; **c)** V.F. em torno de 18,0 ml (1,0 meq) com comportamento praticamente contínuo ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos na faixa de 17,30 meq/l (5,0 meq) à 37,50 meq/l (1,0 meq) apresentando uma curva irregular; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 14,0 meq/l (10,0 meq) à 27,50 meq/l (4,0 meq) com comportamento crescente quando tratada até 4,0 meq e irregular até o final da curva.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila do tipo chocolate tratada com hexametáfosfato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila do tipo chocolate apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

3) Argila esmectítica do tipo verde-escura, Tabela 16 e Figura 15 apresentou: **a)** V.A. na faixa de 22,70 cP (1,0 meq) à 9,50 cP (10,0 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 1,70 cP (1,0 meq)

à 4,50 cP (10,0 meq) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **c)** V.F. na faixa de 15,50 ml (1,0 meq) à 13,70 ml (10,0 meq) com comportamento levemente decrescente ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos na faixa de 35,50 meq/l (1,0 meq) à 17,70 meq/l (6,0 meq) com comportamento irregular decrescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 26,70 meq/l (2,0 meq) à 7,50 meq/l (10,0 meq) com comportamento irregular ao longo da curva.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo verde-escuro tratadas com hexametáfosfato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) argila esmectítica do tipo sortida, Tabela 17 e Figura 16 apresentou: **a)** V.A. baixa, na faixa de 9,70 cP (1,0 meq) à 5,70 cP (10,0 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 8,0 cP (2,0 meq) à 4,30 cP (10,0 meq) com comportamento praticamente constante, apresentando um ponto acima da reta, 8,00 cP (2,00 meq), e dois pontos abaixo da reta 4,00 cP (8,0 meq) e 4,30 cP (10,0 meq); **c)** V.F. na faixa de 14,30 ml (1,0 meq) à 18,0 ml (3,0 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade do hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; **d)** teores de carbonatos na faixa de 21,70 meq/l (1,0

meq) à 16,50 meq/l (8,0 meq) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras; e) teores de bicarbonatos na faixa de 1,50 meq/l (1,5 meq) à 16,50 meq/l (8,0 meq) com comportamento irregular crescente ao longo da curva.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo sortida tratada com hexametáfosfato de sódio com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

Em resumo, observou-se que: I) para as argilas do tipo vermelha, alguns resultados obtidos com as propriedades reológicas, após tratamento com hexametáfosfato de sódio, satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984). Para a argila do tipo vermelha os resultados obtidos para a V.A. quando tratamos as amostras com quantidades superiores a 4,0 meq, são inferiores ao mínimo especificado pela Petrobrás (1984); II) para as argilas dos tipos chocolate, verde-escura e sortida, os resultados obtidos para propriedades reológicas após tratamento com hexametáfosfato de sódio, não satisfizeram todas as especificações da Petrobrás (1984). Para as argilas do tipo sortidas as V.A. e V.P. não atingiram o mínimo especificado pela Petrobrás (1984). Para o V.F. obtivemos valores que satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); III) os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos quatro tipos de argila, após tratamento com hexametáfosfato de sódio, quando

comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com hexametáfosfato de sódio, mostraram que houve uma melhoria de suas propriedades reológicas, quando comparamos com o todo, ou seja, com todas as propriedades reológicas; **IV)** para os quatro tipos das argilas esmectíticas, houve um decréscimo da V.A.; **V)** para os tipos das argilas vermelha, chocolate e verde-escuro, houve um crescimento na V.P. e para a argila do tipo sortida, os resultados praticamente permaneceram em torno de 5,50 cP; **VI)** para as argilas dos tipos vermelha e sortida, houve um decréscimo no V.F.; **VII)** o tratamento com hexametáfosfato de sódio nas argilas dos tipos vermelha, verde-escuro e sortida para os teores de carbonatos apresentaram comportamento decrescente, enquanto a argila do tipo chocolate apresentou comportamento crescente irregular; **VIII)** para os valores de bicarbonatos, as amostras das argilas do tipo vermelha e sortida apresentaram valores crescentes e irregulares com o aumento da quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras e a argila do tipo verde-escuro apresentou valores irregulares ao longo da curva.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com hexametáfosfato de sódio, houve uma melhoria nas suas propriedades reológicas.

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com silicato de sódio industrial, estão contidos nas Tabelas 18, 19, 20 e 21 e nas Figuras 17, 18, 19 e 20.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com silicato de sódio industrial, Tabela 18 Figura 17, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 15,70 cP (0,1 ml) à 7,40 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. alta, na faixa de 10,00 cP (0,3 ml) à 5,50 cP (3,0 ml) com comportamento levemente decrescente, ao longo da curva; **c)** V.F. na faixa de 13,50 ml (0,1 ml) à 17,00 ml (2,5 ml) com comportamento crescente ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 19,70 meq/l (0,5 ml) à 85,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 7,50 meq/l (0,2 ml) à 118,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente ao longo da curva.

Comparando-se todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo vermelha tratada com silicato de sódio industrial com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou algum comportamento que satisfizes as especificações.

2) Argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com silicato de sódio industrial, Tabela 19 Figura 18, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 20,30 cP (0,1 ml) à 5,50 cP (2,5 ml) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 3,30 cP (0,1 ml) à 7,50 cP (0,4 ml) com

comportamento crescente quando tratamos as amostras com 0,1 ml à 0,4 ml de silicato de sódio industrial e decrescente quando tratamos as amostras com valores superiores a 0,4 ml de silicato de sódio industrial; c) V.F. alto, na faixa de 20,30 ml (0,1 ml) à 26,50 ml (2,0 ml) com comportamento crescente; d) teores de carbonatos alto, na faixa de de 21,50 ml (0,3ml) à 66,70 ml (2,5 ml) com comportamento crescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 4,00 meq/l (0,1 ml) à 85,50 meq/l (2,0 ml) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para a argila do tipo chocolate, tratada com silicato de sódio industrial, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com silicato de sódio industrial, Tabela 20, e Figura 19, apresentou: a) V.A. na faixa de 26,30 cP (0,1 ml) à 5,50 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras; b) V.P. na faixa de 2,70 cP (0,1 ml) à 7,70 cP (1,0 ml) com comportamento crescente até quando tratamos as amostras com 1,0 ml de silicato de sódio industrial; c) V.F. na faixa de 15,00 ml (0,1 ml) à 21,30 ml (2,0 ml) com comportamento crescente; d) teores de carbonatos altos, na faixa de 28,30 meq/l (0,1 ml) à 112,00 meq/l (2,0 ml) com comportamento

crescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 11,30 meq/l (0,3) à 146,00 meq/l (2,0 ml) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras .

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras da argila do tipo verde-escuro, tratadas com silicato de sódio industrial, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, tratada com silicato de sódio industrial, Tabela 21, e Figura 20, apresentou: a) V.A. na faixa de 8,40 cP (0,3 ml) à 4,70 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras; b) V.P. na faixa de 5,50 cP (0,1 ml) à 3,0 cP (2,0 ml) com comportamento levemente decrescente ao longo da curva; c) V.F. alto, na faixa de 19,0 ml (0,1 ml) à 28,30 ml (2,0 ml) com comportamento levemente crescente ao longo da curva; d) teores de carbonatos altos, na faixa de 22,00 meq/l (0,3 ml) à 109,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente; e) teores de bicarbonatos altos na faixa de 14,50 meq/l (0,3 ml) à 173,50 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras da argila do tipo sortida, tratadas com silicato de sódio industrial, com as especificações da Petrobrás (1984)

podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfiz as especificações.

Em resumo, observou-se que: **I)** para a argila de cor vermelha, os resultados obtidos após tratamento com silicato de sódio industrial até uma determinada quantidade 0,4 ml satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); **II)** para as argilas dos tipos chocolate, verde-escuro e sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com silicato de sódio industrial, não satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); **III)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas, das amostras das argilas dos tipos vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, após tratamento com silicato de sódio industrial, quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com silicato de sódio industrial, mostram que houve, para as amostras das argilas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escuro, uma melhoria das propriedades reológicas das dispersões, principalmente para a V.P., e para as amostras da argila do tipo sortida, houve um decréscimo nos valores da V.A. após tratamento com silicato de sódio industrial; **IV)** para os quatro tipos de argila, houve um decréscimo na V.A.; **V)** para as amostras das argilas dos tipos vermelha e sortida houve um decréscimo nos valores da V.P. e um crescimento para as argilas dos tipos chocolate e verde-escuro; **VI)** para os quatro tipos de argila, houve um crescimento nos valores do V.F.; **VII)** para os quatro tipos de argila, houve um crescimento, tanto nos valores dos teores de carbonato como nos valores dos teores de

bicarbonatos.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com silicato de sódio industrial, houve uma melhoria nas suas propriedades reológicas exceto para a argila do tipo sortida.

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com fosfato dissódico, estão contidos nas Tabelas 22, 23, 24 e 25 e nas Figuras 21, 22, 23 e 24.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com fosfato dissódico, Tabela 22 e Figura 21, apresentou: **a)** V.A na faixa de 17,90 cP (0,1 g) à 15,40 cP (1,5 g) com comportamento levemente decrescente, com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 7,00 cP (0,2 g) à 5,30 cP (3,0 g) com comportamento levemente decrescente; **c)** V.F. na faixa de 15,30 ml (0,3 g) à 10,10 ml (3,0 g) com comportamento decrescente; **d)** teores de carbonatos na faixa de 13,00 meq/l (1,0 g) à 21,00 meq/l (3,0 g) com comportamento inicialmente irregular, mudando para o comportamento constante no meio da curva; **v)** teores de bicarbonatos na faixa de 9,50 meq/l (0,2 g) à 106,00 meq/l (3,0 g) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para a argila do tipo vermelha, tratada com fosfato dissódico, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou algum comportamento que satisfizes as especi-

cações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com fosfato dissódico, Tabela 23 e Figura 22, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 16,50 cP (0,1 g) à 11,40 cP (2,5g), com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 5,50 cP (0,2 g) à 3,70 cP (1,5 g) com comportamento decrescente; **c)** V.F. em torno de 17,50 ml (0,4 g) com comportamento constante ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos na faixa de 15,00 meq/l (0,2 g) à 35,70 meq/l (1,5 g) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos altos, na faixa de 12,70 meq/l (0,1 g) à 201,00 meq/l (2,5 g) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para a argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com fosfato dissódico, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escura, tratada com fosfato dissódico, Tabela 24 e Figura 23, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 21,70 cP (0,1 g) à 15,30 cP (2,0 g) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 6,30 cP (0,4 g) à 2,50 cP (2,5 g) com comportamento inicialmente crescente até quando tratamos a amostra com 0,4 g de fosfato dissódico e decrescente a medida que aumen-

tou a quantidade de fosfato dissódico no tratamento das amostras; **c)** V.F. na faixa de 14,30 ml (0,5 g) à 20,50 ml (2,5 g) com comportamento crescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 19,70 meq/l (0,1 g) à 34,00 meq/l (0,4 g) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos altos, na faixa de 18,70 meq/l (0,5 g) à 125,50 (meq/l) (2,5 g) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras. Comparando os valores obtidos das amostras da argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com fosfato dissódico, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, tratada com fosfato dissódico, Tabela 25 e Figura 24 apresentou: **a)** V.A. baixa, na faixa de 11,00 cP (0,5 g) à 8,40 cP (2,5 g) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 6,30 cP (0,2 g) à 4,70 cP (2,5 g) com comportamento decrescente; **c)** V.F. na faixa de 13,30 ml (0,2 g) à 20,50 ml (2,5 g) com comportamento crescente; **d)** teores de carbonatos na faixa de 15,70 meq/l (0,2 g) à 30,70 meq/l (2,0 g) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos altos, na faixa de 22,30 meq/l (0,2 g) à 192,70 meq/l (2,5 g) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras.

Comparando os valores obtidos das amostras da argila esmectítica do tipo sortida, tratada com fosfato dissódi-

co, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

Em resumo observou-se que: **I)** para a argila do tipo vermelha, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com fosfato dissódico, satisfizeram em parte as especificações da Petrobrás (1984); **II)** para as argilas dos tipos chocolate, verde-escura e sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com fosfato dissódico, não satisfizeram todas as especificações da Petrobrás (1984); **III)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos quatro tipos das argilas esmectíticas, após tratamento com fosfato dissódico, quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04, e 05, ou seja, sem tratamento com fosfato dissódico, mostram que houve uma melhoria em suas propriedades reológicas, principalmente no que diz respeito a V.P.; **IV)** para os quatro tipos de argilas esmectíticas houve um decréscimo na V.A. e um crescimento na V.P.; **V)** para as argilas esmectíticas dos tipos vermelha e sortida, houve um decréscimo no V.F. e as argilas esmectíticas dos tipos chocolate e verde-escura, os resultados do V.F. praticamente permaneceram constantes; **VI)** o tratamento com fosfato dissódico nos quatro tipos de argilas esmectíticas, vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, apresentou resultados similares para os teores de carbonatos e teores de bicarbonatos, observando as Figuras 21, 22, 23 e 24, podemos observar curvas semelhantes com valores crescentes de carbonatos e bicarbona-

tos bastante altos.

Podemos concluir que com o tratamento das amostras com fosfato dissódico, houve uma melhora significativa para todos os quatro tipos de argilas esmectíticas e que a do tipo vermelha, satisfaz em parte as especificações da Petrobrás (1984).

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com Disperlan-1, estão contidos nas Tabelas 26, 27, 28 e 29 e Figuras 25, 26, 27 e 28.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com Disperlan-1, Tabela 26 e Figura 25, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 19,90 cP (0,1 ml) à 7,70 cP (2,5 ml) com comportamento decrescente com o aumento da quantidade de Disperlan-1, utilizado no tratamento das amostras. Podemos observar que quando as amostras foram tratadas com 0,1 ml de Disperlan-1, os resultados da V.A. sofreram uma queda brusca de seu valor quando comparado com os valores das amostras sem tratamento com Disperlan-1 (45,40 cP); **b)** V.P. na faixa de 9,70 cP (0,2 ml) à 5,30 cP (1,0 ml) com comportamento decrescente; também podemos observar uma brusca elevação no valor da V.P. de 0,50 cP (0,0 ml) para 8,70 cP (0,1 ml) quando iniciamos o tratamento das amostras com Disperlan-1; **c)** V.F. na faixa de 15,00 ml (0,2 ml) à 10,50 ml (3,0 ml) com comportamento levemente decrescente; **d)** teores de carbonatos na faixa de 14,70 meq/l (0,1 ml) à 24,00 meq/l (2,5 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 3,00 meq/l (0,2 ml) à

49,50 meq/l (2,5 ml) com comportamento crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras de argila esmectítica do tipo vermelha, tratadas com polieletrólito Disperlan-1, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila sob as condições ensaiadas, apresentou comportamentos que satisfizeram em parte as especificações.

2) A argila do tipo chocolate, quando tratada com Disperlan-1, tabela 27 e figura 26 apresentou: **a)** V.A. na faixa de 25,30 cP (0,1 ml) à 5,60 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente, apresentando um decréscimo brusco, quando tratamos a amostra com 0,5 ml de Disperlan-1 e passando a apresentar um suave decréscimo com o aumento da quantidade de Disperlan-1 utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. na faixa de 12,30 cP (0,2 ml) à 4,00 cP (3,0 ml) com comportamento inicialmente crescente, até quando tratamos as amostras com 0,2 ml de Disperlan-1, passando para decrescente com o aumento da quantidade de Disperlan-1 utilizado no tratamento das amostras; **c)** V.F. na faixa de 19,30 ml (0,1 ml) à 13,00 ml (3,0 ml) com comportamento decrescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 23,30 meq/l (0,1 ml) à 31,70 meq/l (1,5 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 4,5 meq/l (0,5 ml) à 65,30 meq/l (2,5 ml) com comportamento crescente a partir de quando tratamos as amostras com quantidades superiores a 0,5 ml de Disperlan-1.

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras de argila esmectítica do tipo chocolate, tratadas com

o polieletrólito Disperlan-1, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila, sob as condições ensaiadas, apresentou alguns valores de acordo com as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, quando tratada com Disperlan-1, Tabela 28 e Figura 27 apresentou: **a)** V.A. na faixa de 26,30 cP (0,1 ml) à 4,40 cP (2,5 ml) com comportamento decrescente; **b)** V.P. na faixa de 12,30 cP (0,2 ml) à 3,0 cP (2,5 ml) com comportamento decrescente; **c)** V.F. na faixa de 14,50 ml (0,5 ml) à 11,00 ml (0,3 ml) com comportamento levemente decrescente; **d)** teores de carbonatos na faixa de 21,00 meq/l (0,1 ml) à 39,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento irregular; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 1,70 meq/l (0,1 ml) à 73,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras de argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratadas com o polieletrólito Disperlan-1, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila sob as condições ensaiadas, apresentou alguns valores de acordo com as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, quando tratada com Disperlan-1, Tabela 29 e Figura 28 apresentou: **a)** V.A. na faixa de 15,50 cP (0,1 ml) à 4,60 cP (2,5 ml) com comportamento levemente decrescente; **b)** V.P. na faixa de 8,30 cP (0,1 ml) à 2,30 cP (1,5 ml) com comportamento levemente decrescente; **c)** V.F. na faixa de 18,50 ml (0,3 ml) à 15,30 ml

(2,5 ml) com comportamento sensivelmente decrescente; **d)** teores de carbonatos, na faixa de 15,70 meq/l (0,4 ml) à 25,30 meq/l (0,3 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 7,0 meq/l (0,2 ml) à 132,70 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos das amostras de argila esmectítica do tipo sortida, quando tratada com Disperlan-1, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila sob as condições ensaiadas, apresentou comportamento que não satisfiz as especificações.

Em resumo, observou-se que: **I)** para as argilas esmectíticas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, os resultados obtidos para as propriedades reológicas, após tratamento com Disperlan-1, satisfizeram em parte as especificações da Petrobrás (1984). **II)** para a argila esmectítica do tipo sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com Disperlan-1 não satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); **III)** As condições ensaiadas que satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984) foram: **a)** para a argila esmectítica do tipo vermelha quando as amostras foram tratadas com 0,1 e 0,2 ml de Disperlan-1; **b)** para a argila esmectítica do tipo chocolate, quando as amostras foram tratadas com 0,2 e 0,3 ml de Disperlan-1 e **c)** para a argila esmectítica do tipo verde-escura quando as amostras foram tratadas com 0,2 e 0,3 ml de Disperlan-1; **IV)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas das quatro amostras, após tratamento com Disperlan-1, quando comparados com os resulta-

dos das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com Disperlan-1, mostram que houve uma melhoria das propriedades reológicas; **V)** os resultados obtidos para a V.A. das quatro amostras, apresentou valores decrescentes nos seus resultados, com o aumento das quantidades de Disperlan-1 utilizado no tratamento das amostras; **VI)** os resultados obtidos para a V.P. das amostras da argila do tipo vermelha apresentavam valores em torno de 6,0 cP; sortida, apresentaram comportamento decrescente, e dos tipos chocolate e verde-escuro apresentaram comportamento inicialmente crescente, com os primeiros tratamentos com 0,1 e 0,2 ml para apresentar um comportamento decrescente até o final do tratamento das amostras (3,0 ml); **VII)** os resultados obtidos para o V.F. das quatro amostras, apresentaram comportamento decrescente nos seus resultados com o aumento da quantidade de Disperlan-1 utilizado no tratamento das amostras; **VIII)** os resultados obtidos para os teores de carbonato dos quatro tipos de argila esmectítica, após tratamento com Disperlan-1, apresentaram comportamento crescente; **IX)** os resultados obtidos para os teores de bicarbonato dos quatro tipos de argilas esmectíticas em estudo, após tratamento com Disperlan-1, apresentaram comportamento crescente.

Diante deste resultado podemos dizer que a faixa ideal para tratamento com Disperlan-1 é de 0,1 ml à 0,3 ml.

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, após tratamento com CMC (Bonial/BBV-ADS) estão contidos nas Tabelas 30, 31, 32 e

33 e nas Figuras 29, 30, 31 e 32.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha tratada com CMC (Bonial/BBV-ADS) Tabela 30 e Figura 29, apresentou: a) V.A. alta, na faixa de 63,30 cP (1,0 g) à 150,00 cP (4,5 ml) com comportamento crescente; b) V.P. alta, na faixa de 19,50 cP (1,0 g) à 54,50 cP (4,20 g) com comportamento crescente; c) V.F. baixo, na faixa de 9,00 ml (1,0 g) à 7,00 ml (5,0 g) com comportamento sensivelmente decrescente; d) teores de carbonatos na faixa de 18,30 meq/l (1,0 g) à 10,00 meq/l (4,5 g) com comportamento decrescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 20,00 meq/l (1,0 g) à 3,00 meq/l (2,5 g) com comportamento irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras de argila esmectítica do tipo vermelha, tratadas com diferentes concentrações de CMC (Bonial/BBV-ADS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila esmectítica do tipo vermelha apresentou algum comportamento que satisfizesse as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com CMC (Bonial/BBV-ADS) Tabela 31 e Figura 30, apresentou: a) V.A. alta na faixa de 51,00 cP (1,0 g) à 127,30 cP (5,0 g) com comportamento crescente; b) V.P. alta, na faixa de 12,70 cP (1,0 g) à 50,50 cP (5,0 g) com comportamento crescente; c) V.F. na faixa de 11,00 ml (1,0 g) à 8,00 ml (3,5 g) com comportamento sensivelmente decrescente; d) teores de carbonatos na faixa de 18,70 meq/l (2,5 g) à 11,00 meq/l (5,0 g) com com-

portamento decrescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 15,30 meq/l (4,2 g) à 28,50 meq/l (4,5 g) com comportamento irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras de argila esmectítica do tipo chocolate, tratadas com diferentes concentrações de CMC (Bonial/BBV-ADS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila esmectítica do tipo chocolate apresentou algum comportamento que satisfiz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escura, tratada com CMC (Bonial/BBV-ADS) Tabela 32 e Figura 31, apresentou:

- a) V.A. alta, na faixa de 31,50 cP (1,0 g) à 105,40 cP (5,0 g) com comportamento crescente com o aumento da quantidade de CMC (Bonial/BBV-ADS) utilizado no tratamento das amostras;
- b) V.P. alta, na faixa de 8,30 cP (1,0 g) à 50,30 cP (5,0 g) com comportamento crescente;
- c) V.F. baixo, na faixa de 10,50 ml (1,0 g) à 7,50 ml (4,5 g) com comportamento sensivelmente decrescente;
- d) teores de carbonatos na faixa de 26,50 meq/l (1,0 g) à 10,00 meq/l (4,5 g) com comportamento decrescente;
- e) teores de bicarbonatos na faixa de 13,50 meq/l (2,0 g) à 22,50 meq/l (4,2 g) com comportamento crescente irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras de argila esmectítica do tipo verde-escura, tratadas com CMC (Bonial/BBV-ADS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila esmectítica do tipo

verde-escuro, apresentou comportamento que satisfizes as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida tratada com CMC (Bonial/BBV-ADS) Tabela 33 e Figura 32, apresentou: **a)** V.A. alta, na faixa de 29,60 cP (1,0 g) à 103,10 cP (5,0 g), com comportamento crescente com o aumento da quantidade de CMC (Bonial/BBV-ADS) utilizado no tratamento das amostras; **b)** V.P. alta, na faixa de 13,70 cP (1,0 g) à 55,70 cP (5,0 g) com comportamento crescente; **c)** V.F. baixo, na faixa de 12,50 ml (1,0 g) à 8,50 ml (5,0 g), com comportamento sensivelmente decrescente; **d)** teores de carbonatos na faixa de 16,00 meq/l (12,0 g) à 12,70 meq/l (4,2 g) com comportamento sensivelmente decrescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 24,00 meq/l (1,0 g) à 12,70 meq/l (5,0 g) com comportamento decrescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras de argila esmectítica do tipo sortida, tratadas com CMC (Bonial/BBV-ADS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila esmectítica do tipo sortida apresentou comportamento que satisfizes as especificações.

Em resumo, observou-se que: **I)** para as argilas esmectíticas dos tipos vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas, após tratamento com CMC (Bonial/BBV-ADS) satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984). **II)** Os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos quatro tipos de argilas, após tra-

tamento com CMC (Bonial/BBV-ADS) quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com CMC (Bonial/BBV-ADS) mostraram que houve uma melhoria das propriedades reológicas das amostras; **III**) para os quatro tipos de argilas quando tratadas com CMC (Bonial/BBV-ADS) houve um crescimento na V.A. e na V.P. e um decréscimo na V.F.; **IV**) para os tipos de argilas esmectíticas em estudo, houve de uma maneira geral um decréscimo nos resultados dos teores de carbonatos exceto para a chocolate que apresentou comportamento irregular; **V**) para os teores de bicarbonatos, a argila esmectítica do tipo: **a**) vermelha apresentou comportamento irregular; **b**) chocolate e verde-escura, apresentaram comportamento crescente irregular e **c**) a sortida apresentou comportamento decrescente irregular.

Diante destes resultados, podemos dizer que quando tratamos as amostras das argilas em estudo com CMC (Bonial/BBV-ADS) na faixa de 1,0 - 5,0 g obtivemos excelentes resultados, satisfazendo todas as especificações da Petrobrás (1984).

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonato e bicarbonato, após tratamento com CMC (Bonial/M-110-AS) estão contidos nas Tabelas 34, 35, 36 e 37 e nas Figuras 33, 34, 35 e 36.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com (Bonial/M-110-AS) Tabela 34 e Figura 33, apresentou: **a**) V.A. alta, na faixa de 83,50 cP (1,0 g) à 150,00 cP (3,0 g) com comportamento crescente, até quando tratamos as amostras

com 3,0 g de CMC (Bonial/M-110-AS) passando a partir deste ponto a apresentar um comportamento constante, ou seja, um patamar a 150,00 cP quando tratamos as amostras com quantidade superior a 3,0 g de CMC (Bonial/M-110-AS); **b) V.P. alta**, na faixa de 22,00 cP (1,0 g) à 55,00 cP (5,0g) com comportamento crescente; **c) V.F. baixo**, na faixa de 11,50 ml (1,0 g) à 5,50 ml (5,0 g) com comportamento decrescente; **d) teores de carbonatos** na faixa de 16,50 meq/l (1,0 g) à 6,50 meq/l (3,5 g) com comportamento decrescente; **e) teores de bicarbonatos** na faixa de 11,00 meq/l (3,5 g) à 6,00 meq/l (4,0 g) com comportamento irregular, ou seja, apresentando momentos decrescentes e crescentes ao longo da curva, mas apresentando 10,0 meq/l (1,0 g) no primeiro ponto e no último ponto da curva (5,0 g).

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras de argila do tipo vermelha, tratadas com CMC (Bonial/M-110 AS) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfizes as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com CMC (Bonial/M-110 AS) Tabela 35 e Figura 34 apresentou: **a) V.A. alta**, na faixa de 113,50 cP (1,0 g) à valores superiores a 150,00 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores a 3,0 g de CMC (Bonial/M-110 AS) com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.A na Figura 34, iremos obter o valor de 190,40 cP (5,0 g); **b) V.P. alta**, na faixa de 18,00 cP (1,0 g) à valores superiores à 41,00 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores à 2,5 g de CMC (Bo-

nial/M-110 AS), (após este valor os resultados não podiam ser lidos no viscosímetro) com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.P. na Figura 34, iremos obter o valor de 79,60 cP (5,0 g); c) V.F. baixo, na faixa de 11,50 ml (1,0 g) à 5,50 ml (5,0 g) com comportamento decrescente; d) teores de carbonatos na faixa de 18,30 meq/l (1,0 g) à 10,00 meq/l (5,0 g) com comportamento decrescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 10,0 meq/l (1,0 g) à 5,0 meq/l (5,0 g) com comportamento decrescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo chocolate, tratadas com CMC (Bonial/M-110 AS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfaz as especificações.

A necessidade de extrapolação foi devido ao comportamento da argila quando tratada com quantidades superiores a 2,5 g de CMC (Bonial/M-110 AS) que ultrapassou o valor máximo de leitura do nosso aparelho (viscosímetro) utilizado para fazer as leituras de viscosidades, cuja leitura máxima é de 300 e que corresponde a 150 cP para a V.A.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com CMC (Bonial/M-110 AS) Tabela 36 e Figura 35, apresentou: a) V.A. alta, na faixa de 75,30 cP (1,0 g) à valores superiores à 150,00 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores à 3,5 g de CMC (Bonial/M-110 AS) com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.A na Figura 35,

iremos obter o valor de 195,00 cP (5,0 g); **b)** V.P. alta, na faixa de 21,50 cP (1,0 g) à valores superiores à 40,00 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores à 3,5 g de CMC (Bonial/M-110 AS), com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.P. na Figura 35, iremos obter o valor de 54,20 cP (5,0 g); **c)** V.F. baixo, na faixa de 9,0 ml (2,5 g) à 7,0 ml (5,0 g) com comportamento decrescente ao longo da curva; **d)** teores de carbonatos na faixa de 20,0 meq/l (1,0 g) à 15,0 meq/l (4,2 g) com comportamento decrescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 6,50 meq/l (1,0 g) à 1,0 meq/l (2,0 g) com comportamento decrescente no início do tratamento das amostras (1,0 e 2,0) passando a assumir um comportamento praticamente constante em torno de 1,5 meq/l ao longo da curva.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratadas com CMC (Bonial/M-110 AS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamentos que satisfizessem as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, tratada com CMC (Bonial/M-110 AS) Tabela 37 e Figura 36, apresentou: **a)** V.A. alta, na faixa de 62,40 cP (1,0 g) à valores superiores a 150,00 cP (3,0 g) quando tratamos as amostras com quantidades superiores a 3,0 g de CMC (Bonial/M-110 AS) com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.A., na Figura 36, iremos obter o valor de 256,10 cP (5,0 g); **b)** V.P. alta,

na faixa de 23,30 cP (1,0 g) à valores inferiores à 47,70 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores à 2,5 g de CMC (Bonial/M-110 AS), com comportamento crescente. Se extrapolarmos a reta da V.P., na Figura 36, iremos obter o valor de 85,40 cP (5,0 g); **c**) V.F. na faixa de 12,00 ml (1,0 g) à 8,0 ml (5,0 g) com comportamento decrescente; **d**) teores de carbonatos na faixa de 17,50 meq/l (4,0 g) à 11,00 meq/l (4,2 g) com comportamento irregular ao longo da curva; **e**) teores de bicarbonatos na faixa de 23,00 meq/l (2,5 g) à 11,50 meq/l (5,0 g) com comportamento decrescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas e teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo sortida, tratadas com CMC (Bonial/M-110 AS) com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfizes as especificações.

Nestas amostras da argila esmectítica do tipo sortida, também houve a necessidade de fazermos extrapolações para a V.A. e V.P. devido a leitura máxima possível que é de 300 e corresponde a 150 cP para a V.A.

Em resumo, observamos que: **I**) para todos os quatro tipos de argilas esmectíticas estudadas, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com CMC (Bonial/M-110 AS) satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); **II**) para as argilas esmectíticas dos tipos chocolate, verde-escura e sortida, houve a necessidade de fazermos extrapolações nas curvas das V.A. e V.P. devido ao alto valor obti-

do, e não sendo possível ter este valor no viscosímetro, fizemos as extrapolações; **III**) os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos quatro tipos de argilas, após tratamento com CMC (Bonial/M-110 AS) quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com CMC (Bonial/M-110 AS) mostram que houve uma melhoria de suas propriedades reológicas; **IV**) para os quatro tipos de argila esmectítica, quando tratadas com CMC (Bonial/M-110 AS) houve um crescimento das V.A. e da V.P. e um decréscimo do V.F.; **V**) para os teores de carbonatos, a argila esmectítica do tipo sortida apresentou um comportamento irregular, enquanto as dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura apresentaram um comportamento decrescente com o aumento da quantidade de CMC (Bonial/M-110 AS) utilizado no tratamento das amostras; **VI**) para os teores de bicarbonatos, as argilas esmectíticas dos tipos vermelha e sortidas apresentaram um comportamento irregular, enquanto as dos tipos chocolate e verde-escura, apresentaram um comportamento decrescente com o aumento da quantidade de CMC (Bonial/M-110 AS) utilizado no tratamento das amostras.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com CMC (Bonial/M-110 AS) todos os tipos das argilas esmectíticas em estudo, satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984).

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, da argila esmectítica dos tipos vermelha, chocolate, verde-escura e sortida,

após tratamento com sabão Omo, estão contidos nas Tabelas 38, 39, 40 e 41 e Figuras 37, 38, 39 e 40.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com sabão Omo, Tabela 38 e Figura 37, apresentou: **a)** V.A. alta, na faixa de 37,30 cP (1,0 g) à 52,30 cP (2,5 g) com comportamento irregular; **b)** V.P. alta, na faixa de 25,00 cP (1,0 g) à 30,50 cP (1,5 g) com comportamento ligeiramente crescente; **c)** V.F. na faixa de 9,00 ml (2,5 g) à 14,00 ml (5,0 g) com comportamento ligeiramente crescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 11,50 meq/l (0,5 g) à 61,00 meq/l (5,0 g) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 3,50 meq/l (3,5 g) à 27,00 meq/l (1,0 g) com comportamento irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com sabão Omo, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfaz as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com sabão Omo, Tabela 39 e Figura 38, apresentou: **a)** V.A. alta, na faixa de 42,00 cP (1,0 g) à 57,90 cP (5,0 g) com comportamento crescente; **b)** V.P. alta, na faixa de 25,50 cP (2,0 g) à 32,30 cP (5,0 g) com comportamento ligeiramente crescente; **c)** V.F. na faixa de 12,30 ml (0,5 g) à 19,00 ml (5,0 g) com comportamento ligeiramente crescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 35,50 meq/l (1,0 g) à 80,50 meq/l (5,0 g)

com comportamento crescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 5,30 meq/l (1,0 g) à 41,50 meq/l (2,5 g) com comportamento irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com sabão Omo, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que satisfaz as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com sabão Omo, Tabela 40 e Figura 39, apresentou: a) V.A. alta, na faixa de 40,60 cP (0,5 g) à 53,50 cP (3,5 g) com comportamento crescente; b) V.P. elevada, na faixa de 23,70 cP (0,5 g) à 29,50 cP (3,5 g) com comportamento ligeiramente crescente até quando tratamos as amostras com 3,5 g de sabão Omo; para quantidades superiores a 3,5 g a curva apresentou um leve decréscimo; c) V.F. em torno de 16,00 ml com comportamento praticamente constante; d) teores de carbonatos altos, na faixa de 30,00 meq/l (0,5 g) à 60,00 meq/l (5,0 g) com comportamento crescente ao longo da curva; e) teores de bicarbonatos na faixa de 11,30 meq/l (0,5 g) à 21,90 meq/l (4,0 g) com comportamento crescente; observando a curva, podemos notar dois patamares, o primeiro com valores em torno de 13,00 meq/l e o segundo em torno de 21,00 meq/l.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo verde-escuro,

tratada com sabão Omo, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou grande parte das condições dentro das especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, tratada com sabão Omo, Tabela 41 e Figura 40 apresentou: **a)** V.A. alta, na faixa de 34,70 cP (0,5 g) à 60,10 cP (3,5 g) com comportamento irregular crescente; **b)** V.P. alta, na faixa de 14,00 cP (0,5 g) à 34,50 cP (3,5 g) com comportamento irregular crescente **c)** V.F. na faixa de 21,00 ml (0,5 g) à 16,30 ml (5,0 g) com comportamento decrescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 30,50 meq/l (1,5 g) à 66,00 meq/l (5,0 g) com comportamento irregular crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 7,00 meq/l (1,0 g) à 22,00 meq/l (4,0 g) com comportamento irregular crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo sortida, tratada com sabão Omo, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

Em resumo, observamos que: **I)** para todos os quatro tipos de argilas esmectíticas estudadas, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com sabão Omo em pó satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984) com exceção da argila do tipo sortida, pois os resultados para o V.F. ultrapassou o máximo permitido pela norma da Petrobrás (1984); **II)** os resultados obtidos para as propriedades reológicas dos

quatro tipos de argilas, após tratamento com sabão Omo em pó, quando comparados com os resultados das Tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com sabão Omo em pó, mostram que houve uma melhoria de suas propriedades reológicas; **III)** para os quatro tipos de amostras, quando tratadas com sabão Omo em pó apresentaram comportamento não lineares, como podemos ver:

a) Para a V.A. a argila esmectítica do tipo vermelha apresentou comportamento irregular em torno de 47,50 cP; dos tipos, chocolate, verde-escura e sortida, apresentaram comportamento irregular crescente; **b)** para a V.P., a argila esmectítica do tipo vermelha apresentou comportamento praticamente constante; do tipo chocolate apresentou comportamento ligeiramente crescente; do tipo verde-escura apresentou comportamento ligeiramente crescente, até certo ponto (3,5 g) para mudar o comportamento para decrescente até (4,0 g) e a do tipo sortida que apresentou comportamento irregular crescente; **c)** para o V.F. a argila esmectíticas do tipo vermelha, apresentou comportamento ligeiramente crescente com algumas irregularidades; chocolate com comportamento crescente; verde-escura com comportamento praticamente constante em torno de 16,00 ml e a sortida apresentou comportamento ligeiramente decrescente; **d)** para os teores de carbonatos, a argila esmectítica dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, apresentaram comportamento crescente, enquanto que a do tipo sortida apresentou comportamento irregular crescente; **e)** para os teores de bicarbonatos, a argila esmectítica do tipo vermelha, apresentou comportamento irregular; dos tipos chocolate e sortida apresentaram compor-

tamento irregular crescente; e do tipo verde-escuro, apresentou comportamento crescente.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com sabão Dmo em pó, as argilas esmectíticas dos tipos vermelha (0,5 - 5,0 g), chocolate (0,5 - 1,5 e 2,5 g) e verde-escuro (0,5 - 2,0; 3,0 - 3,5 e 5,0 g) em estudo, satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984).

Os resultados obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, da argila esmectítica dos tipos vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, após tratamento com Deflock A, estão contidas nas Tabelas 42, 43, 44 e 45 e nas Figuras 41, 42, 43 e 44.

1) A argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com Deflock A, Tabela 42 e Figura 41, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 22,00 cP (0,1 ml) à 5,70 cP (2,0 ml) com comportamento decrescente; **b)** V.P. na faixa de 7,50 cP (0,1 ml) à 5,00 cP (3,0 ml) com comportamento ligeiramente decrescente; **c)** V.F. na faixa de 11,40 ml (0,1 ml) à 18,00 ml (1,5 ml) com comportamento ligeiramente crescente; **d)** teores de carbonatos, altos, na faixa de 12,50 meq/l (0,1 ml) à 130,50 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 1,00 meq/l (0,5 ml) à 73,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento decrescente quando tratamos as amostras com quantidade de Deflock A de 0,1 à 0,5 ml e crescente quando tratamos as amostras com quantidades de Deflock A de 1,0 a 3,0 ml.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo vermelha, tratada com Deflock A, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila vermelha apresentou comportamento nos pontos (0,1 e 0,2 ml) que satisfizes as especificações.

2) A argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com Deflock A, Tabela 43 e Figura 42, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 34,50 cP (0,1 ml) à 5,70 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente; **b)** V.P. na faixa de 8,00 cP (0,3 ml) à 5,00 cP (1,5 ml) com comportamento crescente quando tratamos as amostras com quantidades de Deflock A de 0,1 ml à 0,3 ml, apresentando aí um pequeno patamar até quando tratamos a amostra com 0,5 ml de Deflock A e apresentando um outro patamar a 5,00 cP quando tratamos as amostras com quantidades superiores a 0,5 ml de Deflock A; **c)** V.F. na faixa de 15,80 ml (0,5 ml) à 20,10 ml (2,0 ml) com comportamento constante em torno de 18,60 ml com dois picos: um a 15,80 ml e outro a 20,10 ml; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 25,00 meq/l (0,2 ml) à 138,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos altos, na faixa de 19,00 meq/l (0,3 ml) à 79,50 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo chocolate, tratada com Deflock A, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não

satisfez as especificações.

3) A argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com Deflock A, Tabela 44 e Figura 43, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 24,00 cP (0,2 ml) à 3,70 cP (3,0 ml) com comportamento decrescente; **b)** V.P. na faixa de 1,50 cP (0,1 ml) à 5,50 cP (0,3 ml) com comportamento crescente, quando tratamos as amostras com quantidades de 0,1 ml à 0,3 ml de Deflock A e decrescente de 0,5 ml à 3,0 ml; **c)** V.F. na faixa de 15,80 ml (0,5 ml) à 18,00 ml (2,0 ml) com comportamento praticamente constante, em torno de 17,00 ml; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 31,00 meq/l (0,2 ml) à 135,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente; **e)** teores de bicarbonatos na faixa de 3,00 meq/l (0,3 ml) à 70,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento irregular crescente.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos, das amostras da argila esmectítica do tipo verde-escuro, tratada com Deflock A, com as especificações da Petrobrás (1984) podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

4) A argila esmectítica do tipo sortida, tratada com Deflock A, Tabela 45 e Figura 44, apresentou: **a)** V.A. na faixa de 9,00 cP (0,1 ml) à 4,50 cP (1,0 ml) com comportamento decrescente; **b)** V.P. na faixa de 8,50 cP (0,1 ml) à 4,00 cP (1,0 ml) com comportamento decrescente; **c)** V.F. alto, na faixa de 18,60 ml (0,2 ml) à 115,90 ml (3,0 ml) com comportamento crescente; **d)** teores de carbonatos altos, na faixa de 18,50

meq/l (0,4 ml) à 129,50 meq/l (3,0 ml) com comportamento crescente; e) teores de bicarbonatos na faixa de 4,00 meq/l (0,5 ml) à 58,00 meq/l (3,0 ml) com comportamento irregular.

Comparando todos os valores reológicos obtidos para as propriedades reológicas, teores de carbonatos e bicarbonatos das amostras da argila esmectítica do tipo sortida, tratada com Deflock A, com as especificações da Petrobrás (1984), podemos dizer que a argila apresentou comportamento que não satisfaz as especificações.

Em resumo, observamos que: I) para a argila do tipo vermelha, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com Deflock A, satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984) quando tratamos as amostras com 0,1 ml à 0,2 ml do produto; II) para as argilas esmectíticas dos tipos chocolate, verde-escura e sortida, os resultados obtidos para as propriedades reológicas após tratamento com Deflock A, não satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); III) os resultados obtidos para as propriedades reológicas das argilas esmectíticas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, quando comparados com os resultados das tabelas 02, 03, 04 e 05, ou seja, sem tratamento com Deflock A, mostram que houve uma melhoria de suas propriedades reológicas; IV) para os quatro tipos de argila esmectítica, quando tratadas com Deflock A, houve um decréscimo das V.A., para as V.P., houve um decréscimo para as argilas dos tipos vermelha e sortida e um crescimento seguido de um decréscimo para a argila do tipo verde-escura e um crescimento seguido de um patamar e decres-

cendo para a argila do tipo chocolate; **V)** para as V.F. houve um decréscimo para a argila do tipo vermelha; permanecendo praticamente constante para as argilas dos tipos chocolate e verde-escura e um crescimento para a argila do tipo sortida, havendo também um crescimento para a argila do tipo sortida; **VI)** para os teores de carbonatos, houve um crescimento para os quatro tipos de argilas e para os teores de bicarbonatos houve: **a)** um decréscimo seguido de um crescimento para as argilas dos tipos vermelha e verde-escura; **b)** um crescimento para a argila do tipo chocolate e **c)** um comportamento irregular para a argila do tipo sortida com o aumento da quantidade de Deflock A utilizado no tratamento das amostras.

Podemos dizer que com o tratamento das amostras com Deflock A, houve uma melhoria significativa para as argilas esmectíticas dos tipos vermelha, chocolate e verde-escura, e que para o tipo vermelha, os resultados das reologias obtidos, satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984) quando as amostras foram tratadas com 0,1 ml e 0,2 ml de Deflock A.

Uma análise global dos estudos apresentados dentro dos três processos utilizados, demonstra que a argila do tipo vermelha, apresentou melhores resultados para as propriedades reológicas, tanto no 2º processo (tratamento com carbonato de sódio) como no 3º processo (tratamento com todos aditivos industriais utilizados) tornando-se a mais adequada para uso como fluido de perfuração (Tabela Resumo 1); a argila esmectítica do tipo chocolate, só apresentou resultados de suas pro-

priedades reológicas adequados para o uso como fluido de perfuração de poços de petróleo com o 3º processo (tratamento com os aditivos industriais dos tipos: (Disperlan-1; CMC e sabão Omo) Tabela Resumo 2; a argila esmectítica do tipo verde-escura, apresentou resultados de suas propriedades reológicas adequadas para o uso como fluido de perfuração de poços no 2º processo (tratamento com carbonato de sódio) e o 3º processo (tratamento com os aditivos industriais dos tipos: (Disperlan-1; CMC e sabão Omo) Tabela Resumo 3; a argila esmectítica do tipo sortida, só apresentou resultados de suas propriedades reológicas adequadas para o uso como fluidos de perfuração de poços, com o 3º processo (tratamento com o aditivo industrial CMC) Tabela Resumo 4.

O aditivo que apresentou o melhor resultado na correção da reologia das argilas foi o carboximetil celulose (CMC).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos pelas análises estatísticas através de correlações lineares simples, para os tipos de argila esmectítica; vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, submetidas aos processos de tratamento com aditivos industriais, estão parcialmente apresentadas nas Tabelas 46 à 56.

As Tabelas foram apresentadas como correlações lineares significativas e altamente significativas entre a quantidade de aditivos industriais utilizado no tratamento dos quatro tipos de argilas esmectíticas policatiônica (para o 2º processo) e sódica (para o 3º processo) de Boa Vista, Paraíba, em relação às viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos.

Embora essas correlações tenham sido feitas com todas as condições de tratamentos apresentados nos ensaios tecnológicos, somente são apresentados nas Tabelas de 46 a 56 os resultados que mostraram certo grau de relacionamento entre a quantidade de aditivo industrial utilizado no tratamento das amostras (variável dependente Y) com as viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado, teores de carbonatos e bicarbonatos (variável independente X).

A seguir serão discutidos os resultados obtidos pelas análises estatísticas de acordo com o tipo de ajustamento utilizado: linear simples, para o 2º e 3º processo.

1º Processo

As análises de regressões lineares simples para o primeiro processo não foram possíveis de serem feitas devido a pouca quantidade de pontos obtidos (ver Tabela 1).

2º Processo

Os resultados obtidos pelas análises de regressões lineares simples em termos de coeficiente de correlação (r), nível de significância (α) e constantes A e B da equação ($y = A+Bx$) entre a quantidade de aditivo industrial utilizado no tratamento das amostras com às viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos, para os tipos de argilas esmectíticas policatiônicas: vermelha, chocolate, verde-escuro e sortida, submetidos ao tratamento do 2º processo, estão contidos na Tabela 46.

A Tabela 46 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de carbonato de sódio utilizado no tratamento dos quatro tipos de argilas esmectíticas policatiônicas de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 6 foram significativas ($\alpha \leq 0,05$ ou 5%) e 11 foram altamente significativas ($\alpha \leq 0,01$ ou 1%), sendo 4 correlações para a argila do tipo vermelha, 4 correlações para a argila do tipo chocolate, 4 correlações pa-

ra a argila do tipo verde-escuro e 5 correlações para a argila do tipo sortida. Das 17 correlações significativas e altamente significativas, 4 correlações foram entre a viscosidade aparente, 4 entre a viscosidade plástica, 1 entre o volume do filtrado e 4 entre os teores de carbonatos e 4 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de carbonato de sódio utilizado no tratamento das amostras. As duas equações que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) serão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= 17,80 + 2,12x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de carbonato de sódio (meq/100 g de argila) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de carbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo verde-escuro;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= -4,06 + 11,37x \\ r &= 0,98 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de carbonato de sódio (meq/100 g de argila) utilizado no tratamento das amostras

x = valor dos teores de bicarbonatos obtido da argila esmectítica do tipo vermelha;

r = coeficiente de correlação;
 α = nível de significância (%)

3º Processo

Os resultados obtidos pelas análises de regressões lineares simples em termos de coeficiente de correlação (r), nível de significância (α) e constantes **A** e **B** da equação ($y = A+Bx$) entre a quantidade de aditivos industriais utilizado no tratamento das amostras com as viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos, para os tipos de argilas esmectíticas sódicas: vermelha, chocolate, verde-escura e sortida, submetidas ao tratamento do 3º processo, estão contidos nas Tabelas 47 à 56.

A Tabela 47 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de pirofosfato de sódio utilizado no tratamento dos quatro tipos de argilas esmectíticas sódicas de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 8 foram significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) e 4 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%), sendo 3 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 2 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 3 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 12 correlações significativas e altamente significativas, 4 cor-

relações foram entre a viscosidade aparente, 2 entre a viscosidade plástica, 2 entre o volume do filtrado, 2 entre os teores de carbonatos e 2 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de pirofosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) serão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= -2,01 + 1,75x \\ r &= 0,88 \\ &= 0,087\% \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de pirofosfato de sódio (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor da viscosidade plástica obtida da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= 24,22 - 4,97x \\ r &= -0,87 \\ &= 0,092\% \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de pirofosfato de sódio (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor da viscosidade plástica obtida da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

A Tabela 48 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento dos quatro tipos de argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se das 20 correlações realizadas, 7 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 4 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 3 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 2 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 2 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 4 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 11 correlações altamente significativas e significativa, 2 correlações foram entre viscosidade aparente, 3 entre viscosidade plástica, 2 entre volume do filtrado, 3 entre teores de carbonatos e 1 entre teores de bicarbonatos, com a quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) serão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= 92,11 - 2,94x \\ r &= - 0,97 \\ &= 0,001\% \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de silicato de sódio (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor da viscosidade aparente obtida da argila esmectítica do tipo verde-escuro;

r = coeficiente de correlação;
 = nível de significância (%).

b) $y = - 60,17 + 13,23x$

$r = 0,90$
 = 0,034%

onde:

y = quantidade de silicato de sódio utilizado no tratamento das amostras

x = valor da viscosidade plástica obtida da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;
 = nível de significância (%)

A Tabela 49 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento dos quatro tipos de argilas esmectíticas sódicas de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 4 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 4 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 1 correlação para a argila esmectítica do tipo vermelha, 1 correlação para a argila esmectítica do tipo chocolate, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escuro e 2 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 8

correlações significativas e altamente significativas, 3 correlações foram entre a viscosidade aparente, 1 entre a viscosidade plástica, 1 entre o volume do filtrado, 2 correlações foram entre os teores de carbonatos e 1 correlação foi entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de hexametáfosfato de sódio utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= 11,50 - 0,42x \\ r &= - 0,89 \\ &= 0,051 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de hexametáfosfato de sódio (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor da viscosidade aparente obtida da argila esmectítica do tipo verde-escura;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= - 1,85 + 2,03x \\ r &= 0,88 \\ &= 0,072 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de hexametáfosfato de sódio (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor da viscosidade plástica obtida da argila esmectítica do tipo verde-escura;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

A Tabela 50 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento dos quatro tipos de argilas esmectíticas sódicas de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 13 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 4 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 4 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 5 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 17 correlações significativas e altamente significativas, 4 correlações foram entre a viscosidade aparente, 1 entre a viscosidade plástica, 4 entre o volume do filtrado, 4 correlações entre os teores de carbonatos e 4 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de silicato de sódio industrial utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram os maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= - 0,70 + 0,04x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de silicato de sódio industrial (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de carbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;
 α = nível de significância (%).

b) $y = - 0,14 + 0,02x$

$r = 0,99$

$\alpha = 0,001$

onde:

y = quantidades de silicato de sódio industrial (meq/l) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;
 α = nível de significância (%).

A Tabela 51 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 9 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 3 foram significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 2 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 3 corre-

lações para a argila esmectítica do tipo verde-escuro e 4 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 12 correlações significativas e altamente significativas, 3 correlações foram entre a viscosidade aparente, 1 entre a viscosidade plástica, 2 entre o volume do filtrado, 2 correlações entre os teores de carbonatos e 4 correlações entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de fosfato dissódico utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= -0,03 + 0,01x \\ r &= 0,98 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de fosfato dissódico (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= -0,14 + 0,03x \\ r &= 0,97 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de fosfato dissódico (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo vermelha;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

A Tabela 52 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de Disperlan-1 utilizado no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 6 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 3 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 1 correlação para a argila esmectítica do tipo vermelha, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 2 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escuro e 2 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Para as 9 obtidas, 2 correlações foram entre a viscosidade aparente, 2 entre o volume do filtrado 1 correlação entre os teores de carbonatos e 4 correlações foram entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de Disperlan-1 utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

a) $y = - 0,13 + 0,04x$

$r = 0,98$

$= 0,001$

onde:

y = quantidade de Disperlan-1 (ml) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo verde-escura;

r = coeficiente de correlação;
 α = nível de significância (%).

b) $y = 0,01 + 0,04x$

$r = 0,94$

$\alpha = 0,002$

onde:

y = quantidade de Disperlan-1 (ml) utilizado no tratamento das amostras;

x = valor dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;
 α = nível de significância (%).

A Tabela 53 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de CMC (Bonial BBV ADS) utilizada no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 14 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) sendo 4 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo

verde-escuro e 3 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 14 correlações obtidas, 4 correlações foram entre a viscosidade aparente, 4 foram entre a viscosidade plástica, 4 entre o volume do filtrado e 2 correlações entre os teores de carbonatos, com a quantidade de CMC (Bonial BBV ADS) utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= - 1,39 + 0,05x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de CMC (Bonial BBV ADS) (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores da viscosidade aparente obtidas da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= - 0,35 + 0,10x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de CMC (Bonial BBV ADS) (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores da viscosidades plástica obtidas da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

A Tabela 54 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de CMC (Bonial M-110 AS) utilizado no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 8 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 5 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 4 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 4 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escuro e 1 correlação para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 13 correlações obtidas, 3 correlações foram entre a viscosidade aparente, 3 foram entre a viscosidade plástica, 2 entre o volume do filtrado 3 correlações entre os teores de carbonatos e 2 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de CMC (Bonial M-110 AS) utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= - 1,13 + 0,03x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de CMC (Bonial M-110 AS) (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores da viscosidade aparente obtidas da argila esmectítica do tipo verde-escura;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

b) $y = 6,07 - 0,50x$

$r = - 0,99$

= 0,034

onde:

y = quantidade de CMC (Bonial M-110 AS) (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

A Tabela 55 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de sabão Omo em pó utilizado no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 6 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 4 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 1 correlação para a argila esmectítica do tipo vermelha, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 3 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 10 cor-

relações obtidas, 2 correlações foram entre a viscosidade aparente, 1 foi entre a viscosidade plástica, 1 foi entre o volume do filtrado, 4 foram entre os teores de carbonatos e 3 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de sabão Omo em pó utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= - 1,71 + 0,08x \\ r &= 0,95 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de sabão Omo em pó (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores dos teores de carbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo chocolate;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad y &= - 0,29 + 0,07x \\ r &= 0,91 \\ &= 0,029 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de sabão Omo em pó (g) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores dos teores de carbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo vermelha;

r = coeficiente de correlação;
= nível de significância (%).

A Tabela 56 mostra as correlações lineares simples significativas e altamente significativas entre a quantidade de Deflock A utilizado no tratamento dos quatro tipos da argila esmectítica sódica de Boa Vista - Paraíba, em relação às viscosidades, aparente e plástica, volume do filtrado e teores de carbonatos e bicarbonatos. Verificando-se que das 20 correlações realizadas, 10 correlações foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 3 significativas ($\leq 0,05$ ou 5%) sendo 2 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo chocolate, 3 correlações para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 5 correlações para a argila esmectítica do tipo sortida. Das 13 correlações obtidas, 3 foram entre a viscosidade aparente, 1 foi entre a viscosidade plástica, 1 foi entre o volume do filtrado, 4 foram entre os teores de carbonatos e 4 entre os teores de bicarbonatos, com a quantidade de Deflock A utilizado no tratamento das amostras.

As duas equações ($Y = A + Bx$) que obtiveram maiores coeficientes de correlação (r) estão listadas a seguir:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad y &= - 0,45 + 0,03x \\ r &= 0,99 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

onde:

y = quantidade de Deflock A (ml) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores dos teores de bicarbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo sortida;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

b) $y = - 0,27 + 0,02x$

$r = 0,98$

= 0,001

onde:

y = quantidade de Deflock A (ml) utilizado no tratamento das amostras;

x = valores dos teores de carbonatos obtidos da argila esmectítica do tipo vermelha;

r = coeficiente de correlação;

= nível de significância (%).

OBSERVAÇÕES GERAIS

1) Foram ajustadas somente correlações lineares simples.

2) De um total de 220 correlações lineares simples realizadas, 92 foram altamente significativas ($\leq 0,01$ ou 1%) e 44 foram significativas ($\leq 0,05$ ou 5%).

3) Não foram feitas correlações lineares simples para o primeiro processo (argila policatiônica natural) em virtude de termos unicamente um ponto para cada amostra.

4) Para o segundo processo (tratamento com carbonato de sódio) foram feitas 20 correlações lineares simples, sendo obtidos 11 correlações significativas e 6 correlações altamente significativas.

5) Para o terceiro processo (tratamento com aditivos industriais) foram feitas 200 correlações lineares simples, sendo obtidos 81 correlações significativas e 38 correlações altamente significativas.

6) Nos dois processos de tratamento que foram realizadas as regressões entre os quatro tipos de argilas, obtivemos um total de 136 correlações significativas e altamente significativas, sendo 29 correlações para a argila esmectítica do tipo vermelha, 35 para a argila esmectítica do tipo chocolate, 35 para a argila esmectítica do tipo verde-escura e 37 para a argila esmectítica do tipo sortida.

7) Das 136 correlações significativas e altamente significativas, foram obtidas 34 correlações entre as viscosidades aparente, 21 foram entre as viscosidades plásticas, 22 entre o volume do filtrado, 31 entre os teores de carbonatos e 28 foram entre os teores de bicarbonatos.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Visando obter as curvas de defloculação de quatro amostras de esmectitas policatiônicas de forma a determinar o ponto de máxima flocculação gel com finalidade de tratá-las com aditivos industriais de forma a modificar suas características reológicas sendo obtidos materiais adequados para fluídos de perfuração de poços de petróleo, podemos concluir que:

5.1 - O 1º processo nos mostra que as esmectitas em estudo no seu estado natural não prestam para uso em perfuração de poços de petróleo;

5.2 - O 2º processo nos forneceu o ponto de máximo flocculação gel (100 meq de Na_2CO_3 por 100 g de argila);

5.3 - O 3º processo nos forneceu os aditivos industriais adequados para o tratamento das amostras que são: **a)** CMC (carboximetil celulose) que apresentou todos os seus resultados satisfatórios, para os dois tipos de CMC, onde podemos observar que, com uma pequena quantidade de CMC no tratamento das amostras (1,0 g) todas suas propriedades reológicas satisfizeram as especificações da Petrobrás (1984); sabão Omo - as amostras com sabão Omo em quantidade menor que 0,2 g (exceto para a amostra do tipo sortida) satisfizeram as especificações da Pe-

trobrás (1984).

A argila que melhor resultado apresentou foi a vermelha e a que apresentou os resultados menos satisfatórios foi a sortida.

Em resumo, podemos afirmar com base neste trabalho que, as argilas esmectíticas do tipo vermelha, chocolate, verde-escura e sortida quando tratadas com o aditivo industrial (CMC), satisfizeram todas as especificações exigidas referente às propriedades reológicas.

A maioria dos resultados obtidos através da análise de regressão linear, seguem o modelo matemático proposto.

CAPÍTULO VI

SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Para dar continuidade a esta linha de pesquisa, sugerimos:

1. Fazer um estudo mais amplo, incluindo outros tipos de aditivos industriais controladores de viscosidades, orgânicas e inorgânicas, e outros tipos de argilas esmectíticas, como a bofe que tradicionalmente não se adequa como fluido de perfuração.
2. Estudo do tratamento térmico das dispersões de esmectitas, em temperaturas superiores a ambiente, após troca de cátions, com aditivos industriais controladores de viscosidades, orgânicas e inorgânicas.
3. Estudos do tratamento de cura de esmectitas sódicas em diversas condições, após adição de aditivos industriais controladores de viscosidades, orgânicas e inorgânicas.
4. Variar as concentrações das dispersões de argilas esmectíticas sódicas de 2% à 8%, tratadas com aditivos industriais controladores de viscosidades, orgânicas e inorgânicas.

5. Fazer um estudo econômico da viabilidade do uso de aditivos industriais controladores de viscosidades no tratamento das esmectitas sódicas.

6. Fazer um estudo utilizando outra faixa de tratamento, tal como de 0,1 a 1,0 g de carboximetil celulose (CMC), na correção da reologia de esmectitas, uma vez que as especificações são atendidas com valores superiores à 1,0 g.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- . AMUI S., REOLOGIA - Divisão de Ensaios, Petrobrás, 1979.

- . ARAÚJO, A.P.R., BARAUNA, O.S. e MOTA, E.F., Estudo de Argilas Montmoriloníticas do Nordeste - Resumo dos Trabalhos Técnicos do XXIII Congresso Brasileiro de Cerâmica, Salvador-BA, 1979, Revista Pernambucana de Tecnologia 2 (2), 13 (1982).

- . ASSUNÇÃO, L.M.C. e FERREIRA, H.C., Influência da Concentração, Velocidade e Tempo de Agitação nas Propriedades reológicas de Dispersões de Montmorilonitas Industrializadas no Estado da Paraíba, Cerâmica, 25 (114), 165 (1979).

- . BARBOSA, M.L., QUEIROZ, M.F.V. e FERREIRA, H.C., Estudo de Algumas Propriedades Reológicas Após Cura em Câmara Úmida e Climatizada de Duas Argilas Esmectíticas da Localidade de Bravo, Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande-PB, Cerâmica, 30 (170), 39 (1984).

- . BARBOSA, M.L., Estudo de Algumas Propriedades Reológicas de Argilas Esmectíticas da Localidade de Bravo, Distrito de Boa Vista, Campina Grande, Paraíba, Após Cura em Câmara Climatizada, Dissertação de Mestrado DEQ/UFPB, Campina Grande-PB, 1985.

- . **BENTONITA** - Anuário Mineral Brasileiro - DNPM, Brasília, (1980).

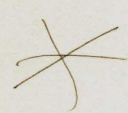
 - . **BRITO, L.P. e FERREIRA, H.C.**, - Determinação de Áreas Específicas da Fração Fina de Solos Lateríticos da Região Nordeste do Brasil, Cerâmica 30 (171), 69 (1984).

 - . **BROOKFIELD INSTRUMENT, Synchro** - Letric Viscometer: Instruction Manual, Massachusetts, USA, 1973.

 - . **CAMPO, T. ASCE, M.**, - Flocculation and Deflocculation. American Society of Civil Engineering, Founded November 5, 1852.

 - . **CAMPOS, L.M.L. e SOUZA SANTOS, P.**, A Troca por Diferentes Sais de Sódio de uma Montmorilonita de Boa Vista, Campina Grande, Paraíba, com Diferentes Compostos de Sódio, Cerâmica 23 (96), 249 (1977).

 - . **CAVAZZONI, J.C.L.**, Estudo da Capacidade de Troca de Cátions Totais em Argilas Montmoriloníticas por Meio de Traçadores Radioativos, Cerâmica 80 (20), 333 (1974).

 - . **CHEN, T.J. et alli**, Determinação da Capacidade de Troca de Cátions e da Área Específica de Algumas Argilas e Caulins Cerâmicos Brasileiros pelo Azul de Metileno e sua Correlação com Algumas Propriedades Tecnológicas, Cerâmicas 20 (79), 305
- 

(1974).

. **D'ÁVILA, J.S. et alii**, Planta Piloto para Ativação de Argilas Montmoriloníticas. Anais do XV ENEMP, Uberlândia-MG, (1987).

. **D'ÁVILA, J.S. et alii**, Sobre a Perda das Propriedades Reológicas de Argilas Montmoriloníticas Ativadas "Envelhecimento". Anais da 1ª Mesa Redonda Sobre Fluido de Perfuração, Rio de Janeiro-RJ, Novembro de 1987.

. **DEMATTE, C.L.**, Bentonita: Beneficiamento e Uso no Brasil, Cerâmica 26 (32), 353 (1980).

. **DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL**, Sumário Mineral Brasileiro 1982, Brasília, 1982.

. **DIAZ, F.R.V., SOUZA SANTOS, P. e FERREIRA, H.C.**, Estudos em Escala de Laboratório, Visando Corrigir a Viscosidade Plástica Dilatante de Esmectita de Cor verde-Lôdo de Lages, Boa Vista, Campina Grande, Paraíba, Cerâmica 32 (203) 319 (1986).

. **FANN INSTRUMENT CORPORATION**, Fundamental Rheological Concepts, Houston, Texas, EUA, 1964.

. **FANN INSTRUMENT CORPORATION**, Operations Instructions - Fann Viscometers, Houston, Texas 77042, 1979.

- . FERREIRA, H.C., Caracterização e Aplicações Industriais de Argilas, Caulins e Feldspatos do Nordeste Brasileiro (Estado da Paraíba e Rio Grande do Norte). Tese de Doudoramento, DEQ/EDUSP, São Paulo, 1973.

- . GRIM, R.E., Applied Clay Mineralogy, Editora McGraw Hill Book Company, New York, 1962.

- . IMASAVA, F.J. e SOUZA SANTOS, P., Interações entre Aditivos Orgânicos Industriais e Dispersões de Argilas. Em fase de publicação (EPUSP).

- . JORDAN, I.W., Alteration of the Properties of Bentonite by Reaction With Amines - Mineralogical magazine, 28, 598 (1949).

- . KIMINAMI, R.H.G.A. e FERREIRA, H.C., Propriedades Reológicas das Argilas Montmoriloníticas do Distrito de Boa Vista-Campina Grande-PB, Após Tratamento com Carbonato de Sódio e Cura em Câmara Climatizada Visando Aplicação em Fluidos de Perfuração de Poços de Petróleo, Cerâmica 26 (131), 307 (1980).

- . KIMINAMI, R.H.G.A. e FERREIRA, H.C., Estudos Preliminares, em Câmara Climatizada Visando a Otimização das Propriedades Reológicas das Argilas Montmoriloníticas ou Esmectíticas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande, Paraíba,

Cerâmica 27 (133), 21 (1981a).

. **KIMINAMI, R.H.G.A. e FERREIRA, H.C.**, Propriedades Reológicas das Argilas Montmoriloníticas ou Esmectíticas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande - PB, Após tratamento com Carbonato de Sódio e Cura (até 24 h) em Câmara Climatizada, Visando sua Aplicação como Fluidos Tixotrópicos para Perfuração de Poços de Petróleo, Cerâmica 27 (137) 225 (1981b).

. **KIMINAMI, R.H.G.A.**, Efeito de Tratamentos de Cura em Algumas Propriedades Reológicas de Argilas Esmectíticas de Boa Vista, Visando sua Aplicação como Fluidos Tixotrópicos para Perfuração de Poços de Petróleo. Dissertação de Mestrado, DEQ/UFPB, Campina Grande-PB, 1981.

. **KIMINAMI, R.H.G.A., SOUZA SANTOS, P. e FERREIRA, H.C.**, Estudos dos Efeitos de Tratamento de Cura em Argilas Esmectíticas de Boa Vista, Campina Grande-PB, **Parte 1: Mineralogia e Cura a 100% U.R. e às Temperaturas Ambientais**, Cerâmica 29 (164), 197 (1983).

. **KIMINAMI, R.H.G.A., MACHADO, E.C.C. e FERREIRA, H.C.**, Influência do Envelhecimento de Argilas Esmectíticas para Fluidos de Perfuração de Poços de Petróleo Industrializadas no Estado da Paraíba, Cerâmica 30 (178), 297 (1984).



. KIMINAMI, R.H.G.A., SOUZA SANTOS, P. e FERREIRA, H.C., Estudo dos Efeitos de Tratamento de Cura em Argilas Esmeclíticas de Boa Vista-Campina Grande-PB, **Parte 2**: Cura em várias Umidades Relativas em Diferentes Temperaturas e Concentrações de Carbonato de Sódio, Cerâmica 31 (183), 53 (1985a).

. KIMINAMI, R.H.G.A., SOUZA SANTOS, P. e FERREIRA, H.C., Estudo dos Efeitos de Tratamento de Cura em Argilas Esmeclíticas de Boa Vista-Campina Grande-PB, **Parte 3**: Efeitos da Diálise Antes e Após Tratamento de Cura em Câmara Climatizada, Cerâmica 31 (187), 165 (1985b).

. KIMINAMI, R.H.G.A., SOUZA SANTOS, P. e FERREIRA, H.C., Estudo dos Efeitos de Tratamento de Cura de Argilas Esmeclíticas de Boa Vista-Campina Grande-PB, **Parte 4**: Estudos Preliminares Sobre a Quantidade e o Efeito dos Carbonatos nas Propriedades Reológicas, Cerâmica 31 (190), 217 (1985c).

. LIRA, H. de L., Modificações de Propriedades Reológicas de Esmeclitas Sódicas por Tratamento Térmico, Dissertação de Mestrado - DEQ/UFPB, Campina Grande-Pb, 1988.

. MACHADO, J.C.V., **Reologia de Fluidos**: Aplicação na Engenharia de Petróleo, Salvador-BA, Manuais da Petrobrás, 1983.

. MACHADO, E.C.C., SANTOS, P.G. e FERREIRA, H.C., Estudos Estatísticos Através de Regressões Lineares Simples E Múltiplas

entre Diversos Métodos de Determinação da Área Específica e Algumas Propriedades de Solos Lateríticos da Região Nordeste do Brasil, Cerâmica 32 (196), 93 (1986)..

. **MORO, S.L. e SANTINI, P.**, A Análise Química e Outros Ensaio Utilizados para Estudos das Argilas, Cerâmica 12 (47/48), 203 (1966).

. **NIE N.H., HULL, C.H., JENKINS, J.G., STAINBRENNER, K., BENT, D.H., SPSS** - Statistical Package for the social Science, Editora McGraw-Hill Book Company, USA, 1975.

. **PEDROSO, M.A. DA S., Machado, E.C.C. e Ferreira, H.C.**, Uso de Redutores de Viscosidade para Correlação de Propriedades Reológicas de Esmectitas Sódicas - Resultados Preliminares. 33^a Congresso Brasileiro de Cerâmica, Volume II, pag. 698, 1989.

. **PETROBRÁS** - Argilas Ativadas para Água Doce. Especificações EE 78, Abril de 1968, Emenda 1, Fevereiro de 1969; Petróleo Brasileiro, Petrobrás S/A, Rio de Janeiro, 1968.

. **PETROBRÁS** - Ensaio de Argila Ativada para Água Doce. Método ME-16, Abril de 1968, Petróleo Brasileiro - Petrobrás S/A, Rio de Janeiro, 1968.

. **PETROBRÁS** - Bentonita para Fluidos de Perfuração. Especificações N-1676, Agosto 1980, Petróleo Brasileiro - Petrobrás S/A, Rio de Janeiro, 1980.

. **PETROBRÁS** - Argila Ativada para Fluido de Perfuração à Base de Água Doce - Especificações N-1398c, Julho 1984, Petróleo Brasileiro - Petrobrás S/A, Rio de Janeiro, 1984.

. **PETROBRÁS** - Ensaio de Bentonita - Método N-1675a, Janeiro 1988, Petróleo Brasileiro - Petrobrás S/A, Rio de Janeiro, 1988.

. **PHELPS, G.W.**, Defloculantes e Floculantes, Cerâmica 72 (18) 408 (1972).

. **PHELPS, G.W.**, A Influência da Granulometria nas Propriedades Reológicas e de Colagem, Cerâmica 72 (18), 417 (1972).

. **PRADO, L., ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P.**, Efeito do Tratamento Térmico (Secagem) Antes e Depois da Troca com Carbonato de Sódio, Sobre as Viscosidades de Suspensões Aquosas de Argilas Esmectíticas de Campina Grande-PB. Mineração e Metalurgia, 43 (418), 29 (1980).

. **QUEIROZ, M.F.V.**, Influência do Tratamento de Cura em Câmara Úmida e Climatizada nas Propriedades Reológicas e nos Teores de Carbonatos e Bicarbonatos das Argilas Esmectíticas

de Boa Vista, Município de Campina Grande-PB Dissertação de Mestrado - DEQ/UFPB, Campina Grande-PB, 1985.

. RAMOS, R.R., MACHADO, E.C.C. E FERREIRA, H.C., Influência de Diversos Tratamentos se Cura nas Argilas Esmectíticas do Distrito de Boa Vista, Campina Grande-PB, Tendo em Vista sua Aplicação como Fluido Tixotrópico para Perfuração de Pocos de Petróleo, Cerâmica 30 (173), 117 (1984).

. RAMOS, R.R., Estudo de Algumas Propriedades Reológicas e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos Após Cura em Câmara Úmida e Autoclave de Três Argilas Esmectíticas Tratadas com Carbonato de Sódio da Localidade de Bravo, Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande-PB. Dissertação de Mestrado, DEQ/UFPB, Campina Grande, 1985.

. ROCHA, D.M.F., Argilas Bentoníticas de Boa Vista, Paraíba, DNPM/MME-DF PM, Relatório Preliminar (1966).

. RODRIGUES, S. e SOUZA SANTOS, P. O Sistema Argila-Água, Cerâmica 24 (101), 253 (1978).

. SHAW, D.J., Introdução à Química dos Colóides e de Superfície. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1975.

. SILVA, M.C., Obtenção de Mulita e Cordierita Sintéticas a Partir de Argilas Esmectíticas do Município de Boa Vista-PB e

Soluções Concentradas de Sais. Dissertação de Mestrado, DEQ/UFPB, Campina Grande, 1990.

. SOLANO, L., ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P., Effect of Dring Temperature on Rheological Properties of Some Brazilian Smectitic Clays. Reunião Latino Americano de Mineralogia, vol. 2, pag. 9, Setembro de 1977.

. SOLANO, L., ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P., Efeito de um pré-tratamento Térmico (Temperatura de Secagem) na Reação da Troca Catiônica com Carbonato de Sódio em Algumas Propriedades de Argilas Esmectíticas (Montmoriloníticas) Brasileiras - Trabalho Apresentado no XII Congresso internacional de Processamento de Minerais, São Paulo, Agosto/Setembro de 1977.

. SOLANO, L., ZANDONADI, A.R. e SOUZA E SANTOS, P., Propriedades Reológicas de Esmectíticas Sódicas Obtidas a Partir da Esmectita Policatiônica de Cor Verde Escura (Verde Lúdo) do Distrito de boa vista, Município de Campina Grande, Paraíba, Cerâmica 26 (122), 44 (1980).

. STEFAN. P., Métodos de Ensaio de Argilas e Bentonitas para Fluidos de Perfuração, Cerâmica 12 (47/48), 266 (1966).

. SOUZA SANTOS, P. e SANTINI, P., Ocorrências de Argilas Montmoriloníticas no Brasil, Cerâmica 44 (11), 36 (1965).

. **SOUZA SANTOS, P.**, Estudo Tecnológico de Argilas Montmoriloníticas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande-PB. Tese para Concurso à Cátedra **"Química Industrial"** da EPUSP, São Paulo (1968).

. **SOUZA SANTOS, P.**, Tecnologia das Argilas, vols. I e II, Editora Edgard Blucher, EDUSP, São Paulo, 1975.

. **SOUZA SANTOS, P.**, Estudo Tecnológico de Argilas Montmoriloníticas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande, Paraíba. Publicação nº 862 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A, 1976.

. **SOUZA SANTOS, H.L. e CAMPOS, T.W.**, Microscopia Eletrônica de transmissões dos Argilominerais Presentes na Argila Esmectítica de Boa Vista, Campina Grande-PB, Cerâmica 25 (112), 87 (1979).

. **SOUZA SANTOS, H.L., Kiyohara, P.K., ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P.**, Estudo de Propriedades de Argilas Esmectíticas (Montmoriloníticas) de Campina Grande, Paraíba, Parte I, Argilas de Diferentes Cores da Localidade de Bravo, Cerâmica 26 (137) 337 (1980).

. **SOUZA SANTOS, H.L., Kiyohara, P.K. ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P.**, Estudo de Propriedades de Argilas Esmectíticas (Montmoriloníticas) de Campina Grande, Paraíba, Parte II, Mor-

fologia de Esmectitas de Diversas Cores das Localidades de Bravo, Lages, e Juá, Cerâmica 27 (134), 81 (1981).

. SPIEGEL, M.R., Estatística - Tradução de Pedro Consetino, Editora MacGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro, 1970.

. TAN, J.K. e FERREIRA, H.C., Influência da Ciclagem Térmica no Coeficiente de Permeabilidade de Argamassas Impermeabilizadas com Argilas Montmoriloníticas, Cerâmica 25 (113), 135 (1979).

. VAN OLPHEN. H., An Introduction to Clay Colloid Chemistry Editora John Willey e Sons, New York, 1977.

. WINTERMYER, A.M. E KINTER, E.B., Dispersing Agents for Particle Size Analysis of Soils, The Physical Research Branch, Bureau of Public Roads. Art. 17, Ch. 30, RSC. 1980.

. ZANDONADI, A.R., Estudos Preliminares sobre as Argilas Verdes de Sacramento como Agentes Tixotrópicos para Fluidos de Perfuração de Poços, Cerâmica 12 (47/48), 43 (1966).

. ZANDONADI, A.R., SOUZA SANTOS, P. e BERGSTROM LOURENÇO, O. Ensaio Preliminares Laboratório de Argilas Montmoriloníticas Visando a Utilização Industrial, Cerâmica, 16 (64), 263 (1970).

. ZANDONADI, A.R., Estudo Tecnológico de Argilas Montmoriloní-
níticas Brasileiras, Tese De Doutorado, USP, São Paulo, 1972. *

. ZANDONADI, A.R., Estudos Recentes de Argilas Montmoriloní-
ticas Realizadas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São
Paulo, Cerâmica 77 (20), 77 (1974).

. ZANDONADI, A.R. e SOUZA SANTOS, P., Propriedades Reológicas
de Montmoriloníticas Brasileiras, Cerâmicas 25 (106), 355
(1978).

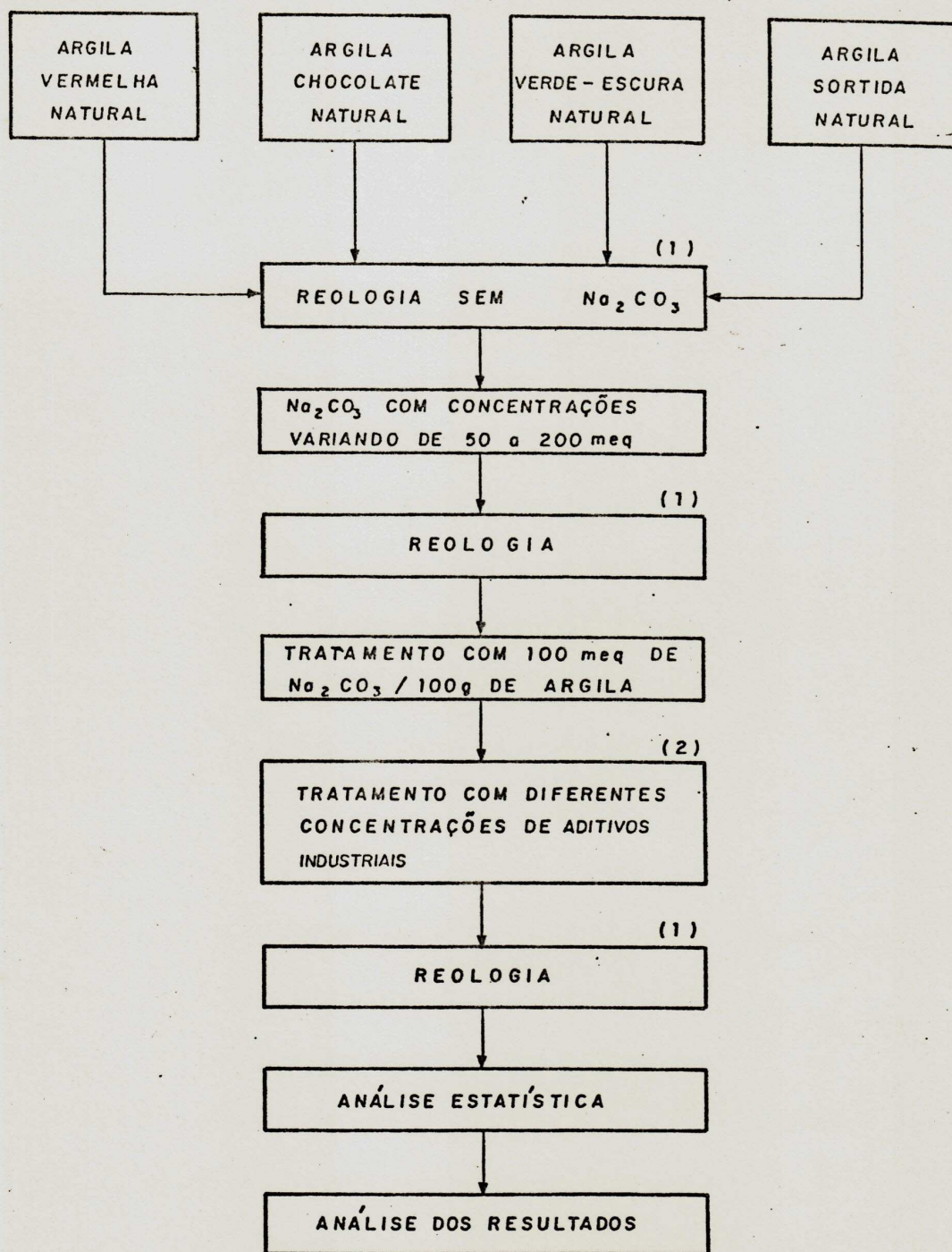


FIGURA A - PROCESSO GLOBAL

OBS:

(1) - PARA A DETERMINAÇÃO REOLÓGICA SÃO FEITAS DISPERSÕES EM CONCENTRAÇÕES DE 6%, OU SEJA, 21 g DE ARGILA/350 ml DE ÁGUA DESTILADA, AGITADA POR 20 min E DEIXADA EM REPOUSO POR 24 h.

(2) - OS ADITIVOS INDUSTRIAIS UTILIZADOS SÃO: PIRÓFOSFATO DE SÓDIO, SILICATO DE SÓDIO, HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO, SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL, FOSFATO DISSÓDICO, CMC (BONIAL BBV-ADS E BONIAL M-110-AS), DISPERLAN-1 E SABÃO OMO.

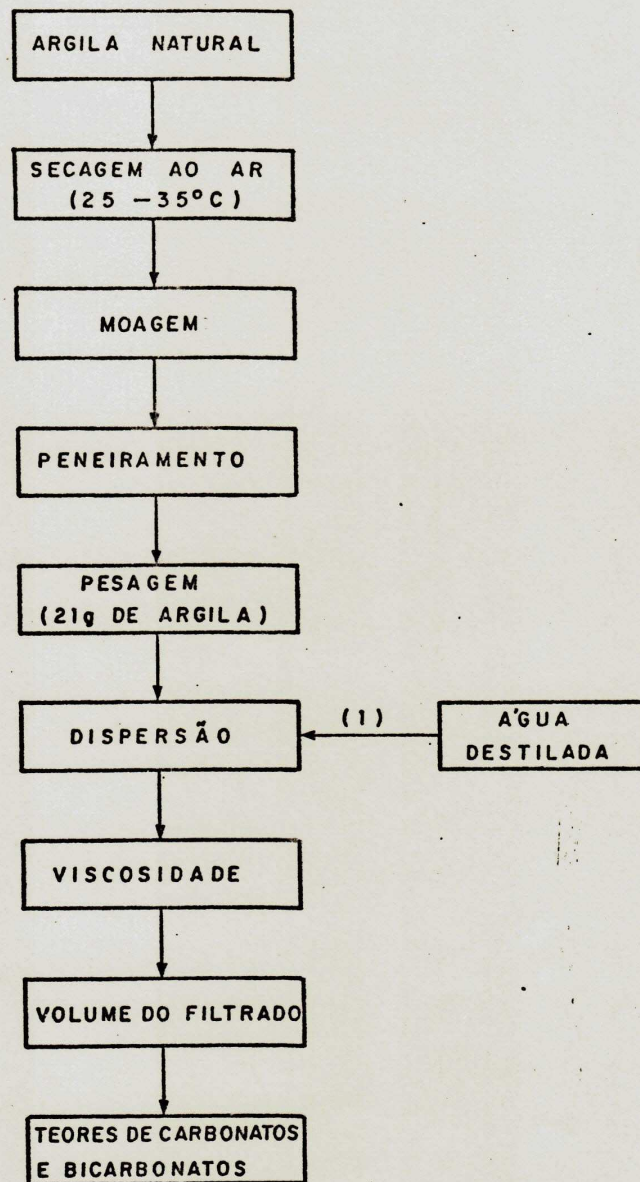


FIGURA B - 1a. ETAPA DO PROCESSO DE ARGILAS ESMECTÍICAS POLICATIÔNICAS.

OBS:

(1) - AS DISPERSÕES SÃO PREPARADAS EM CONCENTRAÇÕES DE 6Z, OU SEJA, 21 g DE ARGILA/350 ml DE ÁGUA DESTILADA, AGITADA POR 20 min E DEIXADA EM REPOUSO POR 24 h.

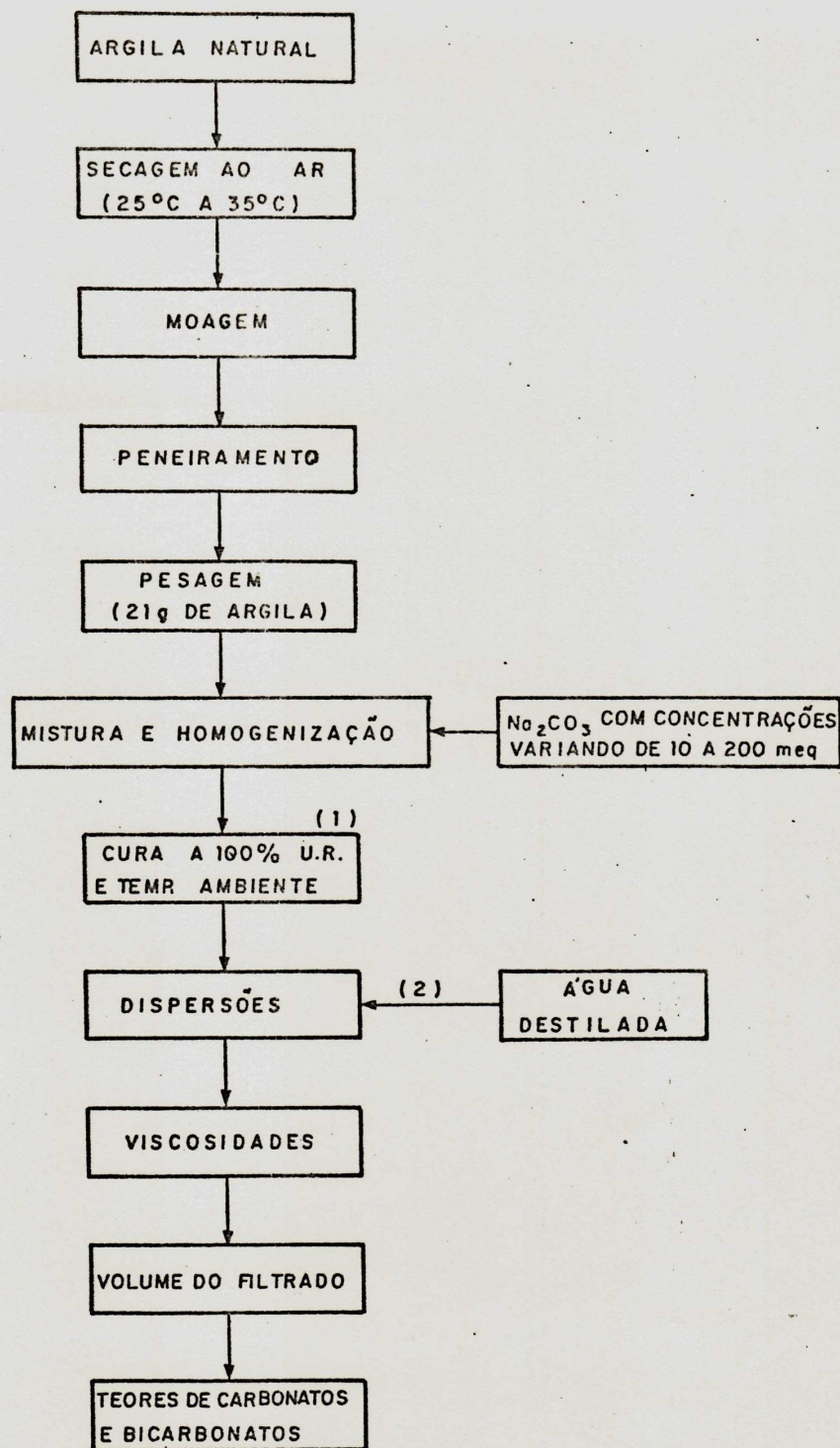


FIGURA C - 2a. ETAPA DO PROCESSO DE TRATAMENTO COM Na_2CO_3 NAS PORPORÇÕES VARIANDO DE 10 A 200 meq/100g DE ARGILA ESMECTÍTICA DE BOA VISTA, MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.

OBS:

(1) - O TRATAMENTO DE CURA À 100% DE UNIDADE RELATIVA E TEMPERATURA AMBIENTE É FEITA EM CÂMARA ÚMIDA POR UM PERÍODO DE 7 DIAS.

(2) - AS DISPERSÕES SÃO PREPARADAS EM CONCENTRAÇÕES DE 6%, OU SEJA, 21 g DE ARGILA/350 ml DE ÁGUA DESTILADA, AGITADA POR 20 min E DEIXADA EM REPOUSO POR 24 h.

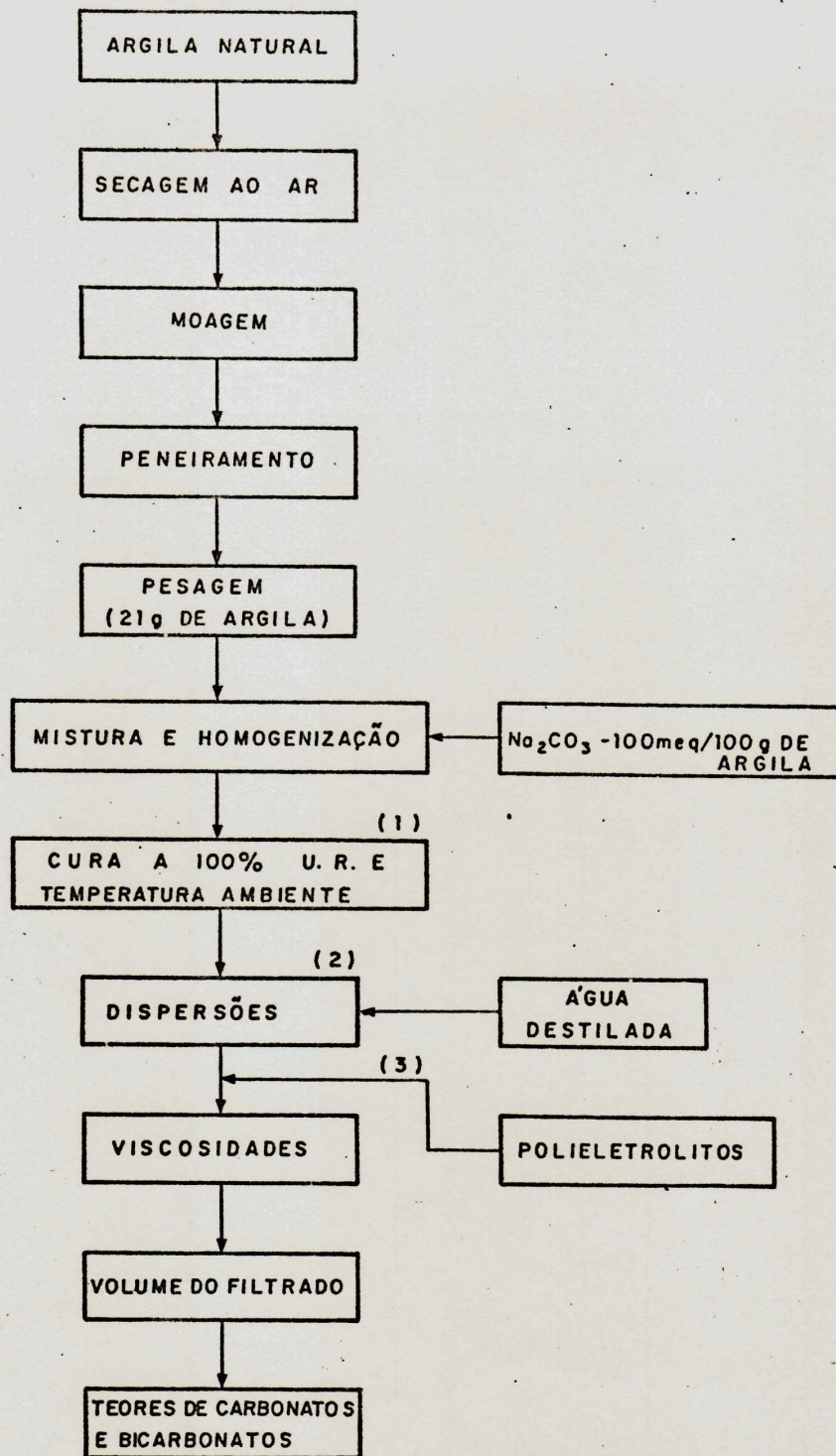


FIGURA D - 3a. ETAPA DO PROCESSO DE TRATAMENTO COM Na_2CO_3 E PORTERIOR TRATAMENTO COM ADITIVOS INDUSTRIAIS DE ARGILA ESMECTÍCA DE BOA VISTA, MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.

OBS:

(1) - O TRATAMENTO DE CURA À 100% DE UNIDADE RELATIVA E TEMPERATURA AMBIENTE É FEITA EM CÂMARA ÚMIDA POR UM PERÍODO DE 7 DIAS.

(2) - AS DISPERSÕES SÃO PREPARADAS EM CONCENTRAÇÕES DE 6%, OU SEJA, 21 g DE ARGILA/350 ml DE ÁGUA DESTILADA, AGITADA POR 20 min E DEIXADA EM REPOUSO POR 24 h.

(3) - O ADITIVO INDUSTRIAL É ADICIONADO A DISPERSÃO, AGITADA POR 5 min. E DEIXADO EM REPOUSO POR 24 h.

TABELA RESUMO 1 - ARGILA ESMECTÍCA DO TIPO VERMELHA. VALORES DAS QUANTIDADES DE ADITIVOS INDUSTRIAIS QUE ATENDE AS ESPECIFICAÇÕES DA PETROBRÁS.

PROPRIEDADES REOLÓGICAS	V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)
ADITIVOS INDUSTRIAIS	CONCENTRAÇÕES DE ADITIVOS		
CARBONATO DE SÓDIO (meq)	40-200	N.S.	40-120
PIROFOSFATO DE SÓDIO (meq)	0,5-5,0	<u>0,5-1,0 E 10,0</u>	0,5-10,0
SILICATO DE SÓDIO (meq)	1,0-30,0	<u>30,0</u>	1,0-2,0; 4,0; 10,0 E 30,0
HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO (meq)	<u>1,0-4,0</u>	1,0-10,0	1,0-10,0
SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL (ml)	<u>0,1-0,4</u>	0,1-2,5	0,1-1,5
FOSFATO DISSÓDICO (g)	0,1-3,0	<u>0,1-0,3 e 0,5</u>	0,1-3,0
DISPERLAN-1 (ml)	<u>0,1-0,2</u>	0,1-0,4; 1,5-2,0 e 3,0	0,1-3,0
CMC BONIAL BBV/ADS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
CMC BONIAL-M 110-AS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
SABÃO OMO (g)	<u>0,5-5,0</u>	<u>0,5-5,0</u>	<u>0,5-5,0</u>
DEFLOCK-A	<u>0,1-0,2</u>	0,1-1,0	0,1-0,5 e 2,0-3,0

LEGENDA - N.S. = Não Satisfaz

TABELA RESUMO 2 - ARGILA ESMECTÍTICA DO TIPO CHOCOLATE. VALORES DAS QUANTIDADES DE ADITIVOS INDUSTRIAIS QUE ATENDE AS ESPECIFICAÇÕES DA PETROBRÁS.

PROPRIEDADES REOLÓGICAS	V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)
ADITIVOS INDUSTRIAIS	CONCENTRAÇÕES DE ADITIVOS		
CARBONATO DE SÓDIO (meq)	50-200	N.S.	N.S.
PIROFOSFATO DE SÓDIO (meq)	0,5-3,0	N.S.	N.S.
SILICATO DE SÓDIO (meq)	1,0-30,0	N.S.	N.S.
HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO (meq)	1,0-1,5	N.S.	4,0
SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL (ml)	0,1	0,4-1,0	N.S.
FOSFATO DISSÓDICO (g)	0,1-0,2	N.S.	1,5
DISPERLAN-1 (ml)	0,1-0,3	0,2-0,4	0,2-0,4 e 1,0-3,0
CMC BONIAL BBV/ADS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
CMC BONIAL-M 110-AS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
SABÃO OMO (g)	0,5-5,0	0,5-5,0	<u>0,5-1,5 e 2,5</u>
DEFLOCK-A	0,1-0,4	0,2-0,5	0,5

LEGENDA - N.S. = Não Satisfaz

TABELA RESUMO 3 - ARGILA ESMECTÍCA DO TIPO VERDE-ESCURA. VALORES DAS QUANTIDADES DE ADITIVOS INDUSTRIAIS QUE ATENDE AS ESPECIFICAÇÕES DA PETROBRÁS.

PROPRIEDADES REOLÓGICAS	V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)
ADITIVOS INDUSTRIAIS	CONCENTRAÇÕES DE ADITIVOS		
CARBONATO DE SÓDIO (meq)	40-200	N.S.	100-200
PIROFOSFATO DE SÓDIO (meq)	0,5-1,0	N.S.	5,0
SILICATO DE SÓDIO (meq)	1,0-30,0	N.S.	10,0-30,0
HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO (meq)	1,0-5,0	N.S.	1,0-10,0
SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL (ml)	0,1-0,5	1,0	0,1 e 0,3-0,5
FOSFATO DISSÓDICO (g)	0,1-2,5	0,4	0,1-0,3 e 0,5-1,0
DISPERLAN-1 (ml)	0,1-0,2	0,2-0,4	0,1-3,0
CMC BONIAL BBV/ADS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
CMC BONIAL-M 110-AS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
SABÃO OMO (g)	0,5-5,0	0,5-5,0	<u>0,5-2,0; 3,0-3,5 e 5,0</u>
DEFLOCK-A	0,1-0,3	N.S.	0,5

LEGENDA - N.S. = Não Satisfaz

TABELA RESUMO 4 - ARGILA ESMECTÍCA DO TIPO SORTIDA. VALORES DAS QUANTIDADES DE ADITIVOS INDUSTRIAIS QUE ATENDE AS ESPECIFICAÇÕES DA PETROBRÁS.

PROPRIEDADES REOLÓGICAS	V.A.(cP)	V.P.(cP)	V.F.(ml)
ADITIVOS INDUSTRIAIS	CONCENTRAÇÕES DE ADITIVOS		
CARBONATO DE SÓDIO (meq)	N.S.	N.S.	N.S.
PIROFOSFATO DE SÓDIO (meq)	N.S.	N.S.	N.S.
SILICATO DE SÓDIO (meq)	N.S.	20,0-30,0	N.S.
HEXAMETAFOFATO DE SÓDIO (meq)	N.S.	2,0	1,0 e 5,0-10,0
SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL (ml)	N.S.	N.S.	N.S.
FOSFATO DISSÓDICO (g)	N.S.	0,1-0,3	0,2 e 0,5
DISPERLAN-1 (ml)	0,1	0,1	2,5-3,0
CMC BONIAL BBV/ADS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
CMC BONIAL-M 110-AS (g)	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>	<u>1,0-5,0</u>
SABÃO OMO (g)	0,5-5,0	0,5-5,0	N.S.
DEFLOCK-A	N.S.	0,1-0,3 e 0,5	N.S.

LEGENDA - N.S. = Não Satisfaz

TABELA 01 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Policatiônicas Submetidas a Cura de Sete dias à 100% U.R. e Temperatura Ambiente.

Nº AMOSTRA	DA ARGILA	TIPO DE ARGILA	VISCOSIDADES			CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
1		Vermelha	3,40	2,80	45,00	0,00	0,50
2		Chocolate	2,90	1,50	51,00	0,00	0,60
3		Verde-Escura	3,30	2,50	42,00	0,00	0,40
4		Sortida	4,70	3,00	33,00	0,00	0,60

TABELA 02 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) com Cura de 7 dias à 100% U.R. e Temperatura Ambiente.

Nº	DA	meq/100g de ARGILA de Na_2CO_3	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	3,40	2,80	45,00	0,00	0,50	
02		10,0	4,00	2,70	23,70	1,50	2,00	
03		20,0	8,00	4,00	19,00	2,30	4,50	
04		40,0	17,30	4,00	15,50	4,70	4,50	
05		50,0	21,60	4,30	15,50	7,30	4,10	
06		80,0	39,30	1,30	15,70	15,30	6,40	
07		100,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60	
08		120,0	39,50	0,50	15,70	29,70	10,00	
09		140,0	41,00	0,70	16,50	37,00	11,00	
10		150,0	36,60	0,70	16,70	42,70	13,90	
11		180,0	35,10	0,50	16,30	62,00	15,00	
12		200,0	30,50	2,30	17,00	83,50	21,60	

TABELA 03 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) com Cura de 7 dias à 100% U.R. e Temperatura Ambiente.

Nº DA AMOSTRA	meq/100 de ARGILA de Na_2CO_3	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
01	00,0	2,90	1,50	51,00	0,00	0,60
02	10,0	3,60	2,40	37,30	0,70	2,10
03	20,0	7,10	4,00	24,70	2,50	3,70
04	40,0	12,30	4,30	20,50	3,30	4,70
05	50,0	17,30	3,70	18,50	7,30	6,00
06	80,0	23,30	0,50	20,00	13,30	12,70
07	100,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
08	120,0	25,00	1,00	19,50	33,70	10,50
09	140,0	25,00	1,00	20,30	43,30	11,70
10	150,0	25,60	1,00	20,00	52,50	11,90
11	180,0	25,00	0,70	23,00	64,00	18,00
12	200,0	24,00	1,00	24,30	87,70	16,50

TABELA 04 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas do Tipo Verde-Escura, Tratadas com Diferentes Concentrações de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) com Cura de 7 dias à 100% U.R. e temperatura Ambiente.

Nº DA AMOSTRA	meq/100g de ARGILA de Na_2CO_3	VISCOSIDADES				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
01	0,0	3,30	2,50	42,00	0,00	0,40
02	10,0	3,10	2,00	25,00	1,00	3,00
03	20,0	7,70	4,00	19,70	2,00	6,10
04	40,0	15,00	4,00	17,70	5,70	4,90
05	50,0	19,00	3,00	17,50	10,50	7,10
06	80,0	27,30	0,50	17,00	21,00	15,50
07	100,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
08	120,0	28,30	1,00	16,00	46,70	10,70
09	140,0	26,50	1,50	16,30	65,00	16,00
10	150,0	24,40	1,00	17,00	60,30	21,30
11	180,0	23,50	1,00	18,00	76,30	27,00
12	200,0	20,00	1,70	19,00	95,00	15,90

TABELA 05 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) com Cura de 7 dias à 100% U.R. e temperatura Ambiente.

Nº	DA	meq/100g de ARGILA de Na_2CO_3	<u>VISCOSIDADES</u>				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	4,70	3,00	33,00	0,00	0,60	
02		10,0	4,00	2,30	49,70	2,00	2,00	
03		20,0	6,00	3,30	30,50	4,30	2,40	
04		40,0	8,50	3,70	25,00	5,00	3,00	
05		50,0	10,10	4,30	24,00	5,30	4,60	
06		80,0	12,30	5,00	23,00	12,50	6,90	
07		100,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
08		120,0	11,90	5,00	20,00	30,00	11,30	
09		140,0	11,00	5,00	20,50	37,30	12,10	
10		150,0	11,00	5,00	21,00	47,30	10,70	
11		180,0	09,40	4,50	21,50	60,70	19,10	
12		200,0	09,00	4,50	19,70	75,50	20,00	

TABELA 06 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações de Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA meq de Pirofosfato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	CO_3^- (meq/l)
01	0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02	0,5	29,30	6,00	14,30	28,30	6,40
03	1,0	25,40	7,00	15,00	26,30	9,60
04	1,5	22,50	5,25	14,00	19,00	12,50
05	2,0	19,50	4,75	15,00	22,50	11,70
06	2,5	16,90	5,50	14,50	25,00	9,10
07	3,0	17,00	5,50	14,50	23,00	9,50
08	4,0	16,90	5,50	14,50	17,00	19,50
09	5,0	17,00	5,50	14,50	21,50	14,12
10	10,0	14,00	6,00	14,30	13,50	18,10

TABELA 07 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações de Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA meq de Pirofosfato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
01	0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02	0,5	22,70	1,70	20,30	27,00	8,90
03	1,0	20,30	1,50	20,70	31,00	6,30
04	1,5	17,70	1,70	20,30	30,00	7,50
05	2,0	17,90	2,50	18,70	26,50	8,70
06	2,5	16,70	2,70	18,70	27,00	7,10
07	3,0	15,40	4,00	18,70	26,30	10,60
08	4,0	12,70	4,00	19,00	25,00	12,40
09	5,0	11,50	4,50	18,00	27,00	11,00
10	10,0	12,10	5,00	17,50	26,00	14,30

TABELA 08 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-Escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações de Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA meq de Pirofosfato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
01	0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
02	0,5	17,10	2,00	18,30	32,50	13,10
03	1,0	15,30	2,70	18,50	36,00	15,00
04	1,5	14,70	3,50	18,00	39,50	8,10
05	2,0	13,70	3,50	19,00	40,50	7,30
06	2,5	13,00	3,50	17,50	31,50	12,30
07	3,0	12,00	4,00	17,00	34,50	13,30
08	4,0	9,50	4,00	17,50	36,00	10,50
09	5,0	8,50	3,70	16,00	27,00	12,00
10	10,0	8,50	4,00	16,30	28,50	20,00

TABELA 09 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações de Pirofosfato de Sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA meq de Pirofosfato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
01	0,0	11,30	5,00	21,70	22,70	6,60
02	0,5	8,60	5,00	20,70	12,70	11,70
03	1,0	7,50	4,70	20,30	18,50	8,50
04	1,5	6,50	4,50	18,50	19,00	7,70
05	2,0	5,50	4,30	20,00	19,50	11,30
06	2,5	5,40	4,00	18,70	21,30	13,00
07	3,0	5,60	4,30	18,30	22,70	12,30
08	4,0	5,30	4,00	18,70	23,50	15,70
09	5,0	4,90	3,70	17,70	17,00	6,50
10	10,0	4,60	3,50	17,70	21,30	13,30

TABELA 10 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	meq de Silicato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>			CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01		0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02		1,0	33,00	3,50	15,70	19,50	2,00
03		2,0	31,50	2,00	16,00	20,50	2,70
04		3,0	30,40	1,70	16,70	18,30	12,70
05		4,0	33,00	2,00	16,00	17,50	13,50
06		6,0	33,00	1,30	16,30	18,30	10,70
07		8,0	33,60	2,30	16,30	20,00	10,00
08		10,0	26,90	4,50	16,00	20,30	4,70
09		20,0	24,30	5,50	16,50	21,30	4,50
10		30,0	24,40	7,50	15,70	27,50	12,00

TABELA 11 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	meq de Silicato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00	
02		1,0	18,30	3,50	20,00	8,70	1,50	
03		2,0	21,00	3,00	19,70	7,30	5,50	
04		3,0	18,60	4,30	21,70	9,70	3,30	
05		4,0	24,00	2,50	20,50	16,70	28,00	
06		6,0	25,00	2,50	21,00	20,50	29,00	
07		8,0	23,30	1,50	22,00	20,00	37,50	
08		10,0	27,50	1,30	22,50	27,00	26,00	
09		20,0	25,70	2,70	22,00	25,50	19,50	
10		30,0	23,50	5,30	22,00	27,30	17,50	

TABELA 12 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-escura, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	meq de Silicato de sódio	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	33,00	0,50	15,00	21,00	15,50	
02		1,0	30,40	1,30	16,30	31,30	4,30	
03		2,0	29,50	1,00	16,50	30,50	12,00	
04		3,0	30,50	1,00	18,00	31,50	11,00	
05		4,0	29,70	0,70	17,70	36,30	15,00	
06		6,0	28,50	1,00	17,00	34,50	15,50	
07		8,0	28,10	1,00	16,30	35,00	13,50	
08		10,0	28,00	0,70	16,00	35,30	15,50	
09		20,0	25,00	2,00	16,00	34,70	17,50	
10		30,0	21,70	3,00	15,70	36,50	18,30	

TABELA 13 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	meq de Silicato de Sódio	<u>VISCOSIDADES</u>				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
02		1,0	7,70	5,00	21,30	20,50	14,00	
03		2,0	8,90	5,00	20,00	18,00	6,70	
04		3,0	9,30	4,70	19,70	18,70	5,30	
05		4,0	9,60	4,70	21,00	19,50	4,70	
06		6,0	8,60	5,00	21,00	19,70	8,00	
07		8,0	8,00	5,00	20,70	19,50	7,30	
08		10,0	7,70	4,70	21,00	23,00	15,70	
09		20,0	8,70	6,00	19,00	30,70	26,00	
10		30,0	9,40	6,70	19,00	29,70	24,30	

TABELA 14 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Hexametáfosfato de Sódio $(Na PO_3)_x$ com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Hexameta- fosfato de Sódio	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60	
02		1,0	18,60	7,30	11,00	16,30	4,50	
03		1,5	25,00	7,70	11,50	15,30	9,50	
04		2,0	19,00	6,00	10,70	16,30	5,30	
05		3,0	16,40	7,00	12,50	14,30	5,70	
06		4,0	21,00	8,30	11,30	19,70	17,00	
07		5,0	12,70	6,30	11,30	13,50	15,00	
08		6,0	13,70	6,70	12,00	14,70	10,00	
09		8,0	10,60	6,70	11,50	14,00	10,30	
10		10,0	10,70	7,00	12,50	14,70	12,00	

TABELA 15 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Hexametafosfato de Sódio $(Na PO_3)_x$ com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Hexameta- fosfato de Sódio	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00	
02		1,0	16,90	2,30	18,00	37,50	17,50	
03		1,5	15,50	4,00	18,00	19,50	24,00	
04		2,0	15,00	4,00	18,00	19,50	26,00	
05		3,0	12,30	4,60	16,50	20,70	24,50	
06		4,0	11,50	4,00	15,00	22,50	27,50	
07		5,0	10,50	4,00	18,00	17,30	21,30	
08		6,0	10,10	4,30	16,30	21,30	14,70	
09		8,0	9,70	4,70	18,30	21,00	25,00	
10		10,0	7,60	3,70	19,00	19,30	14,00	

TABELA 16 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Hexametáfosfato de Sódio $(Na PO_3)_x$ com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Hexameta- fosfato de Sódio	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40	
02		1,0	22,70	1,70	15,50	35,50	18,00	
03		1,5	20,40	2,30	15,30	27,00	17,00	
04		2,0	19,90	2,50	15,00	26,30	26,70	
05		3,0	18,00	2,50	14,30	31,00	9,00	
06		4,0	15,70	4,00	14,50	23,30	12,30	
07		5,0	15,10	4,00	14,70	35,50	16,70	
08		6,0	12,50	4,30	15,00	17,70	20,70	
09		8,0	10,90	4,00	14,30	27,00	25,30	
10		10,0	9,50	4,50	13,70	18,50	7,50	

TABELA 17 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em meq de Hexametáfosfato de Sódio $(Na PO_3)_x$ com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Hexameta- fosfato de Sódio	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
02		1,0	9,70	5,50	14,30	21,70	9,50	
03		1,5	9,60	5,50	17,00	17,50	1,50	
04		2,0	8,30	8,00	17,50	21,70	7,50	
05		3,0	7,70	5,70	18,00	21,70	4,70	
06		4,0	8,00	5,70	17,00	21,30	5,50	
07		5,0	7,60	5,70	15,00	16,70	7,70	
08		6,0	7,60	5,50	15,00	16,70	16,00	
09		8,0	6,30	4,00	15,30	16,50	16,50	
10		10,0	5,70	4,30	15,50	18,30	15,00	

TABELA 18 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Silicato de Sódio Industrial ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Silicato de Sódio Industrial	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60	
02		0,1	15,70	9,00	13,50	21,70	8,00	
03		0,2	18,30	9,00	13,50	20,50	7,50	
04		0,3	18,30	10,00	14,00	20,70	7,50	
05		0,4	16,30	9,10	14,00	20,00	11,50	
06		0,5	14,50	9,50	13,70	19,70	13,50	
07		1,0	8,00	6,00	15,30	48,70	53,50	
08		1,5	9,40	7,30	15,30	50,70	47,50	
09		2,0	8,10	6,30	17,00	61,30	74,70	
10		2,5	7,90	6,00	17,00	69,70	86,70	
11		3,0	7,40	5,50	16,30	85,00	118,00	

TABELA 19 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Silicato de Sódio Industrial ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Silicato de Sódio Industrial	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00	
02		0,1	20,30	3,30	20,30	33,30	4,00	
03		0,2	14,50	5,50	21,00	33,50	6,50	
04		0,3	11,50	5,70	20,70	21,50	7,50	
05		0,4	13,00	7,50	20,70	23,00	9,30	
06		0,5	10,40	6,00	21,70	23,70	10,00	
07		1,0	7,70	6,30	22,30	29,70	21,50	
08		1,5	6,40	5,30	23,30	46,50	48,30	
09		2,0	5,90	4,70	26,50	64,70	85,50	
10		2,5	5,50	4,50	24,00	66,70	78,30	
11		3,0	6,00	4,70	24,50	64,30	75,00	

TABELA 20 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Silicato de Sódio Industrial ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Silicato de Sódio Industrial	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40	
02		0,1	26,30	2,70	15,00	28,30	13,50	
03		0,2	24,40	5,30	16,70	31,50	11,50	
04		0,3	22,70	4,00	15,50	30,50	11,30	
05		0,4	17,40	5,50	16,00	33,30	12,00	
06		0,5	15,00	4,70	14,70	37,00	20,30	
07		1,0	9,70	7,70	16,30	45,50	37,70	
08		1,5	6,50	5,00	18,30	54,30	49,50	
09		2,0	5,70	4,50	21,30	112,00	146,00	
10		2,5	5,90	4,00	17,00	102,50	130,50	
11		3,0	5,50	4,00	17,70	107,70	122,70	

TABELA 21 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Soprtida, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Silicato de Sódio Industrial ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	meq de Silicato de Sódio Industrial	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
02		0,1	7,90	5,50	19,00	25,70	20,70	
03		0,2	6,90	4,50	19,30	27,70	20,70	
04		0,3	8,40	5,30	20,50	22,00	14,50	
05		0,4	6,60	5,30	21,30	32,00	30,00	
06		0,5	6,70	5,50	20,00	33,70	35,00	
07		1,0	5,50	4,30	20,70	47,50	60,70	
08		1,5	5,00	4,00	21,00	62,50	89,00	
09		2,0	4,70	3,00	28,30	72,30	112,00	
10		2,5	4,70	3,70	23,00	85,00	117,50	
11		3,0	4,70	3,50	23,70	109,00	173,50	

TABELA 22 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Fosfato Dissódico (Na_2HPO_4) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	g de Fosfato Dissódico	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60	
02		0,1	17,90	6,30	14,30	15,50	11,30	
03		0,2	16,50	7,00	14,70	17,50	9,50	
04		0,3	15,50	6,30	15,30	20,70	10,50	
05		0,4	16,60	5,30	12,30	17,50	39,50	
06		0,5	15,50	6,00	12,00	29,30	22,00	
07		1,0	16,60	5,50	12,00	13,00	39,70	
08		1,5	15,40	5,50	11,70	45,50	57,50	
09		2,0	15,90	5,50	10,50	21,00	85,30	
10		2,5	16,40	5,70	10,30	21,00	97,50	
11		3,0	15,90	5,30	10,10	21,00	106,00	

TABELA 23 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Fosfato Dissódico (Na_2HPO_4) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	g de Fosfato Dissódico	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00	
02		0,1	16,50	4,30	16,70	20,00	12,70	
03		0,2	16,40	5,50	18,00	15,00	22,00	
04		0,3	14,40	5,30	17,00	15,00	31,00	
05		0,4	13,90	5,30	17,50	15,00	44,50	
06		0,5	12,60	5,50	17,50	18,50	35,50	
07		1,0	12,70	5,30	17,50	18,50	47,50	
08		1,5	12,70	3,70	16,00	35,70	134,00	
09		2,0	12,00	4,70	16,70	30,30	151,50	
10		2,5	11,40	4,30	18,00	31,30	201,00	

TABELA 24 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-Escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Fosfato Dissódico (Na_2HPO_4) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	g de Fosfato Dissódico	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	33,00	0,50	15,50	39,70	13,40	
02		0,1	21,70	3,50	15,30	19,70	37,00	
03		0,2	20,70	3,00	15,00	21,30	31,70	
04		0,3	19,10	5,00	15,50	25,70	25,00	
05		0,4	21,50	6,30	16,50	34,00	21,30	
06		0,5	19,50	5,50	14,30	25,00	18,70	
07		1,0	19,40	3,50	15,70	31,70	37,70	
08		1,5	16,40	3,50	19,50	26,30	80,70	
09		2,0	15,30	3,00	19,30	33,30	129,70	
10		2,5	16,30	2,50	20,50	32,50	125,50	

TABELA 25 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Fosfato Dissódico (Na_2HPO_4) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	g de Fosfato Dissódico	VISCOSIDADES				CO_3^{2-} (meq/l)	HCO_3^- (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
02		0,1	10,00	6,00	18,00	17,00	30,00	
03		0,2	10,40	6,30	13,30	15,70	22,30	
04		0,3	10,30	6,00	18,00	16,30	41,70	
05		0,4	10,00	5,70	17,50	22,30	36,50	
06		0,5	11,00	5,70	14,30	20,30	28,50	
07		1,0	10,00	5,70	17,30	24,70	45,70	
08		1,5	9,60	5,30	19,50	28,50	169,00	
09		2,0	8,70	5,00	19,30	30,70	171,00	
10		2,5	8,40	4,70	20,50	27,30	192,70	

TABELA 26 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Disperlan-1 com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA ml de Disperlan-1	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	24,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02	0,1	19,90	8,70	11,00	14,70	5,00
03	0,2	17,00	9,70	15,00	21,00	3,00
04	0,3	10,50	6,50	11,50	17,50	3,50
05	0,4	9,30	6,50	11,30	19,50	4,50
06	0,5	9,30	5,50	14,00	19,70	7,00
07	1,0	8,00	5,30	13,50	20,70	21,00
08	1,5	8,50	6,00	13,00	22,30	31,00
09	2,0	7,90	6,00	12,30	23,70	38,70
10	2,5	7,70	5,50	12,30	24,00	49,50
11	3,0	7,70	6,00	10,50	17,50	35,50

TABELA 27 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Disperlan-1 com Cura de 24 horas.

Nº	DA	ml de	<u>VISCOSIDADES</u>			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
			AMOSTRA	Disperlan-1	V.A.		
			(cP)	(cP)	(ml)		
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02		0,1	25,30	4,50	19,30	23,30	15,30
03		0,2	19,70	12,30	15,70	24,00	8,00
04		0,3	16,00	8,00	14,70	27,30	6,30
05		0,4	14,50	8,00	14,70	26,00	10,50
06		0,5	7,60	5,30	16,30	26,30	4,50
07		1,0	6,50	4,30	16,00	26,30	11,70
08		1,5	6,40	5,00	14,00	31,70	24,30
09		2,0	5,90	4,50	13,50	31,00	45,70
10		2,5	5,90	4,30	13,70	29,50	65,30
11		3,0	5,60	4,00	13,00	28,70	64,30

TABELA 28 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-Escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Disperlan-1 com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA ml de Disperlan-1	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
02	0,1	26,30	3,70	13,00	21,00	1,70
03	0,2	22,60	12,30	12,70	28,70	7,50
04	0,3	14,40	6,70	11,00	21,30	7,70
05	0,4	7,10	6,00	12,00	30,30	7,50
06	0,5	6,10	4,00	14,50	28,50	25,00
07	1,0	5,10	3,50	14,30	26,30	26,70
08	1,5	4,90	3,50	14,30	22,50	42,50
09	2,0	4,70	3,50	11,50	33,30	55,00
10	2,5	4,40	3,00	13,00	37,50	71,50
11	3,0	4,70	3,30	12,50	39,00	73,00

TABELA 29 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Disperlan-1 com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA ml de Disperlan-1	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60
02	0,1	15,50	8,30	17,30	20,70	9,50
03	0,2	6,50	4,70	17,50	20,70	7,00
04	0,3	5,90	4,30	18,50	20,70	24,00
05	0,4	5,30	3,50	17,70	15,70	26,70
06	0,5	5,30	3,50	18,00	15,70	28,30
07	1,0	4,90	3,00	18,00	21,00	29,50
08	1,5	4,70	2,30	18,70	27,70	24,30
09	2,0	4,70	3,00	16,70	19,00	76,00
10	2,5	4,60	3,30	15,30	22,00	62,30
11	3,0	4,60	3,00	15,70	25,30	132,70

TABELA 30 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações, em g de CMC (Bonial BBV/ADS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA g de CMC - Bonial BBV /ADS	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02	1,0	63,30	19,50	9,00	18,30	20,00
03	2,0	91,10	34,70	8,30	17,50	16,50
04	2,5	102,70	40,70	8,00	12,00	3,00
05	3,0	108,40	41,00	7,50	11,50	11,00
06	3,5	124,00	46,70	7,50	9,50	10,00
07	4,0	139,40	50,50	7,00	9,30	16,00
08	4,2	147,70	54,50	7,70	15,70	15,50
09	4,5	150,00	54,00	7,30	10,00	12,50
10	5,0	150,00	35,00	7,00	10,00	17,00

TABELA 31 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial BBV/ADS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA g de CMC - Bonial BBV/ ADS	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02	1,0	51,00	12,70	11,00	13,00	16,50
03	2,0	72,90	25,70	11,00	13,50	17,30
04	2,5	84,90	28,50	9,50	18,70	16,70
05	3,0	92,00	27,50	8,70	17,30	15,00
06	3,5	106,30	39,50	8,00	18,30	16,00
07	4,0	116,50	43,00	9,00	12,70	20,00
08	4,2	114,60	43,00	9,00	11,50	15,30
09	4,5	118,30	43,50	9,50	12,50	28,50
10	5,0	127,30	50,50	9,00	11,00	18,50

TABELA 32 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-Escura, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial BBV/ADS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA Bonial BBV /ADS	g de CMC - <u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	33,00	0,50	15,00	29,70	13,40
02	1,0	31,50	8,30	10,50	26,50	15,50
03	2,0	47,50	16,00	8,70	21,50	13,50
04	2,5	55,30	22,00	8,70	17,30	21,00
05	3,0	68,10	29,00	8,50	16,50	20,30
06	3,5	74,90	32,30	8,50	14,50	15,70
07	4,0	82,90	36,70	7,70	14,00	18,50
08	4,2	84,30	37,30	7,50	14,00	22,50
09	4,5	87,50	40,00	7,50	10,00	16,70
10	5,0	105,40	50,30	8,00	15,00	17,50

TABELA 33 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial BBV/ADS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA Bonial BBV /ADS	g de CMC - <u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60
02	1,0	29,60	13,70	12,50	15,50	24,00
03	2,0	46,60	23,30	10,50	16,00	20,70
04	2,5	55,70	29,00	9,50	14,70	18,50
05	3,0	64,50	33,30	9,00	15,00	15,50
06	3,5	79,90	40,70	8,50	14,70	15,00
07	4,0	81,50	44,00	8,50	15,50	16,30
08	4,2	87,70	48,00	8,70	12,70	19,50
09	4,5	92,00	49,70	8,50	17,30	13,30
10	5,0	103,10	55,70	8,50	14,70	12,70

TABELA 34 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial M-110-AS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA Bonial M-110-AS	g de CMC	<u>VISCOSIDADES</u>				
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0		45,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02	1,0		83,50	22,00	11,50	16,50	10,00
03	2,0		115,00	38,50	9,00	13,00	9,20
04	2,5		140,00	42,00	8,00	11,50	7,00
05	3,0		150,00	42,50	7,00	8,50	7,50
06	3,5		150,00	46,00	7,00	6,50	11,00
07	4,0		150,00	50,00	7,00	7,50	6,00
08	4,2		150,00	51,00	6,50	7,50	6,80
09	4,5		150,00	53,00	6,00	7,50	8,00
10	5,0		150,00	55,00	5,50	7,50	10,00

TABELA 35 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial M-110-AS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA Bonial M-110-AS	g de CMC	VISCOSIDADES				
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01		0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02		1,0	113,50	18,00	11,50	18,30	10,00
03		2,0	124,50	35,50	11,00	15,50	8,50
04		2,5	146,00	41,00	10,70	14,50	7,00
05		3,0	150,00	38,50	9,00	12,50	6,00
06		3,5	150,00	>38,50	8,00	11,50	6,00
07		4,0	150,00	>38,50	7,00	11,00	5,00
08		4,2	150,00	>38,50	6,70	11,00	5,00
09		4,5	150,00	>38,50	6,00	10,70	5,80
10		5,0	190,40*	79,60*	5,50	10,00	5,00

* Extrapolado

TABELA 36 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmectíticas Sódicas do Tipo Verde-Escuro, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de CMC (Bonial M-110-AS) com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA g de CMC Bonial M-110-AS	<u>VISCOSIDADES</u>			CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01	0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
02	1,0	75,30	21,50	8,50	20,00	6,50
03	2,0	103,00	40,00	8,50	18,00	1,00
04	2,5	118,00	41,00	9,00	17,00	2,00
05	3,0	132,50	36,00	8,70	16,00	1,50
06	3,5	150,00	40,00	8,50	16,00	1,70
07	4,0	>150,00	>40,00	8,00	15,50	1,50
08	4,2	>150,00	>40,00	7,00	15,00	1,50
09	4,5	>150,00	>40,00	7,00	15,50	1,70
10	5,0	>195,00*	>54,20*	7,00	15,30	1,50

* Extrapolado

TABELA 37 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações, em g de CMC (Bonial M-110-AS) com Cura de 24 horas.

Nº	DA	g de CMC Bonial M-110-AS	<u>VISCOSIDADES</u>				CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)			
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60	
02		1,0	62,40	26,30	12,00	14,50	20,50	
03		2,0	98,50	34,50	10,50	16,00	18,50	
04		2,5	142,00	47,70	11,00	12,00	23,00	
05		3,0	150,00	27,00	10,00	13,00	18,00	
06		3,5	150,00	25,00	9,00	12,00	14,00	
07		4,0	150,00	23,00	8,50	17,50	16,00	
08		4,2	150,00	22,00	9,50	11,00	19,00	
09		4,5	150,00	22,00	9,50	15,00	11,50	
10		5,0	150,00	22,00	8,00	16,00	11,50	

TABELA 38 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Sabão Omo em pó com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA g de Sabão Omo	<u>VISCOSIDADES</u>					CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)				
01	0,0	45,40	5,00	16,70		23,00	8,60	
02	0,5	42,60	27,30	10,00		11,50	7,00	
03	1,0	37,30	25,00	12,50		12,00	27,00	
04	1,5	52,30	30,50	11,00		27,50	18,00	
05	2,0	42,70	28,70	13,00		20,00	25,50	
06	2,5	52,30	28,70	9,00		30,50	12,00	
07	3,0	54,70	28,00	13,00		43,70	10,70	
08	3,5	47,50	29,50	13,00		59,00	3,50	
09	4,0	45,30	29,50	13,50		58,00	16,00	
10	5,0	44,30	29,00	14,00		61,00	12,70	

TABELA 39 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Sabão Omo em pó com Cura de 24 horas.

Nº DA AMOSTRA	g de Sabão Omo	<u>VISCOSIDADES</u>			CO ²⁻ ₃ (meq/l)	HCO ⁻ ₃ (meq/l)
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01	0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02	0,5	46,30	29,50	12,30	26,50	8,70
03	1,0	42,00	26,00	14,50	35,50	5,30
04	1,5	53,70	31,00	15,00	42,50	5,70
05	2,0	43,30	25,50	16,50	42,50	26,30
06	2,5	55,30	32,00	15,50	50,00	41,50
07	3,0	54,70	31,00	16,70	52,00	34,00
08	3,5	55,70	31,70	17,00	51,50	35,50
09	4,0	56,30	31,50	17,50	65,00	27,70
10	5,0	57,90	32,30	19,00	80,50	30,70

Tabela 40 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Verde-Escura, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Sabão Omo em pó com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	g de Sabão Omo	<u>VISCOSIDADES</u>			CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01		0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
02		0,5	40,60	23,70	16,00	30,00	11,30
03		1,0	45,50	27,00	15,00	32,00	13,00
04		1,5	50,12	28,50	15,50	35,00	13,10
05		2,0	49,50	28,50	16,00	38,00	21,30
06		2,5	49,70	29,00	16,50	40,00	21,80
07		3,0	47,10	27,00	16,00	45,00	18,90
08		3,5	53,50	29,50	16,00	50,00	19,40
09		4,0	52,30	28,50	16,50	54,00	21,90
10		5,0	52,00	28,30	15,00	60,00	19,50

TABELA 41 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em g de Sabão Omo em pó com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA	g de Sabão Omo	<u>VISCOSIDADES</u>			CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
			V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01		0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60
02		0,5	34,70	14,00	21,00	31,30	18,00
03		1,0	47,50	26,50	16,70	35,70	7,00
04		1,5	48,70	18,90	18,50	30,50	15,50
05		2,0	56,30	31,70	20,00	61,50	12,00
06		2,5	53,70	28,70	16,50	52,50	12,00
07		3,0	43,50	23,50	17,00	48,00	12,00
08		3,5	60,10	34,50	16,70	50,00	19,30
09		4,0	50,40	29,30	17,50	49,50	22,00
10		5,0	48,50	27,50	16,30	66,00	15,00

TABELA 42 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Vermelha, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Deflock A com Cura de 24 horas.

Nº DA AMOSTRA	ml de Deflock A	VISCOSIDADES			CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)		
01	0,0	45,40	0,50	16,70	23,00	8,60
02	0,1	22,00	7,50	11,40	12,50	17,50
03	0,2	15,50	7,50	12,90	14,50	14,00
04	0,3	11,00	7,50	15,00	26,00	9,00
05	0,4	10,00	6,50	12,90	24,00	9,00
06	0,5	7,70	6,50	15,00	32,50	1,00
07	1,0	6,70	6,00	16,80	61,00	18,50
08	1,5	6,00	5,50	18,00	90,00	48,00
09	2,0	5,70	5,50	15,80	113,00	69,00
10	3,0	6,00	5,00	15,80	130,50	73,00

TABELA 43 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Chocolate, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Deflock A com Cura de 24 horas.

Nº DA AMOSTRA	ml de Deflock A	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	24,40	0,70	18,70	14,00	12,00
02	0,1	34,50	5,00	18,00	28,30	20,00
03	0,2	20,70	6,00	17,20	25,00	22,50
04	0,3	18,00	8,00	18,00	32,50	19,00
05	0,4	16,00	8,00	17,20	35,00	22,00
06	0,5	13,00	8,00	15,80	34,70	22,50
07	1,0	6,50	5,00	18,60	41,20	22,50
08	1,5	6,50	5,00	18,60	47,50	21,00
09	2,0	5,70	5,50	20,10	94,50	43,00
10	3,0	5,70	5,00	18,60	138,00	79,50

TABELA 44 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas sódicas do Tipo Verde-Escura, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Deflock A com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA ml de Deflock A	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	33,00	0,50	15,00	39,70	13,40
02	0,1	22,30	1,50	17,20	33,50	14,00
03	0,2	24,00	4,00	16,50	31,00	8,00
04	0,3	15,00	5,50	17,20	37,50	3,00
05	0,4	12,70	5,50	16,50	39,00	6,50
06	0,5	9,50	5,50	15,80	35,50	12,50
07	1,0	6,00	5,00	16,50	50,00	10,50
08	1,5	4,50	4,00	16,50	85,00	24,00
09	2,0	4,30	4,00	18,00	97,50	35,50
10	3,0	3,70	3,50	17,20	135,00	70,00

TABELA 45 - Propriedades Reológicas, Teores de Carbonatos e Bicarbonatos de Dispersões de Argilas Esmeclíticas Sódicas do Tipo Sortida, Tratadas com Diferentes Concentrações em ml de Deflock A com Cura de 24 horas.

Nº AMOSTRA	DA ml de Deflock A	<u>VISCOSIDADES</u>				
		V.A. (cP)	V.P. (cP)	V.F. (ml)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)
01	0,0	11,30	5,00	21,70	22,50	6,60
02	0,1	9,00	8,50	19,30	27,00	15,00
03	0,2	8,00	6,00	18,60	23,00	11,50
04	0,3	7,50	6,50	18,60	30,50	15,00
05	0,4	6,00	5,50	19,60	18,50	31,50
06	0,5	6,70	6,00	20,10	39,00	4,00
07	1,0	4,50	4,00	22,90	62,50	20,50
08	1,5	4,50	4,00	34,00	80,00	13,00
09	2,0	4,50	4,00	88,70	99,50	29,50
10	3,0	4,50	4,00	115,90	129,50	58,00

TABELA 46 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Carbonato de Sódio Utilizado no tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Policatiônicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Segundo Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍNICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
meq x VA	Vermelha	0,74	0,563	Y = 0,06 + 3,45x
meq x VP	Vermelha	-0,65	2,287	Y = 153,84 - 30,67x
meq x CO ₃ ²⁻	Vermelha	0,97	0,001	Y = 25,64 + 2,60x
meq x HCO ₃ ⁻	Vermelha	0,98	0,001	Y = -4,06 + 11,37x
meq x VA	Chocolate	0,85	0,041	Y = -28,26 + 6,73x
meq x VP	Chocolate	-0,62	3,073	Y = 149,84 - 31,86x
meq x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,96	0,001	Y = 29,36 + 2,35x
meq x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,94	0,001	Y = -15,88 + 11,79x
meq x VA	Verde-Escura	0,67	1,690	Y = 1,29 + 4,75x
meq x VP	Verde-Escura	-0,58	4,680	Y = 155,64 - 33,38x
meq x CO ₃ ²⁻	Verde Escura	0,99	0,001	Y = 17,80 + 2,12x
meq x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	0,86	0,037	Y = 1,55 + 7,75x
meq x VA	Sortida	0,59	4,181	Y = -44,43 + 15,05x
meq x VP	Sortida	0,72	0,786	Y = - 132,81 + 53,75x
meq x VF	Sortida	-0,70	1,160	Y = 241,35 - 5,77x
meq x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,98	0,001	Y = 23,42 + 2,74x
meq x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,97	0,001	Y = 4,61 + 10,65x

TABELA 47 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Pirofosfato de Sódio Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y, X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
meq x VA	Vermelha	-0,66 *	3,789	Y = 7,57 - 0,21x
meq x CO ²⁻ ₃	Vermelha	-0,78	0,789	Y = 14,29 - 0,52x
meq x HCO ⁻ ₃	Vermelha	0,76	1,116	Y = -3,24 + 0,52x
meq x VA	Chocolate	-0,82	0,403	Y = 12,24 - 0,54x
meq x VP	Chocolate	0,88	0,087	Y = -2,01 + 1,75x
meq x VF	Chocolate	-0,72	1,859	Y = 42,25 - 2,06x
meq x HCO ⁻ ₃	Chocolate	0,66	3,875	Y = -4,35 + 0,74x
meq x VA	Verde-Escura	-0,65	4,223	Y = 6,82 - 0,27x
meq x CO ²⁻ ₃	Verde-Escura	-0,66	3,856	Y = 17,12 - 0,41x
meq x VA	Sortida	-0,72	1,953	Y = 9,71 - 1,02x
meq x VP	Sortida	-0,87	0,092	Y = 24,22 - 4,97x
meq x VF	Sortida	-0,75	1,271	Y = 33,85 - 1,61x

TABELA 48 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Silicato de Sódio Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTIAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
meq x VA	Vermelha	-0,73	1,764	Y = 44,56 - 1,15x
meq x VP	Vermelha	0,90	0,044	Y = -3,64 + 3,94x
meq x CO ₃ ²⁻	Vermelha	0,70	2,343	Y = -39,94 + 2,31x
meq x VF	Chocolate	0,64	4,634	Y = -94,87 + 4,92x
meq x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,79	0,694	Y = -9,07 + 0,99x
meq x VA	Verde-Escura	-0,97	0,001	Y = 92,11 - 2,94x
meq x VP	Verde-Escura	0,89	0,048	Y = -5,56 + 11,44x
meq x VP	Sortida	0,90	0,034	Y = -60,17 + 13,24x
meq x VF	Sortida	-0,74	1,467	Y = 161,02 - 7,47x
meq x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,87	0,116	Y = -32,44 + 1,84x
meq x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,85	0,183	Y = -3,82 + 1,03x

TABELA 49 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Hexametáfosfato de Sódio Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
meq x VA	Vermelha	-0,73	1,667	Y = 8,47 - 0,23x
meq x VA	Chocolate	-0,85	0,185	Y = 11,58 - 0,57x
meq x VA	Verde-Escura	-0,89	0,051	Y = 11,50 - 0,42x
meq x VP	Verde-Escura	0,88	0,072	Y = -1,85 + 2,03x
meq x VF	Verde-Escura	-0,78	0,799	Y = 71,29 - 4,57x
meq x CO ₃ ²⁻	Verde-Escura	-0,66	3,801	Y = 12,24 - 0,29x
meq x CO ₃ ²⁻	Sortida	-0,66	3,588	Y = 20,62 - 0,85x
meq x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,76	1,121	Y = -0,24 + 0,47x

TABELA 50 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Silicato de Sódio Industrial Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Es-mectíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
meq x VA	Vermelha	-0,63	3,635	Y = 1,99 - 0,06x
meq x VF	Vermelha	0,68	2,083	Y = -6,50 + 0,50x
meq x CO ₃ ²⁻	Vermelha	0,98	0,001	Y = -0,67 + 0,04x
meq x HCO ₃ ⁻	Vermelha	0,98	0,001	Y = -0,01 + 0,03x
meq x VA	Chocolate	-0,78	0,431	Y = 2,54 - 0,13x
meq x VF	Chocolate	0,87	0,046	Y = -8,00 + 0,41x
meq x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,92	0,005	Y = -0,88 + 0,05x
meq x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,95	0,001	Y = 0,06 + 0,03x
meq x VA	Verde-Escura	-0,87	0,058	Y = 2,50 - 0,09x
meq x VF	Verde-Escura	0,67	2,481	Y = -5,15 + 0,37x
meq x CO ₃ ²⁻	Verde-Escura	0,94	0,002	Y = -0,61 + 0,03x
meq x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	0,93	0,004	Y = 0,11 + 0,02x
meq x VA	Sortida	-0,78	0,475	Y = 3,72 - 0,41x
meq x VP	Sortida	-0,85	0,080	Y = 5,70 - 1,04x
meq x VF	Sortida	0,68	2,145	Y = -4,90 + 0,27x
meq x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,99	0,001	Y = -0,70 + 0,04x
meq x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,99	0,001	Y = -0,14 + 0,02x

TABELA 51 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Fosfato Dissódico Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTIAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
g x VF	Vermelha	-0,84	0,220	Y = 5,29 - 0,34x
g x HCO ₃ ⁻	Vermelha	0,97	0,001	Y = -0,14 + 0,03x
g x VA	Chocolate	-0,65	4,020	Y = 3,05 - 0,15x
g x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,86	0,128	Y = -1,16 + 0,09x
g x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,98	0,001	Y = -0,03 + 0,01x
g x VA	Verde-Escura	-0,69	2,792	Y = 3,28 - 0,12x
g x VF	Verde-Escura	0,92	0,019	Y = -5,07 + 0,36x
g x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	0,94	0,004	Y = -0,12 + 0,02x
g x VA	Sortida	-0,86	0,148	Y = 9,12 - 0,83x
g x VP	Sortida	-0,73	1,737	Y = 7,70 - 1,24x
g x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,83	0,302	Y = -2,22 + 0,14x
g x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,95	0,002	Y = -0,01 + 0,01x

TABELA 52 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Disperlan-1 Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y, X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍDICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
ml x HCO ₃ ⁻	Vermelha	0,93	0,004	Y = -0,04 + 0,06x
ml x VA	Chocolate	-0,78	0,462	Y = 2,36 - 0,11x
ml x VF	Chocolate	-0,76	0,620	Y = 7,04 - 0,39x
ml x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,66	2,792	Y = 2,69 + 0,14x
ml x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,94	0,002	Y = 0,01 + 0,04x
ml x VA	Verde-Escura	-0,69	1,971	Y = 1,88 - 0,07x
ml x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	0,98	0,001	Y = -0,13 + 0,04x
ml x VF	Sortida	-0,69	1,853	Y = 8,63 - 0,43x
ml x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,90	0,015	Y = 0,08 + 0,02x

TABELA 53 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de CMC (Bonial BBV/ADS) Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y, X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTI- CAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
g x VA	Vermelha	0,99	0,001	Y = -1,84 + 0,04x
g x VP	Vermelha	0,83	0,294	Y = 0,71 + 0,07x
g x VF	Vermelha	-0,78	0,752	Y = 6,68 - 0,43x
g x CO ₃ ²⁻	Vermelha	-0,84	0,222	Y = 6,91 - 0,29x
g x VA	Chocolate	0,99	0,001	Y = -1,39 + 0,05x
g x VP	Chocolate	0,96	0,001	Y = 0,65 + 0,08x
g x VF	Chocolate	-0,78	0,800	Y = 7,16 - 0,40x
g x VA	Verde-Escura	0,98	0,001	Y = -1,30 + 0,06x
g x VP	Verde-Escura	0,99	0,001	Y = 0,16 + 0,10x
g x VF	Verde-Escura	-0,86	0,139	Y = 8,50 - 0,61x
g x CO ₃ ²⁻	Verde-Escura	-0,91	0,023	Y = 6,19 - 0,17x
g x VA	Sortida	0,99	0,001	Y = 0,59 + 0,05x
g x VP	Sortida	0,99	0,001	Y = -0,35 + 0,10x
g x VF	Sortida	-0,83	0,297	Y = 6,40 - 0,23x

TABELA 54 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de CMC (Bonial M-110 AS) Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y, X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTI- CAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
g x VA	Vermelha	0,91	0,026	Y = -2,16 + 0,04x
g x VP	Vermelha	0,95	0,003	Y = -0,66 + 0,09x
g x VF	Vermelha	-0,93	0,011	Y = 6,68 - 0,44x
g x CO ₃ ²⁻	Vermelha	-0,93	0,009	Y = 6,04 - 0,28x
g x VA	Chocolate	0,93	2,303	Y = -0,74 + 0,02x
g x VP	Chocolate	0,97	0,734	Y = -0,12 + 0,07x
g x VF	Chocolate	-0,90	3,851	Y = 5,20 - 0,29x
g x HCO ₃ ⁻	Chocolate	-0,99	0,034	Y = 6,07 - 0,50x
g x VA	Verde-Escura	0,99	0,001	Y = -1,13 + 0,03x
g x VP	Verde-Escura	0,89	1,612	Y = -0,16 + 0,07x
g x CO ₃ ²⁻	Verde-Escura	-0,85	3,364	Y = 4,53 - 0,12x
g x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	-0,89	1,753	Y = 3,04 - 0,24x
g x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,91	0,029	Y = 0,29 + 0,07x

TABELA 55 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Sabão Omo em Pó Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍICAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
g x CO ₃ ²⁻	Vermelha	0,91	0,029	Y = -0,29 + 0,07x
g x VA	Chocolate	0,79	0,625	Y = -3,70 + 0,12x
g x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,95	0,002	Y = -1,71 + 0,08x
g x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,73	1,700	Y = 0,34 + 0,09x
g x VA	Verde-Escuro	0,81	0,466	Y = -7,44 + 0,21x
g x CO ₃ ²⁻	Verde-Escuro	0,90	0,036	Y = -3,97 + 0,15x
g x HCO ₃ ⁻	Verde-Escuro	0,76	1,041	Y = -2,78 + 0,29x
g x VP	Sortida	0,71	2,151	Y = -0,73 + 0,13x
g x VF	Sortida	-0,73	1,602	Y = 12,92 - 0,58x
g x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,83	0,322	Y = -1,87 + 0,09x

TABELA 56 - Correlações Lineares Significativas e Altamente Significativas entre a Quantidade de Deflock-A Utilizado no Tratamento dos Quatro Tipos de Argilas Esmeclíticas Sódicas de Boa Vista-Paraíba, em Relação às Viscosidades Aparente e Plástica, Volume do Filtrado e Teores de Carbonatos e Bicarbonatos, para o Terceiro Processo.

VARIÁVEIS (Y,X)	TIPOS DE ARGILAS ES- MECTÍTIAS	COEFICIENTE DE CORRELA- ÇÃO (r)	NÍVEL DE SIGNIFICÂN- CIA % ()	EQUAÇÃO (Y = A+Bx)
ml x CO ₃ ²⁻	Vermelha	0,98	0,001	Y = -0,27 + 0,02x
ml x HCO ₃ ⁻	Vermelha	0,93	0,010	Y = -0,02 + 0,03x
ml x VA	Chocolate	-0,77	0,965	Y = 2,08 - 0,08x
ml x CO ₃ ²⁻	Chocolate	0,96	0,001	Y = -0,32 + 0,02x
ml x HCO ₃ ⁻	Chocolate	0,90	0,046	Y = -0,38 + 0,04x
ml x VA	Verde-Escura	-0,76	1,026	Y = 1,91 - 0,07x
ml x CO ₃ ²⁻	Verde-Escura	0,98	0,001	Y = -0,69 + 0,03x
ml x HCO ₃ ⁻	Verde-Escura	0,92	0,017	Y = 0,01 + 0,05x
ml x VA	Sortida	-0,76	1,097	Y = 3,03 - 0,32x
ml x VP	Sortida	-0,69	2,828	Y = 3,35 - 0,46x
ml x VF	Sortida	0,93	0,009	Y = -0,10 + 0,03x
ml x CO ₃ ²⁻	Sortida	0,99	0,001	Y = -0,45 + 0,03x
ml x HCO ₃ ⁻	Sortida	0,80	0,598	Y = -0,11 + 0,05x

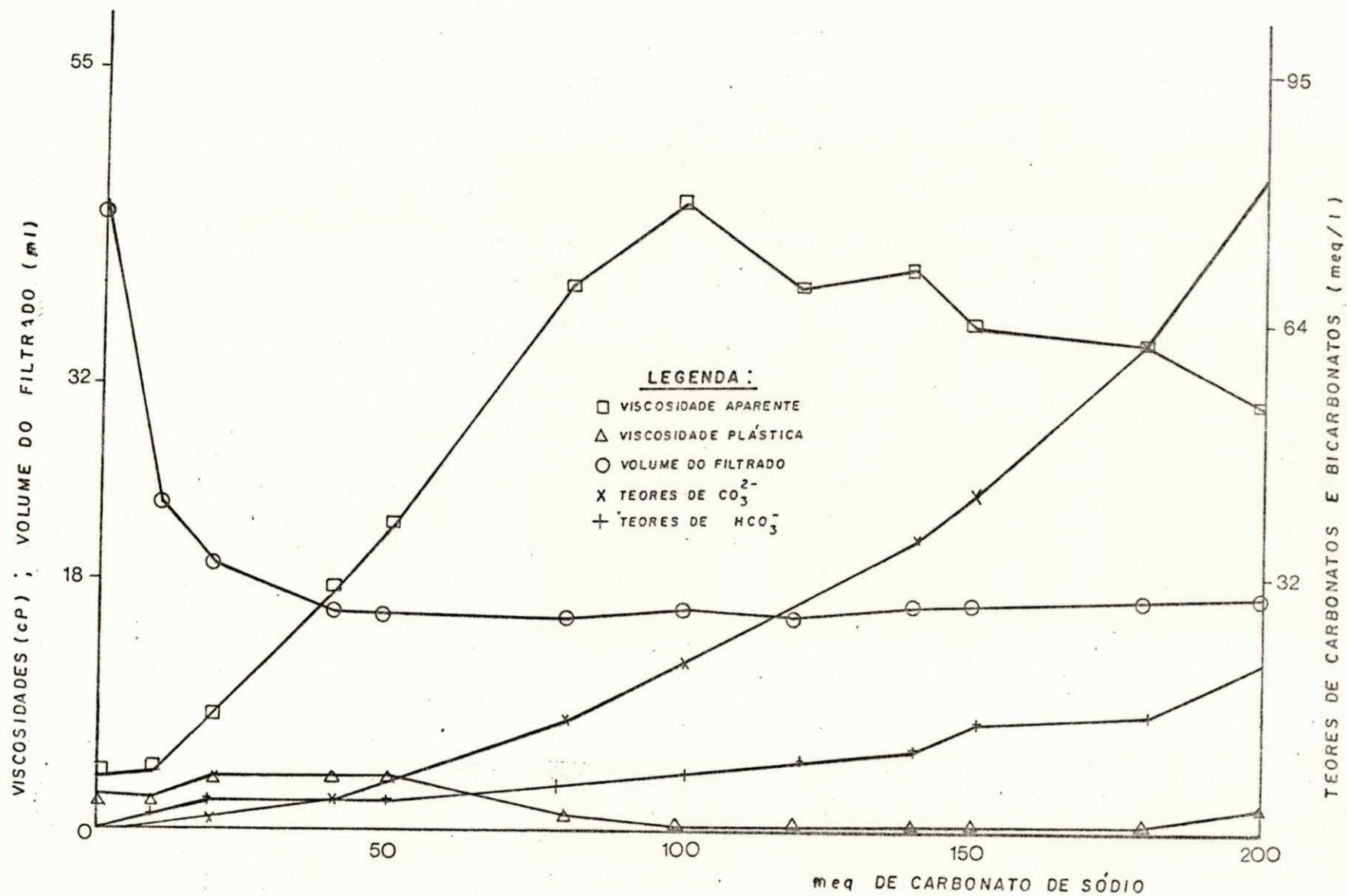


FIGURA 01 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE CARBONATO DE SÓDIO E CURA DE 7 DIAS EM CÂMARA ÚMIDA.

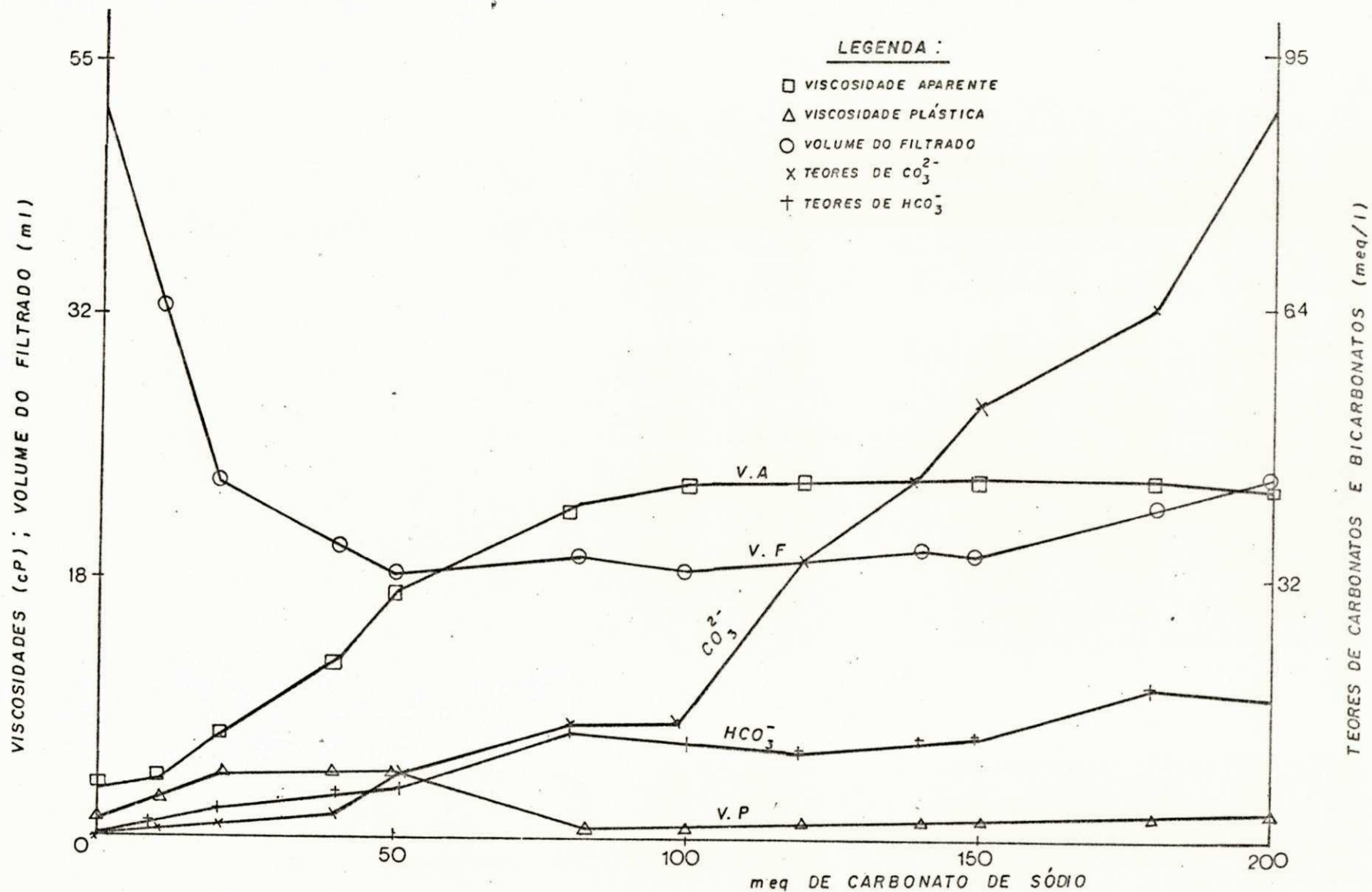


FIGURA 02 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE CARBONATO DE SÓDIO E CURA DE 7 DIAS EM CÂMARA ÚMIDA.

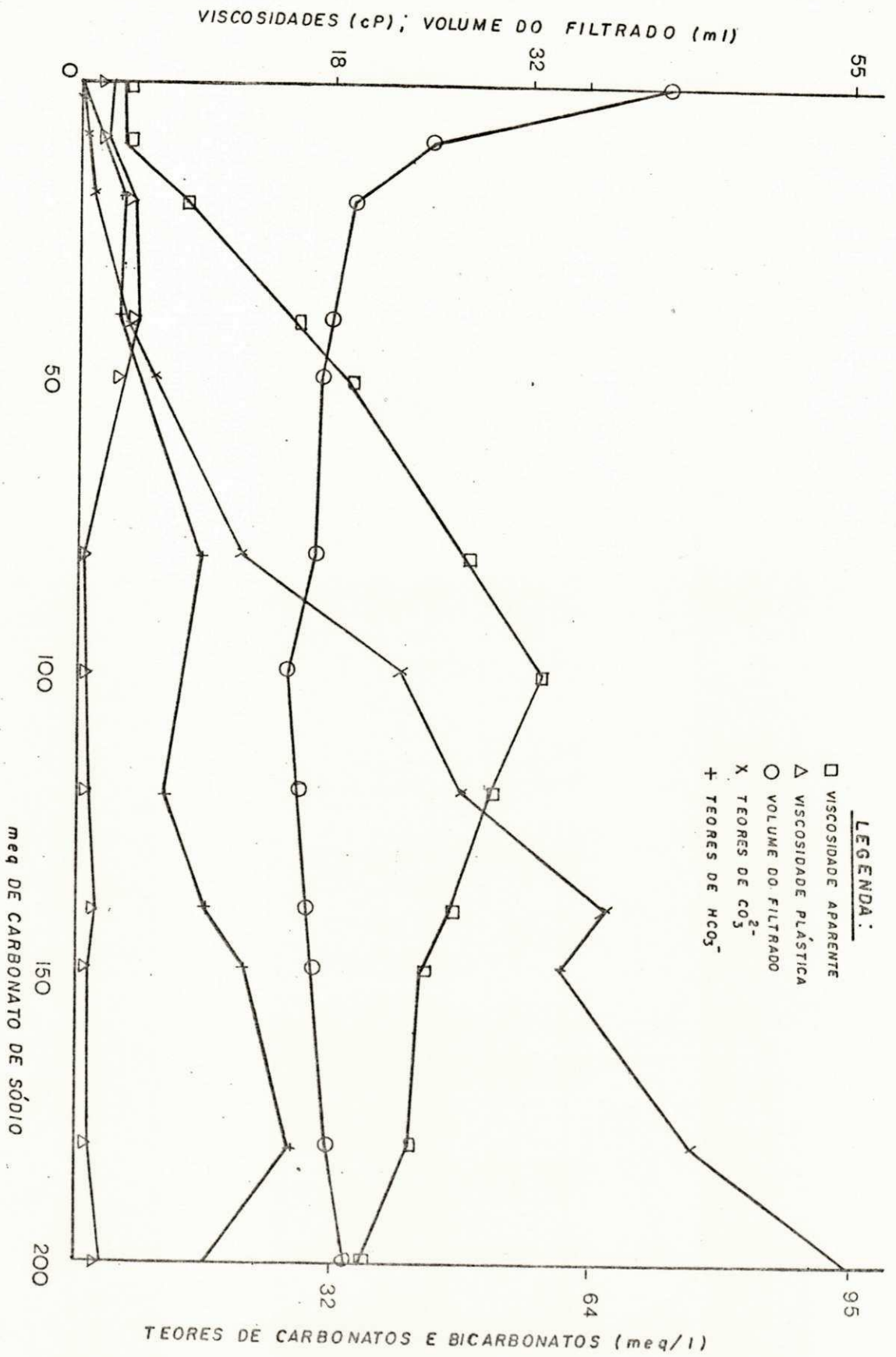


FIGURA 03 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE CARBONATO DE SÓDIO E CURA DE 7 DIAS EM CÂMARA ÚMIDA.

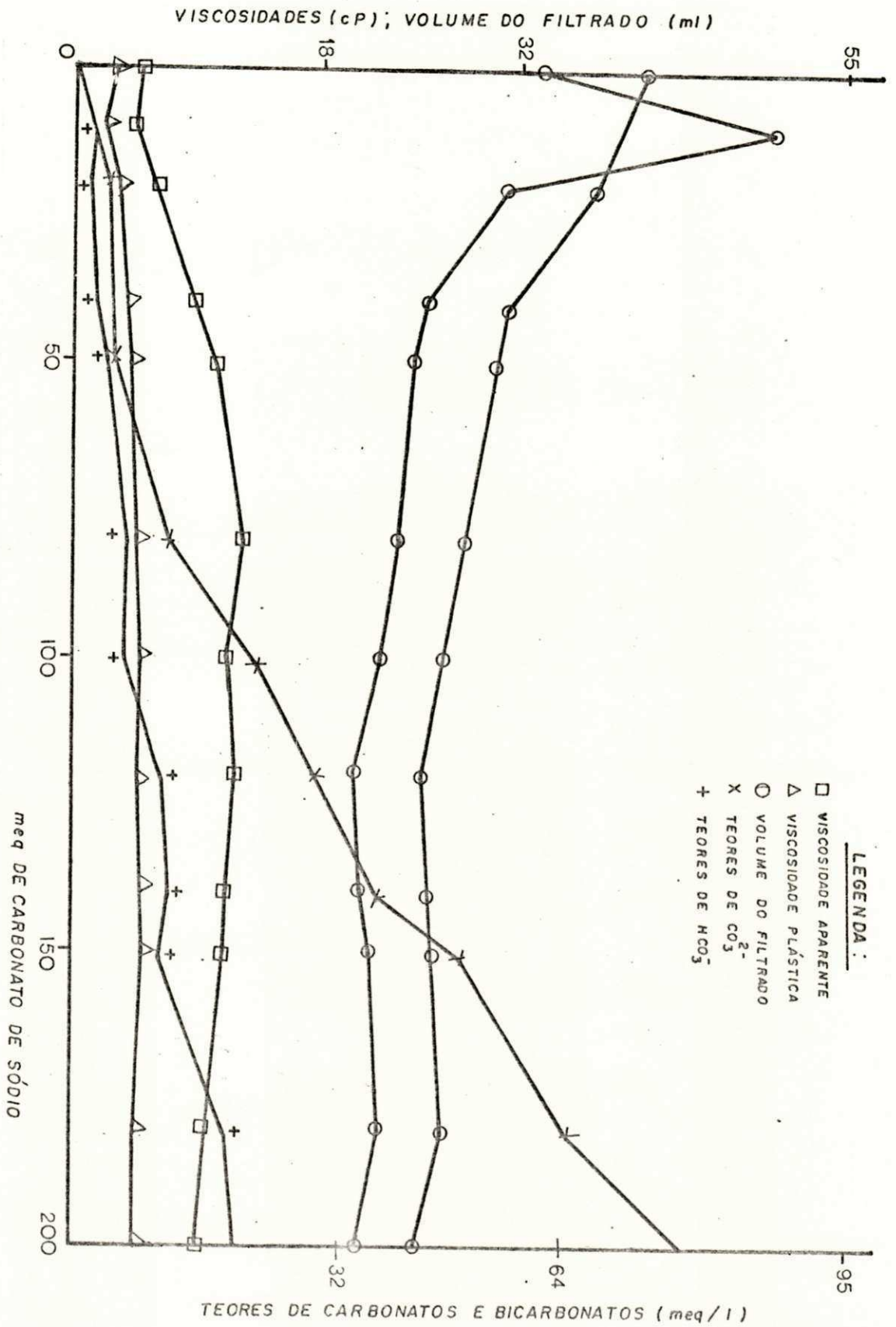


FIGURA 04 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE CARBONATO DE SÓDIO E CURA DE 7 DIAS EM CÂMARA ÚMIDA.

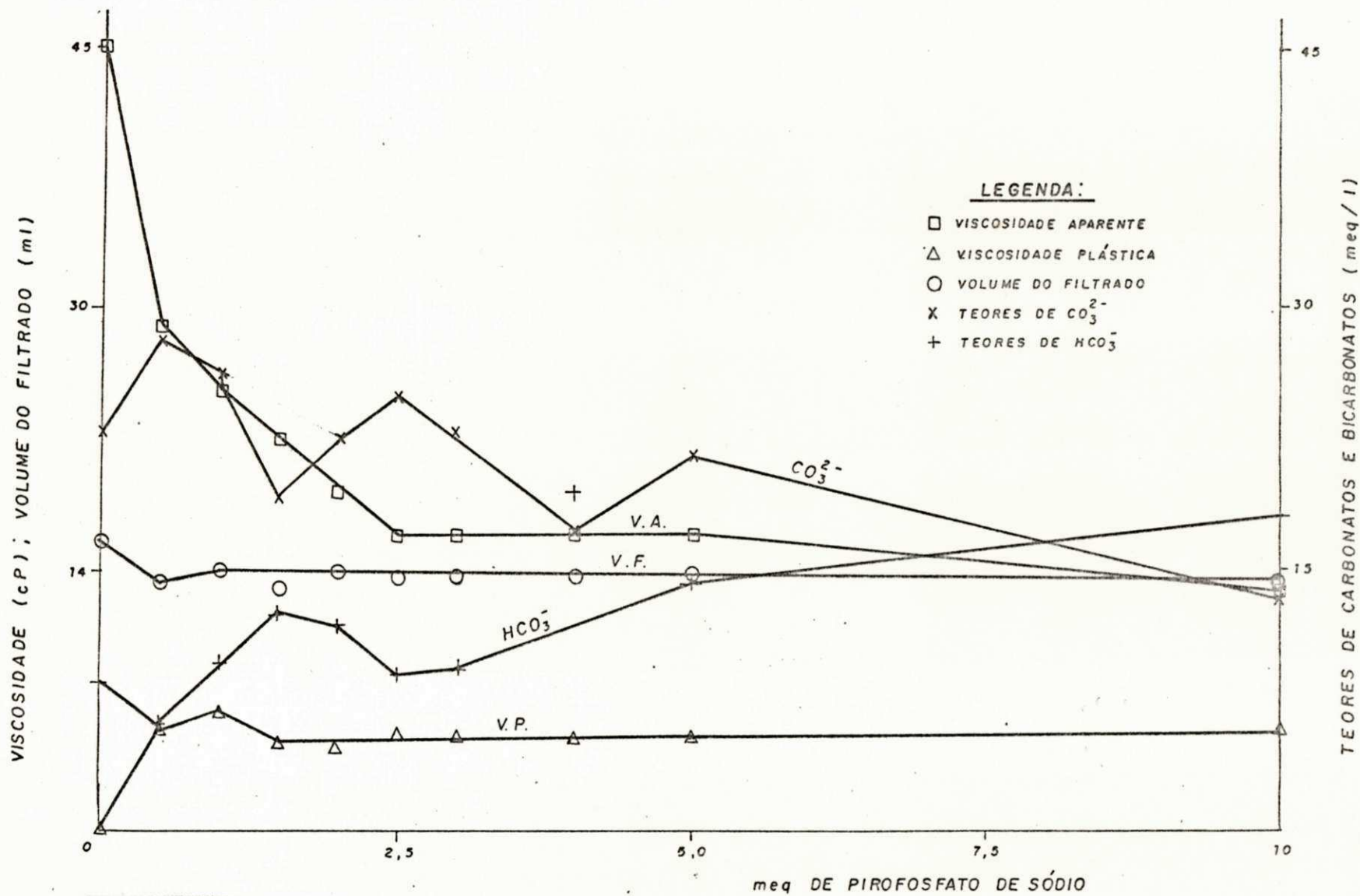


FIGURA 05 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE PIROFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

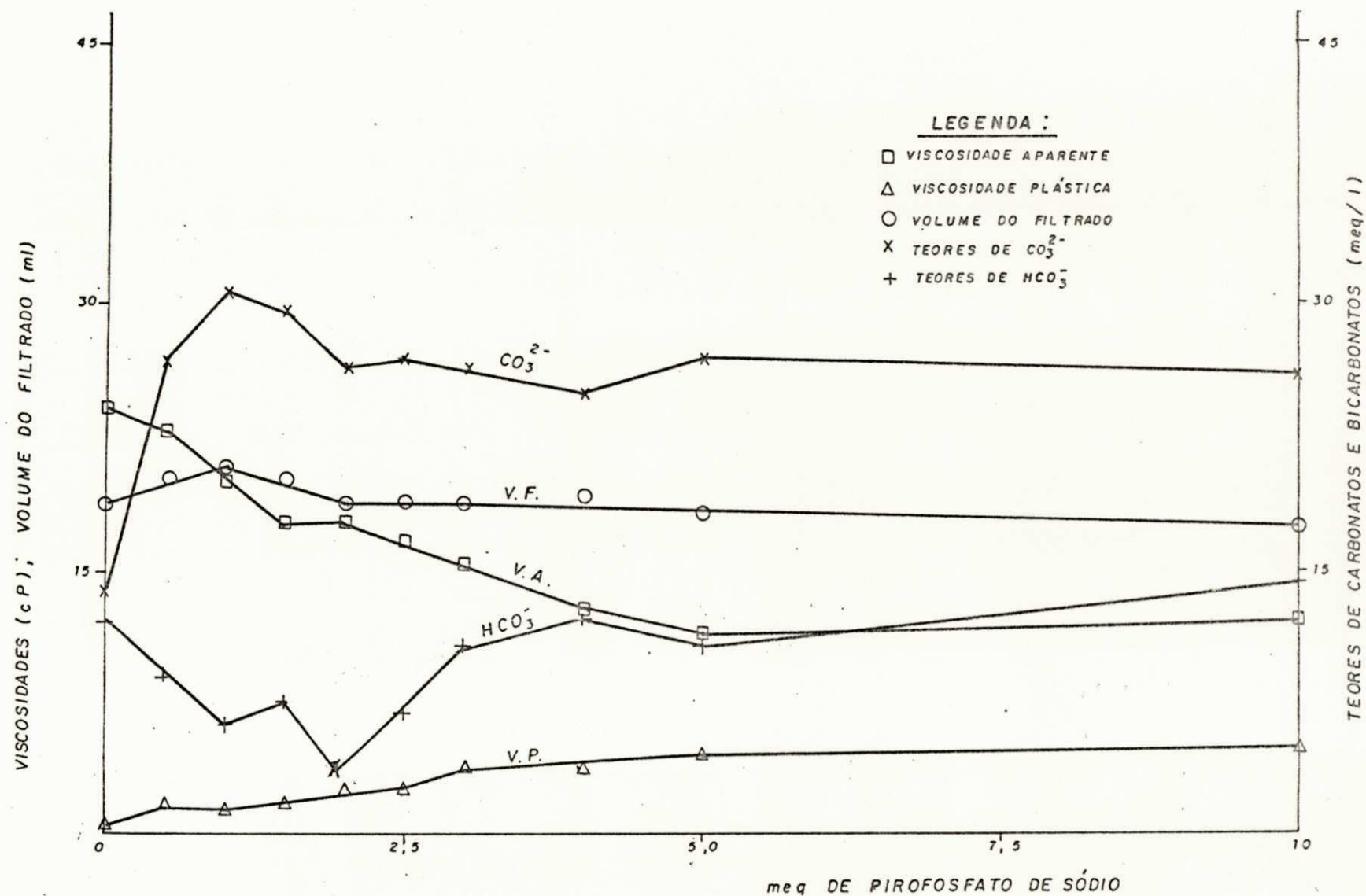


FIGURA 06 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE PIROFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

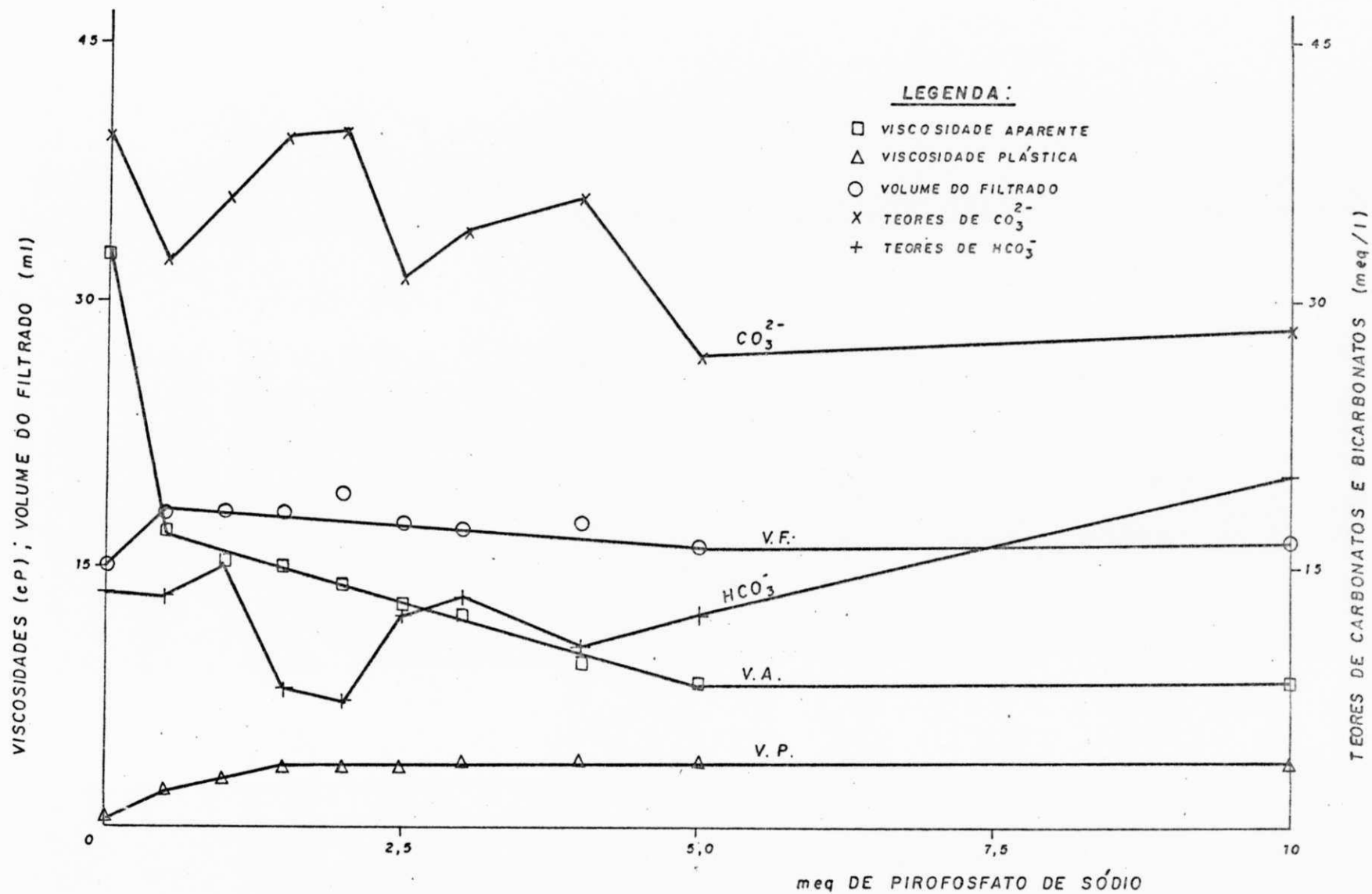


FIGURA 07 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE PIROFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

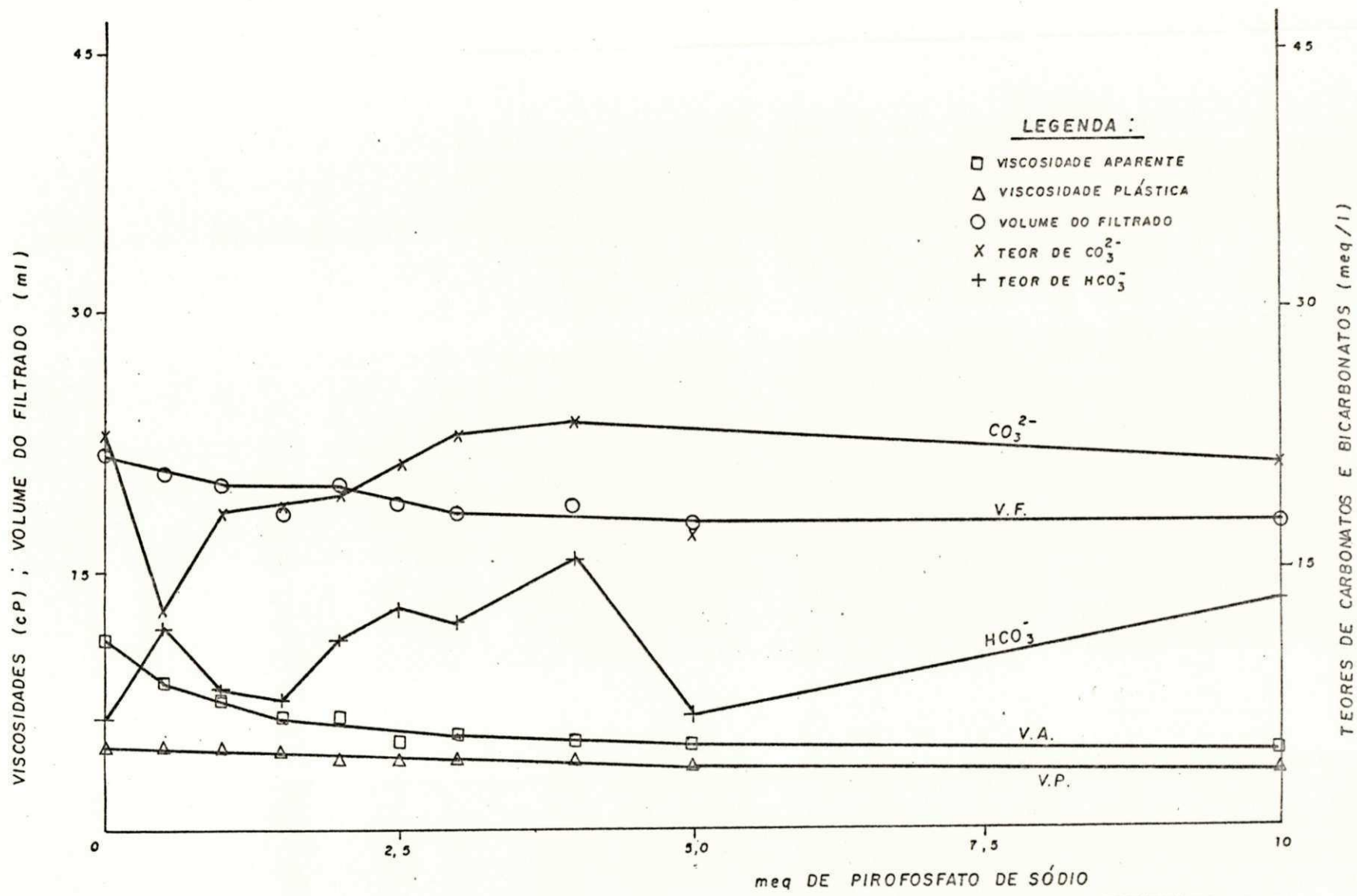


FIGURA 08 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE PIROFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

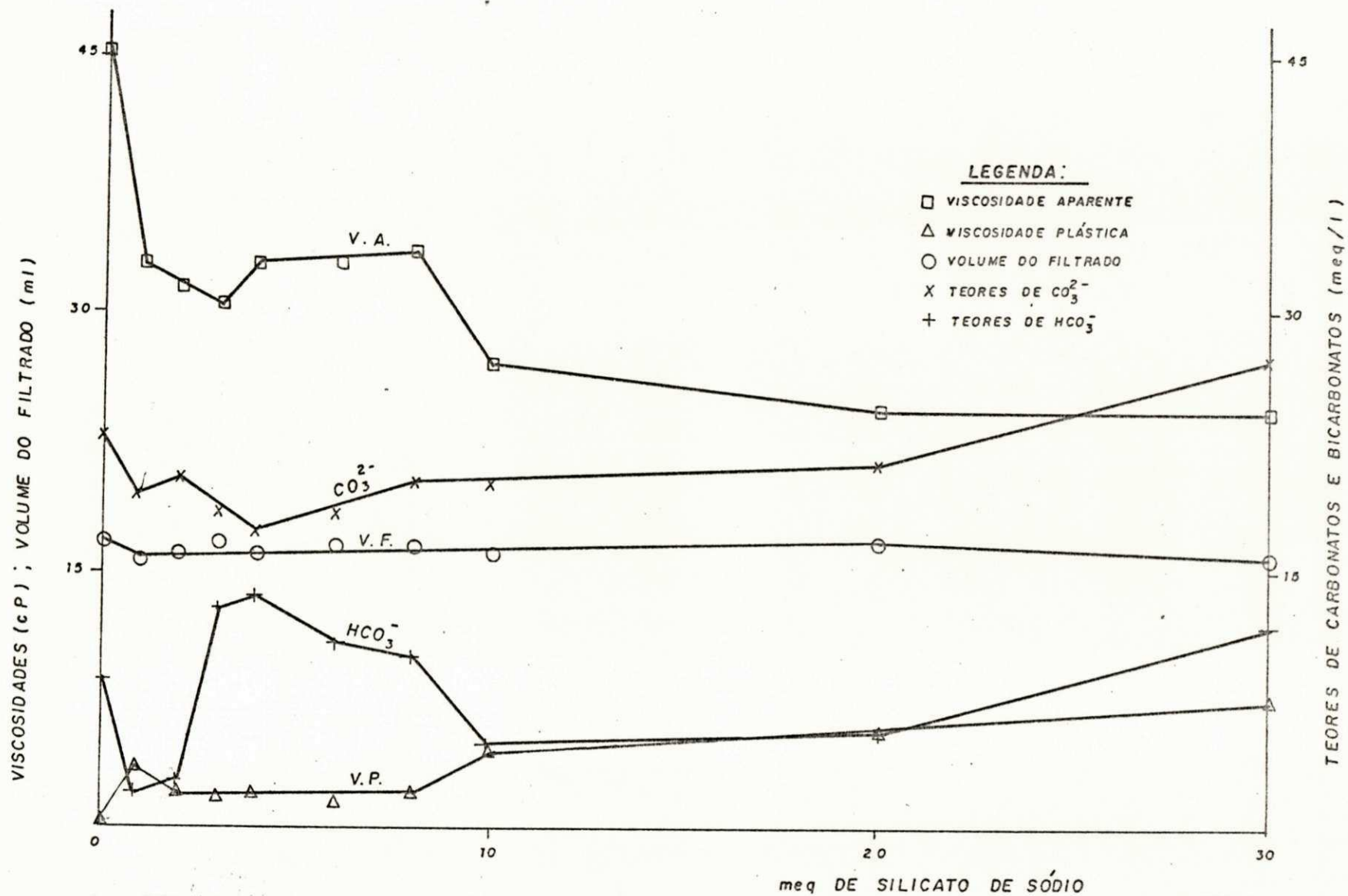


FIGURA 09 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE SILICATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

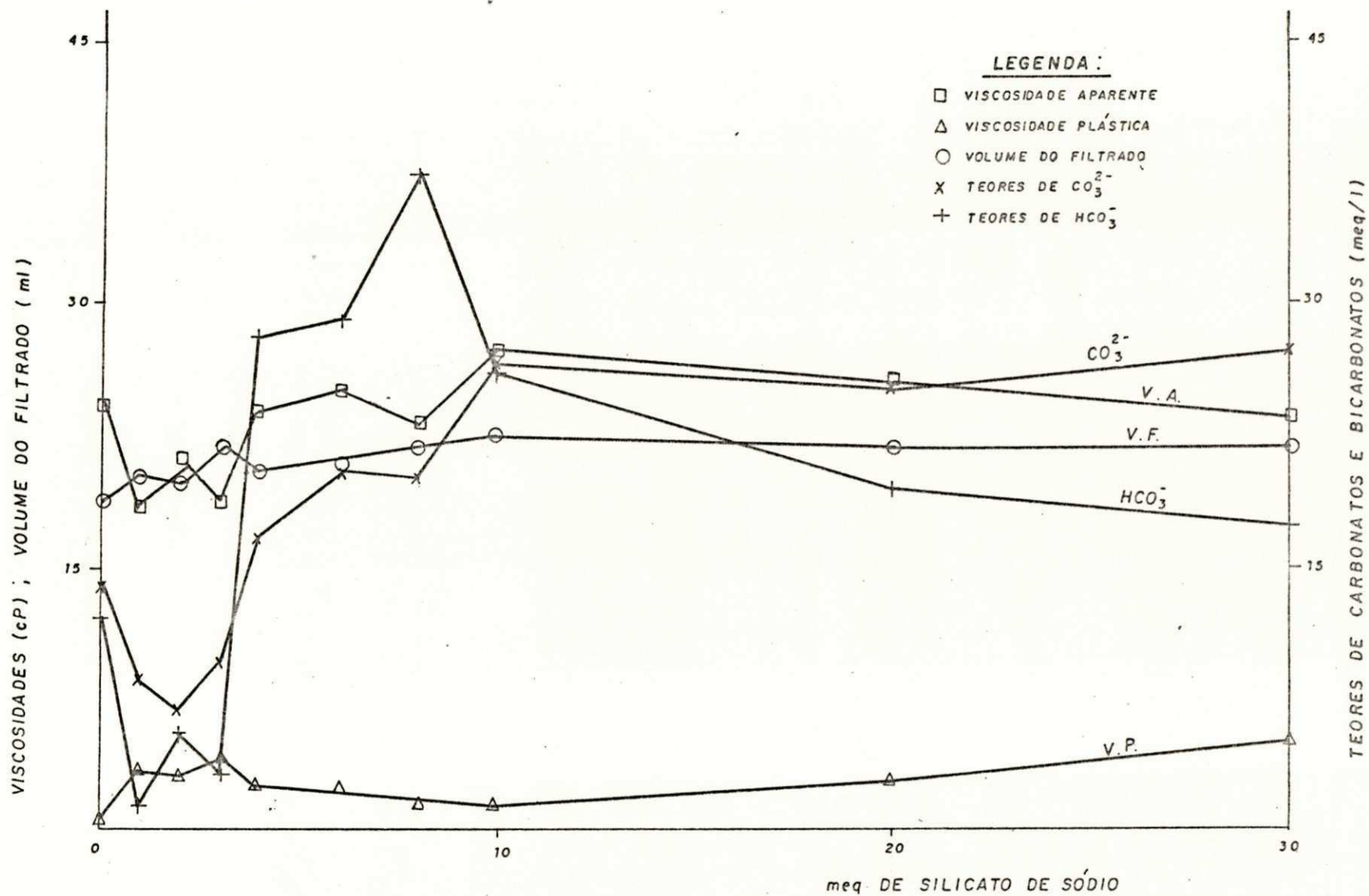


FIGURA 10 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE SILICATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

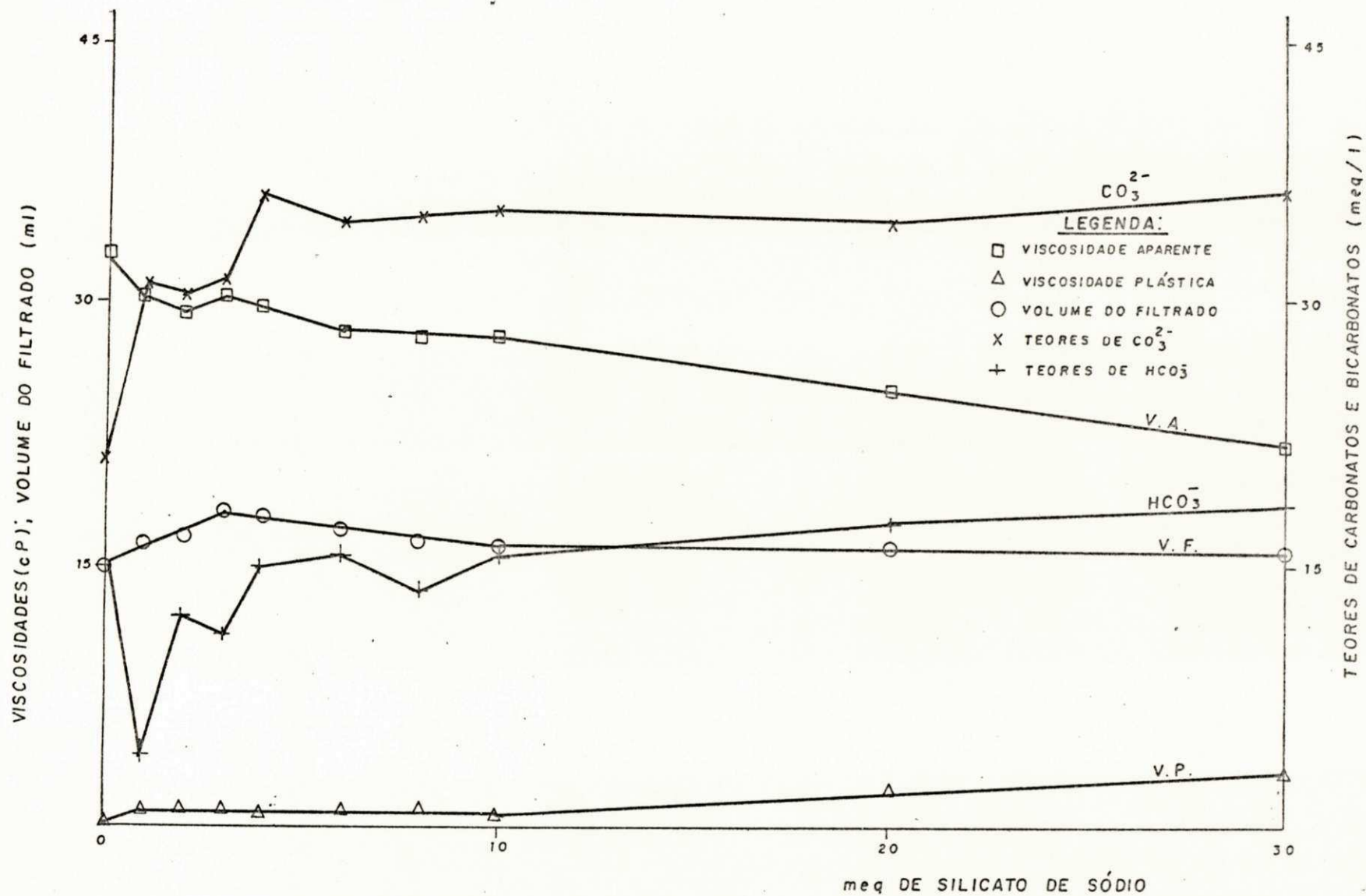


FIGURA 11 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE SILICATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

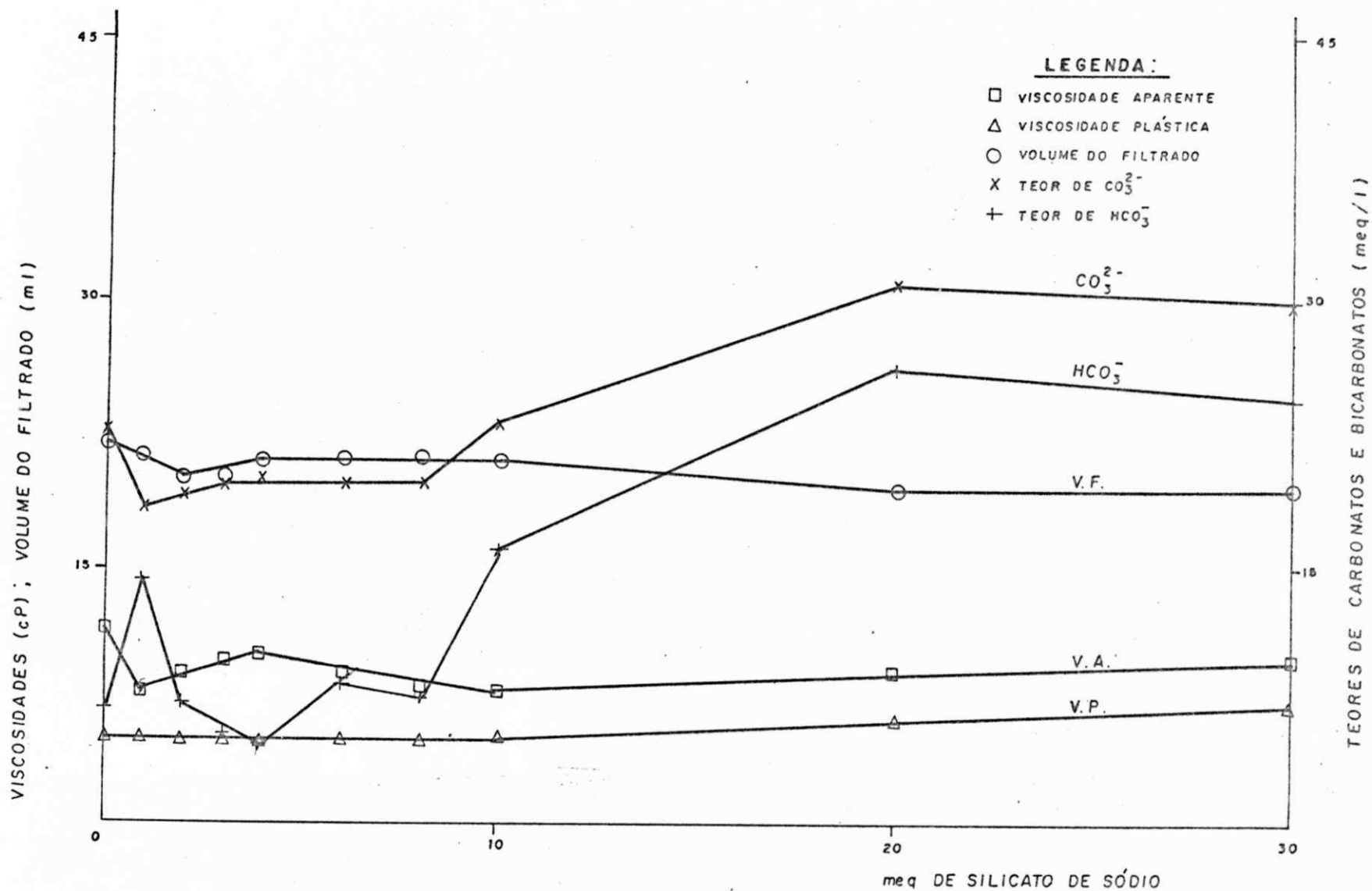


FIGURA 12 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE SILICATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

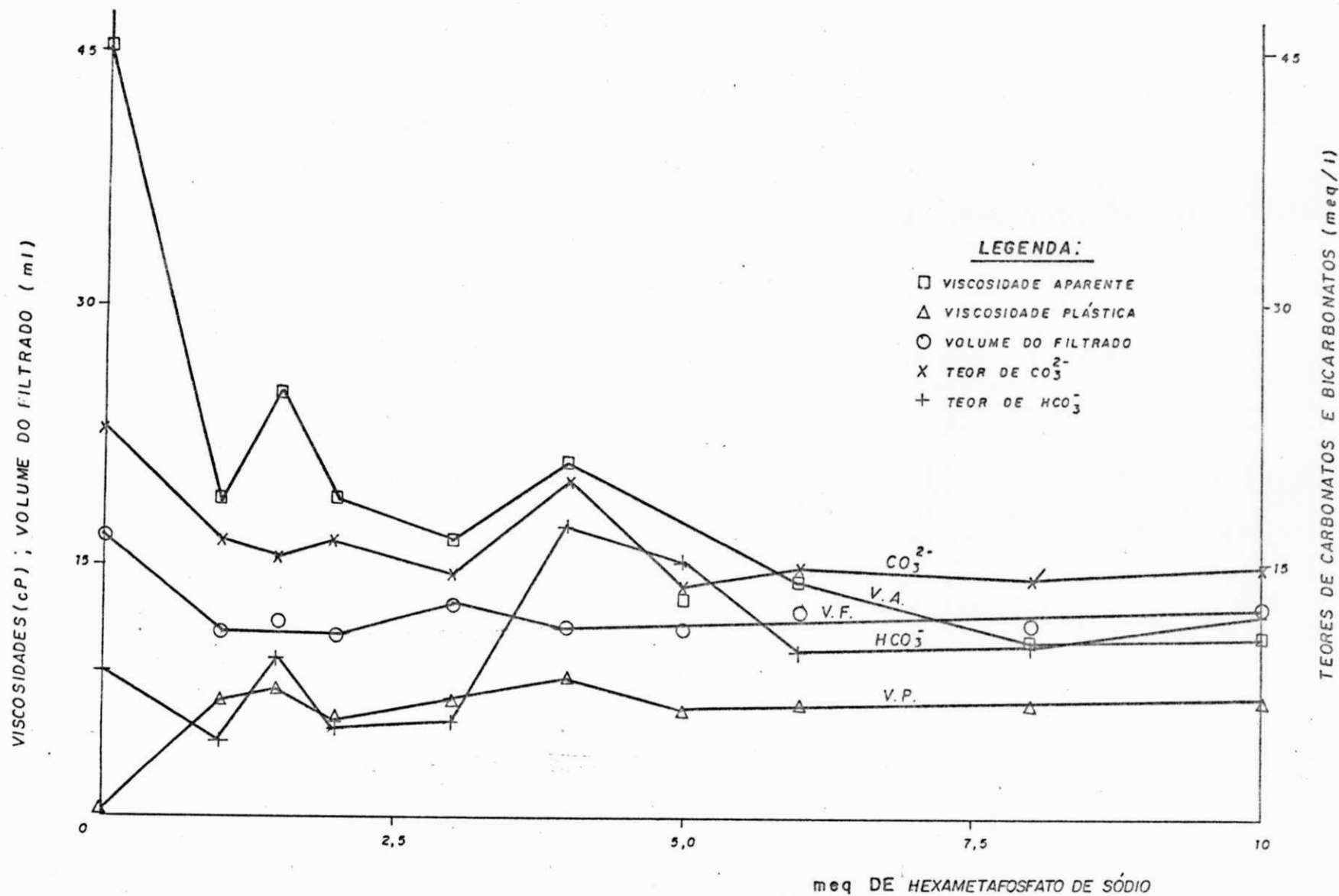


FIGURA 13 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

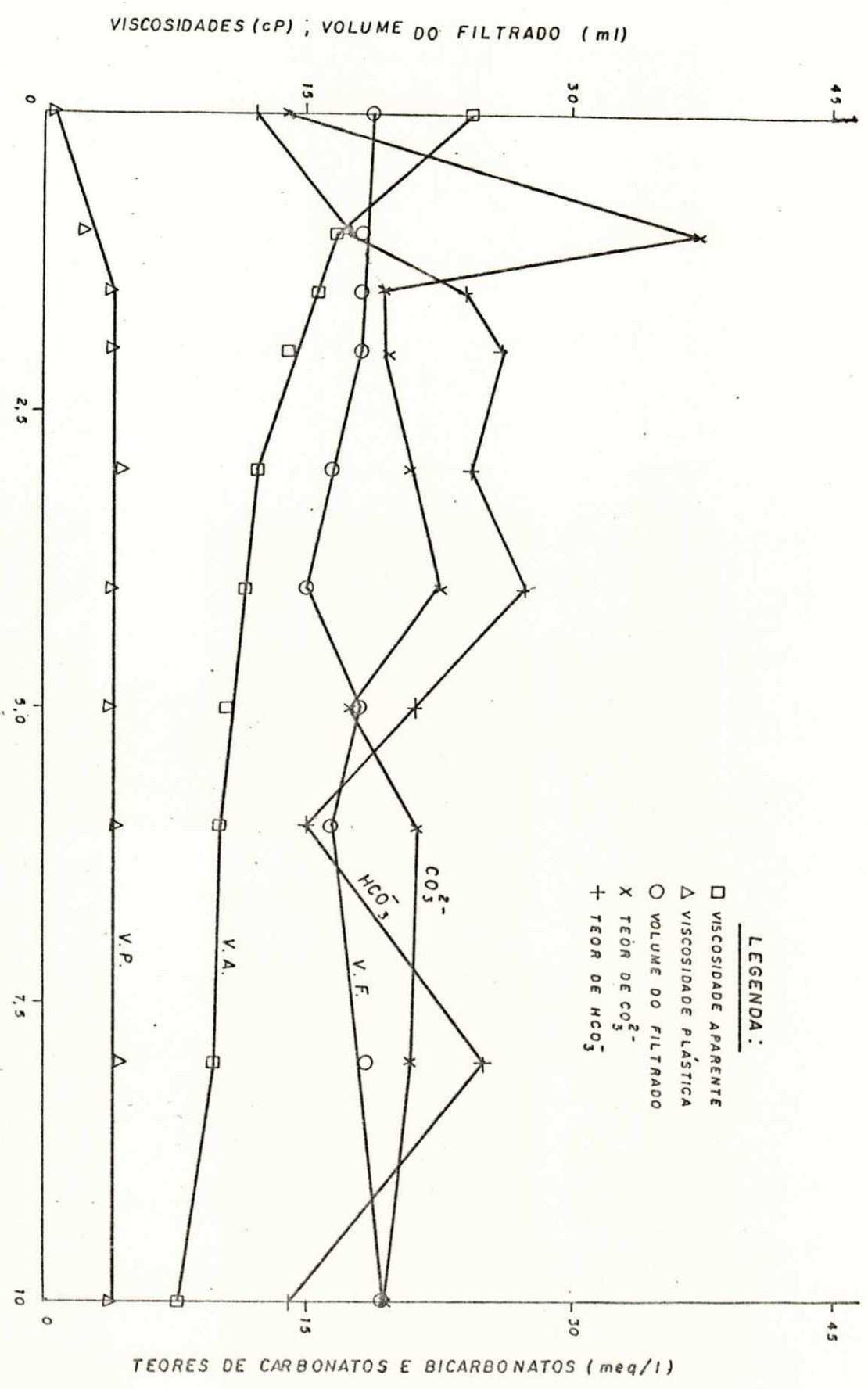


FIGURA 14 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

PPB/BIBLIOTECA/PPB

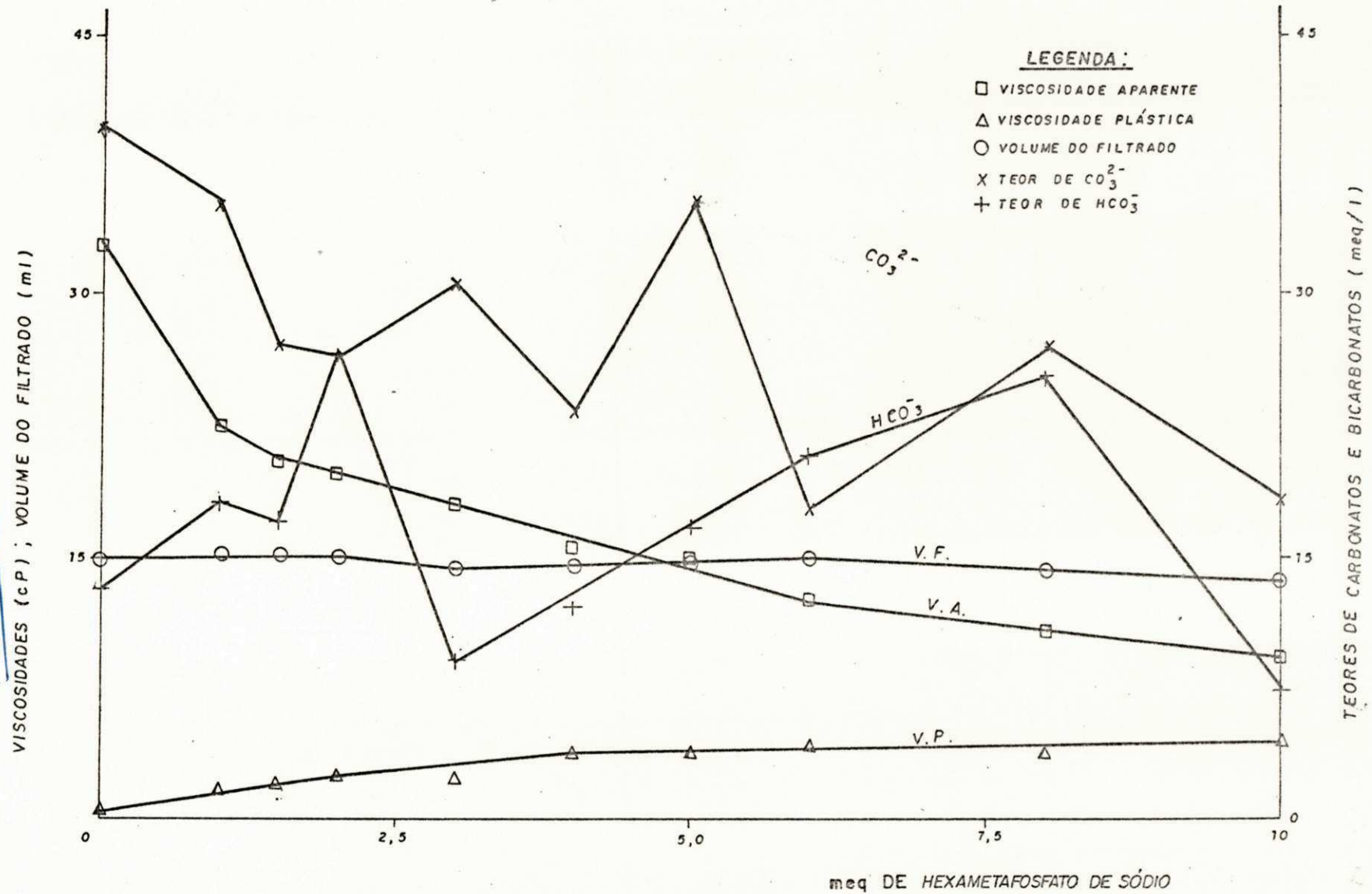


FIGURA 15 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

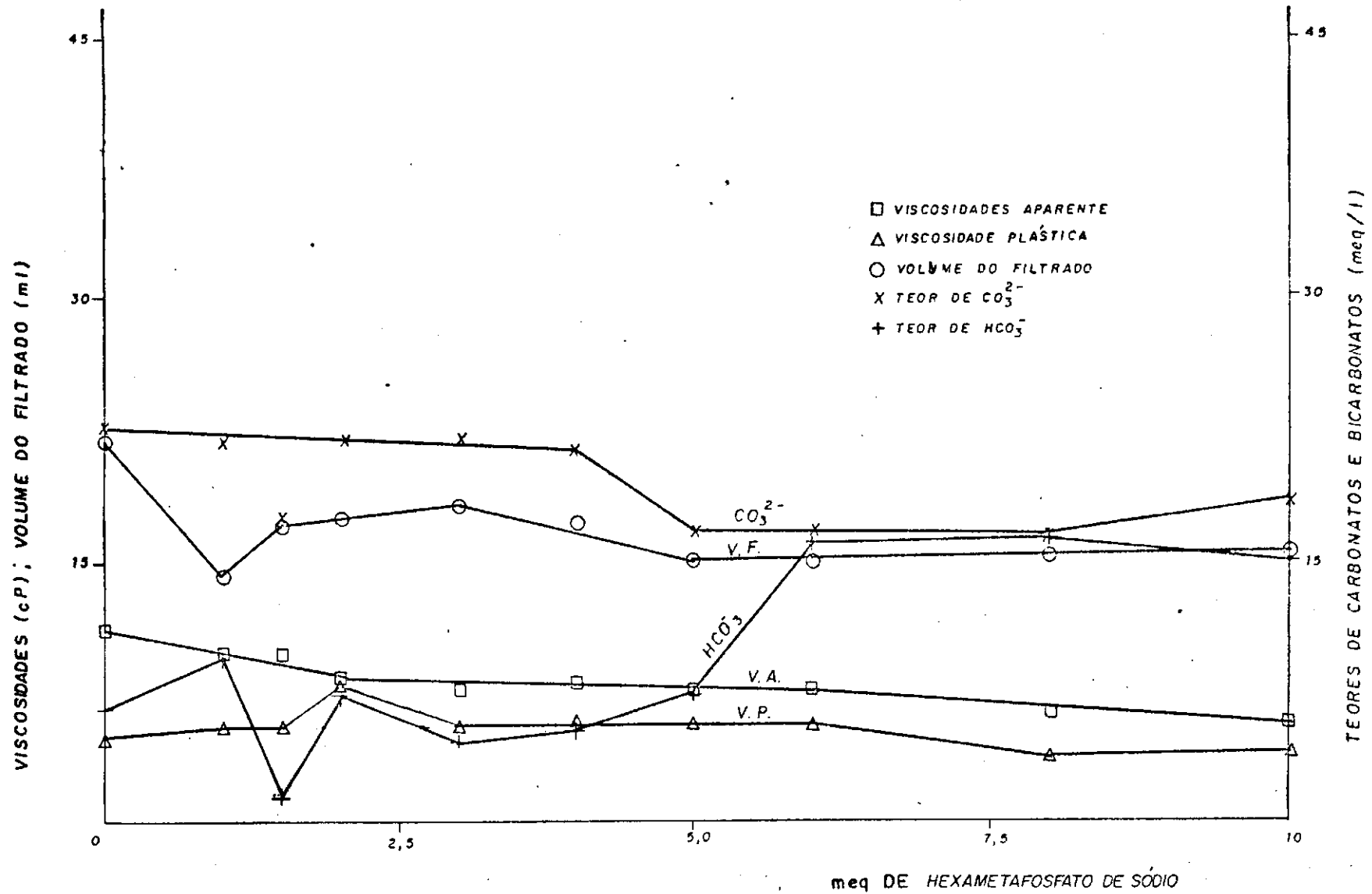


FIGURA 16 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM meq DE HEXAMETAFOSFATO DE SÓDIO E CURA DE 24 h.

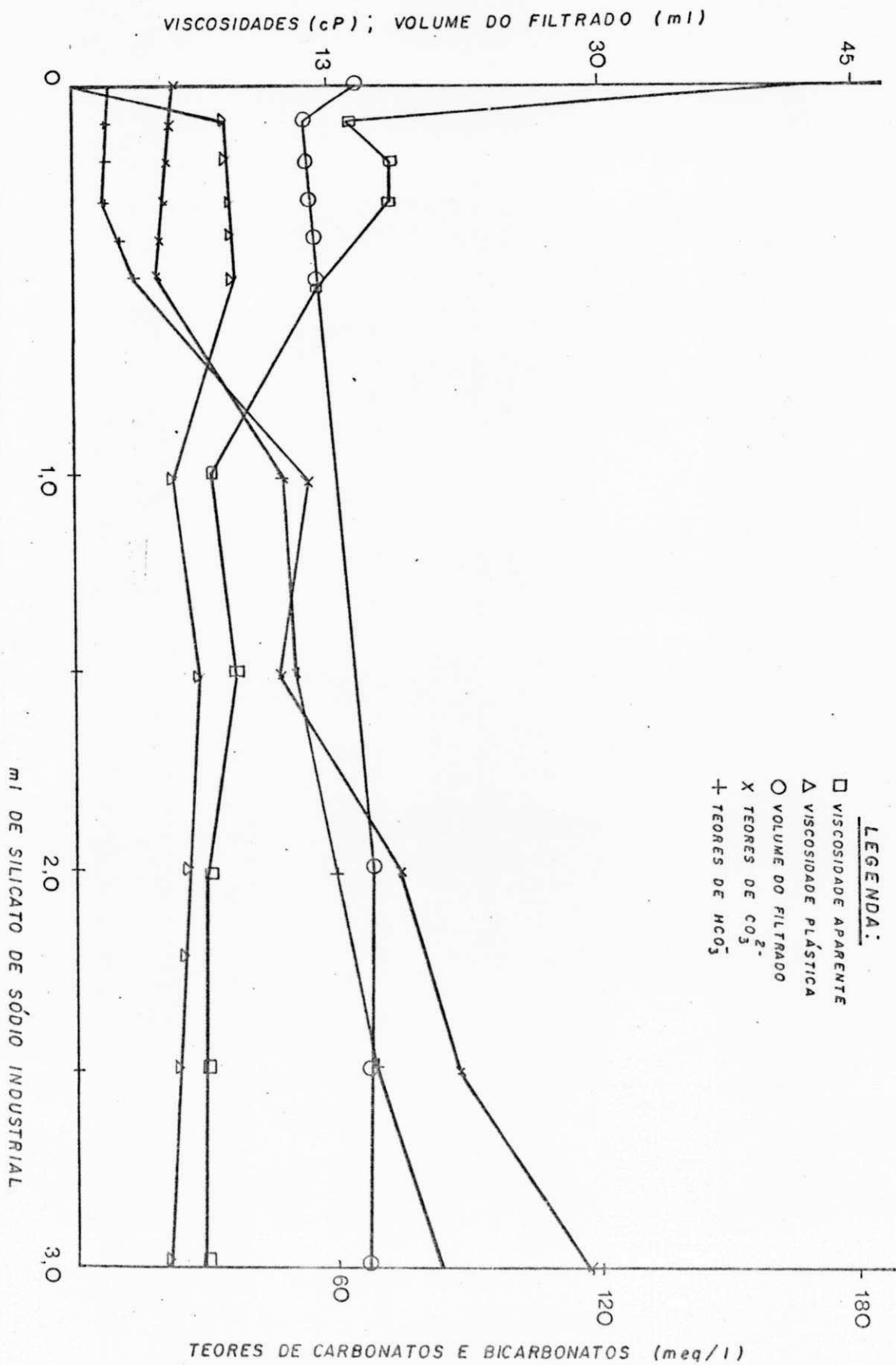


FIGURA 17 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE
 ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml
 DE SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL

VISCOSIDADE (cP) ; VOLUME DO FILTRADO (ml)

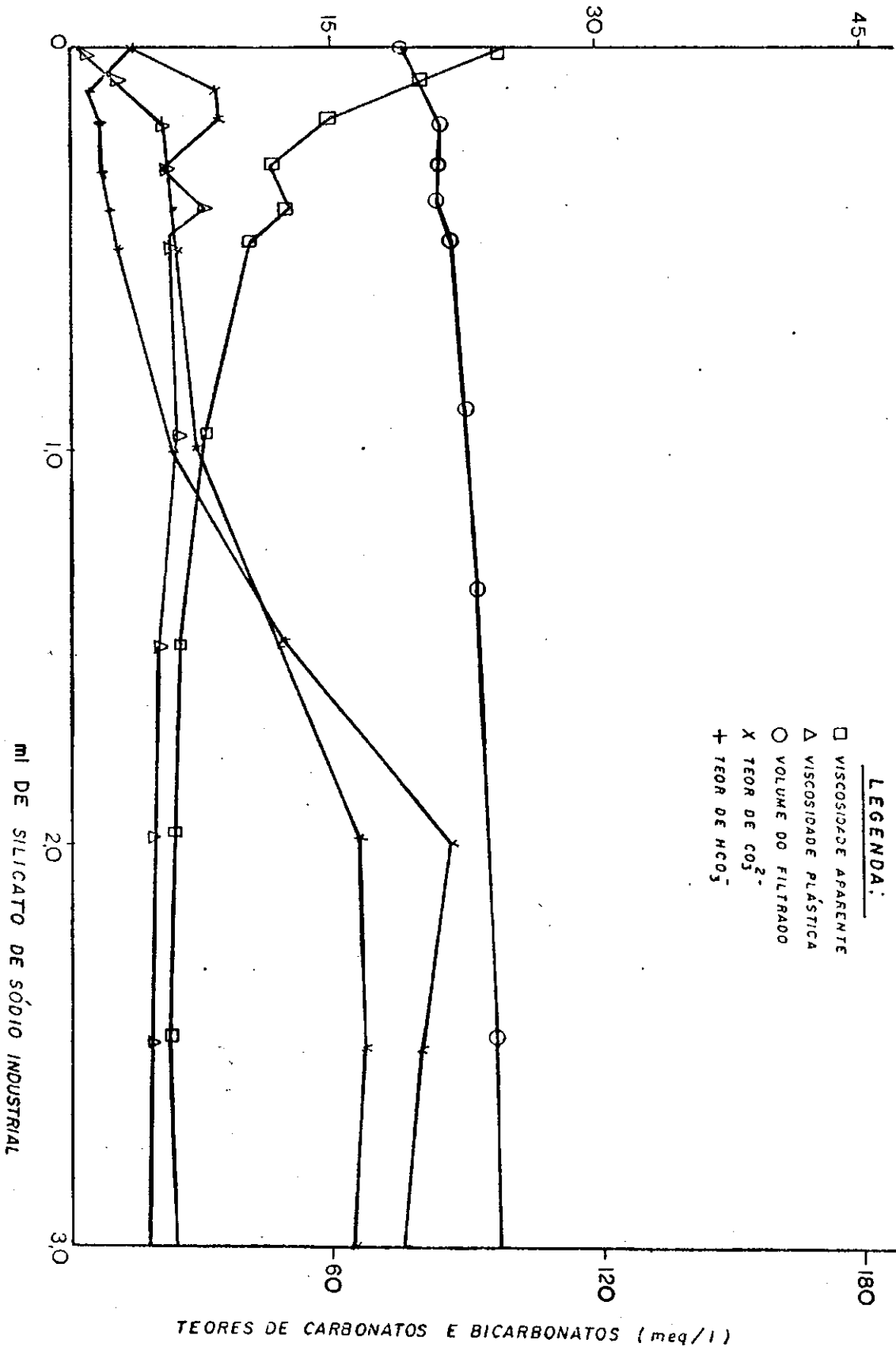


FIGURA 10 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMERALITA SÓDICA DO TIPO EMBOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL E QUANTIDADE DE CO₂ E HCO₃⁻ EM ml

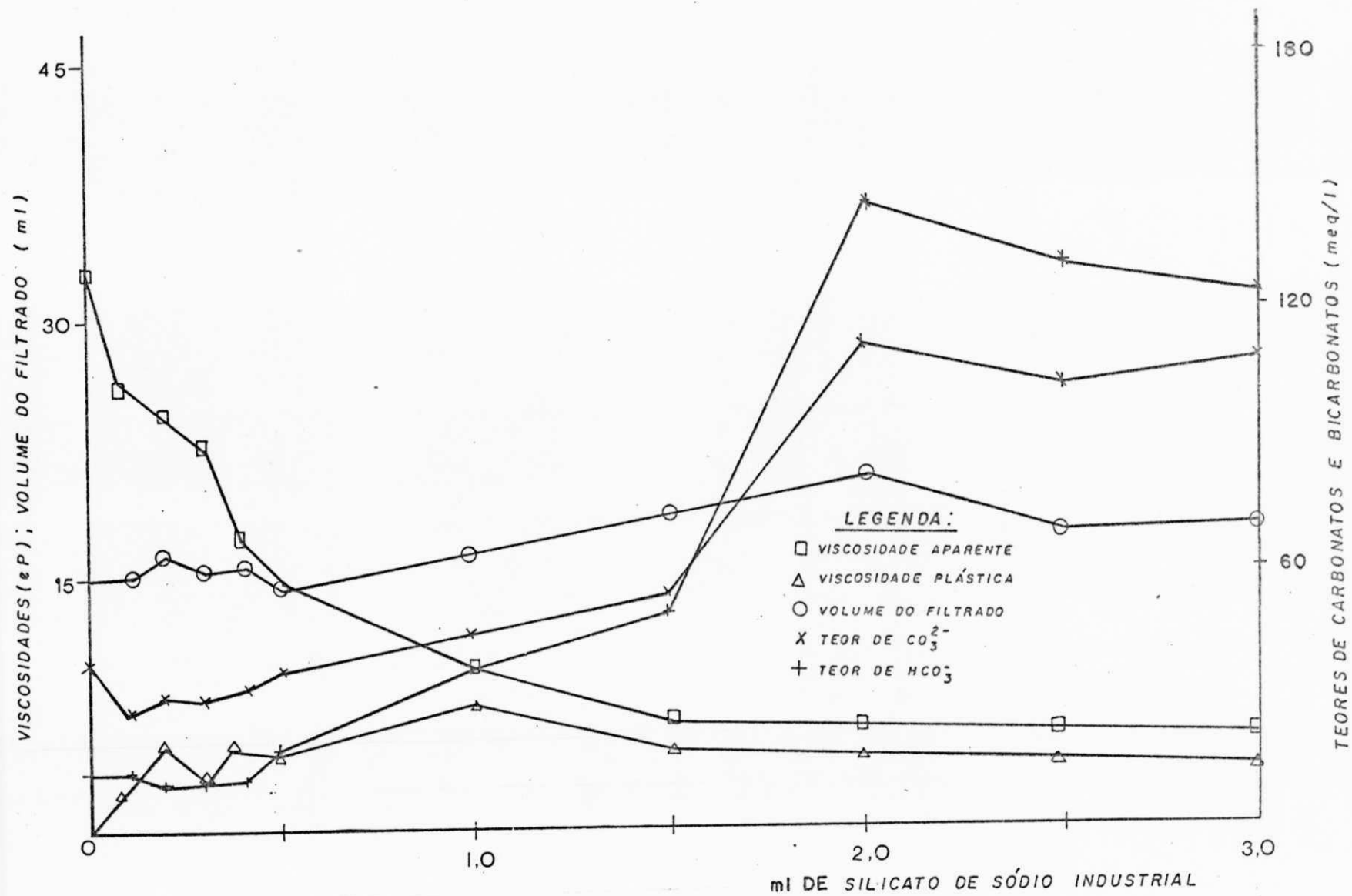


FIGURA 19 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL E CURA DE 24 h.

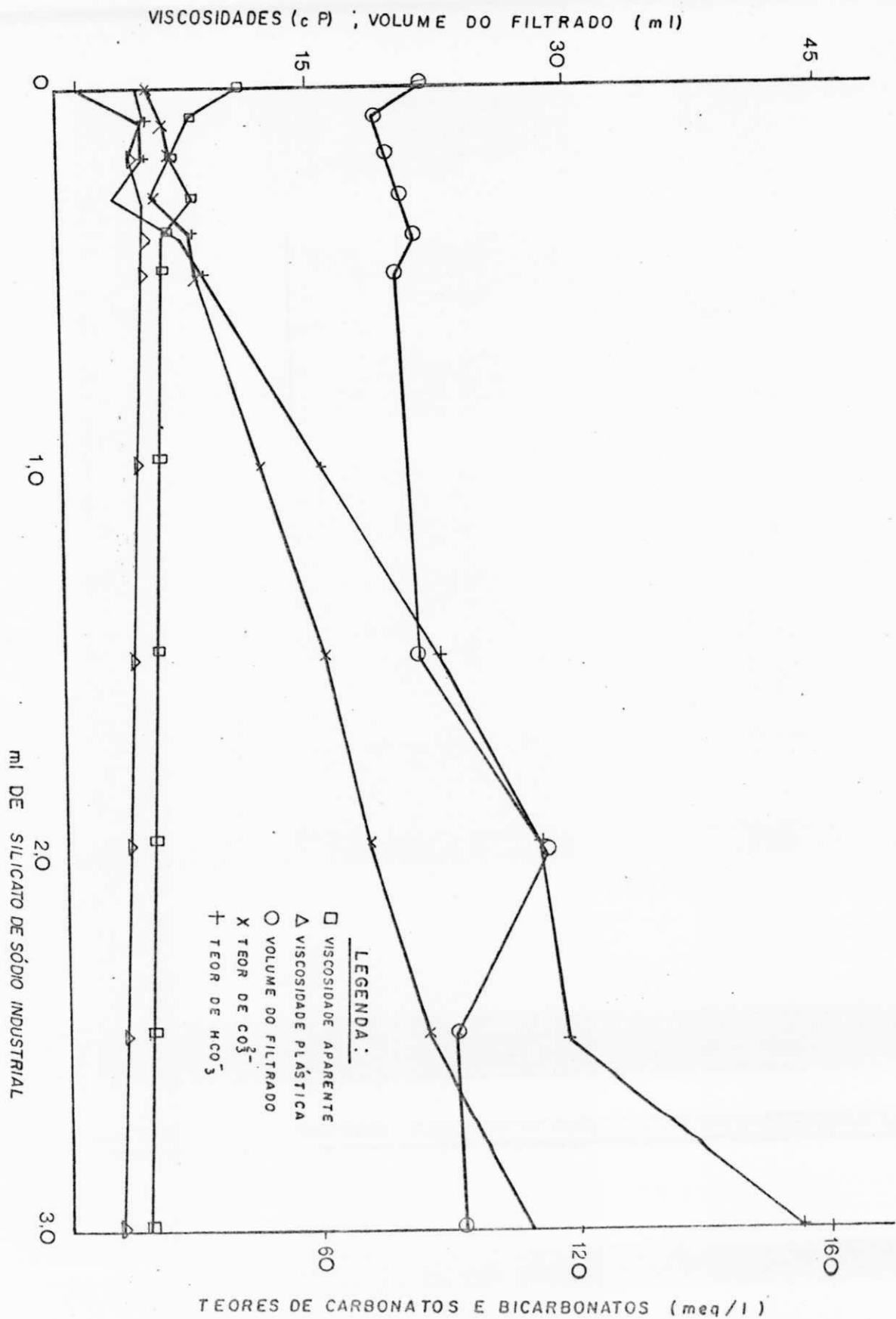


FIGURA 20 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE
 ESMECITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ML
 DE SILICATO DE SÓDIO INDUSTRIAL

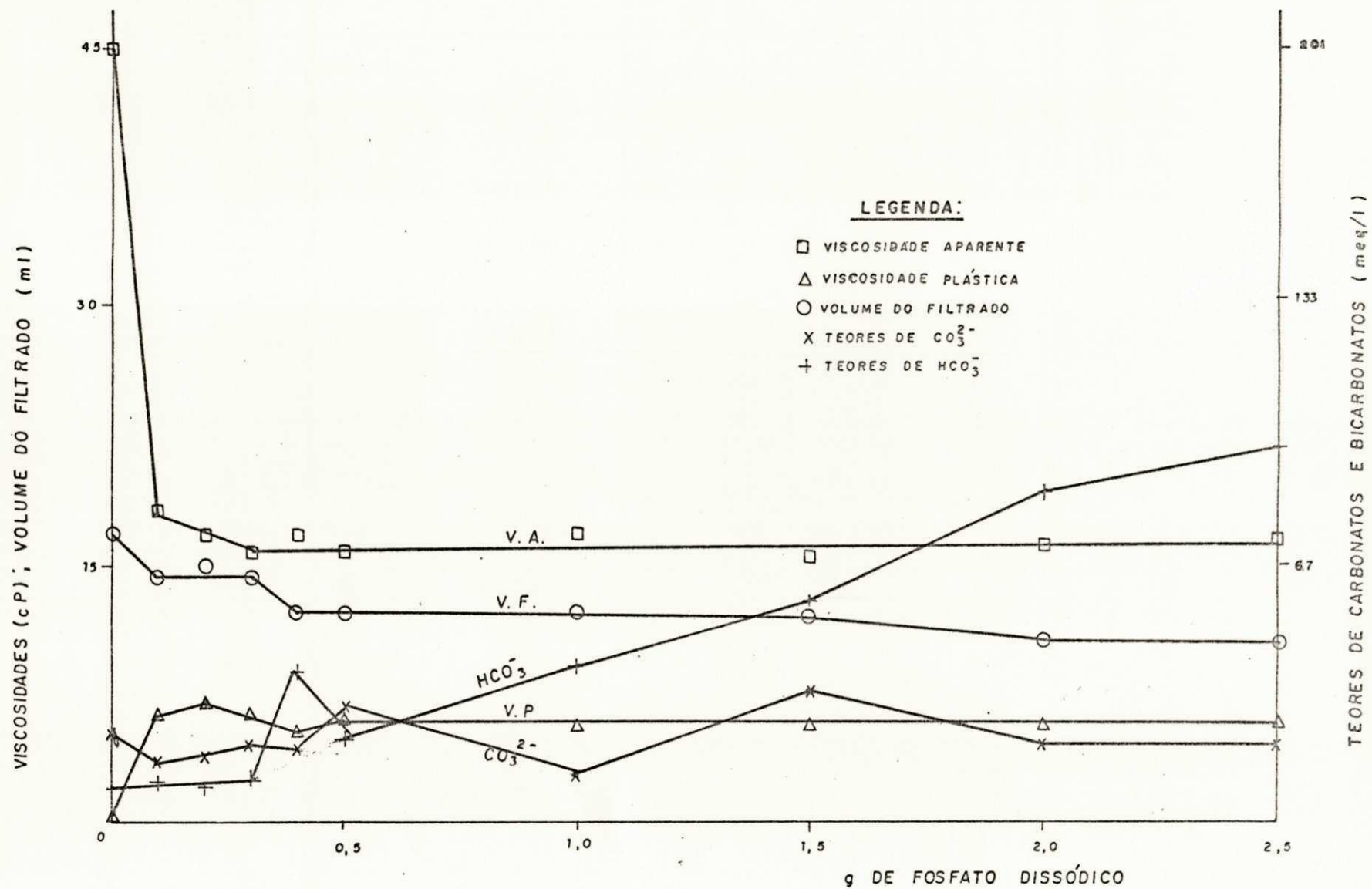


FIGURA 21 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE FOSFATO DISSÓDICO E CURA DE 24 h.

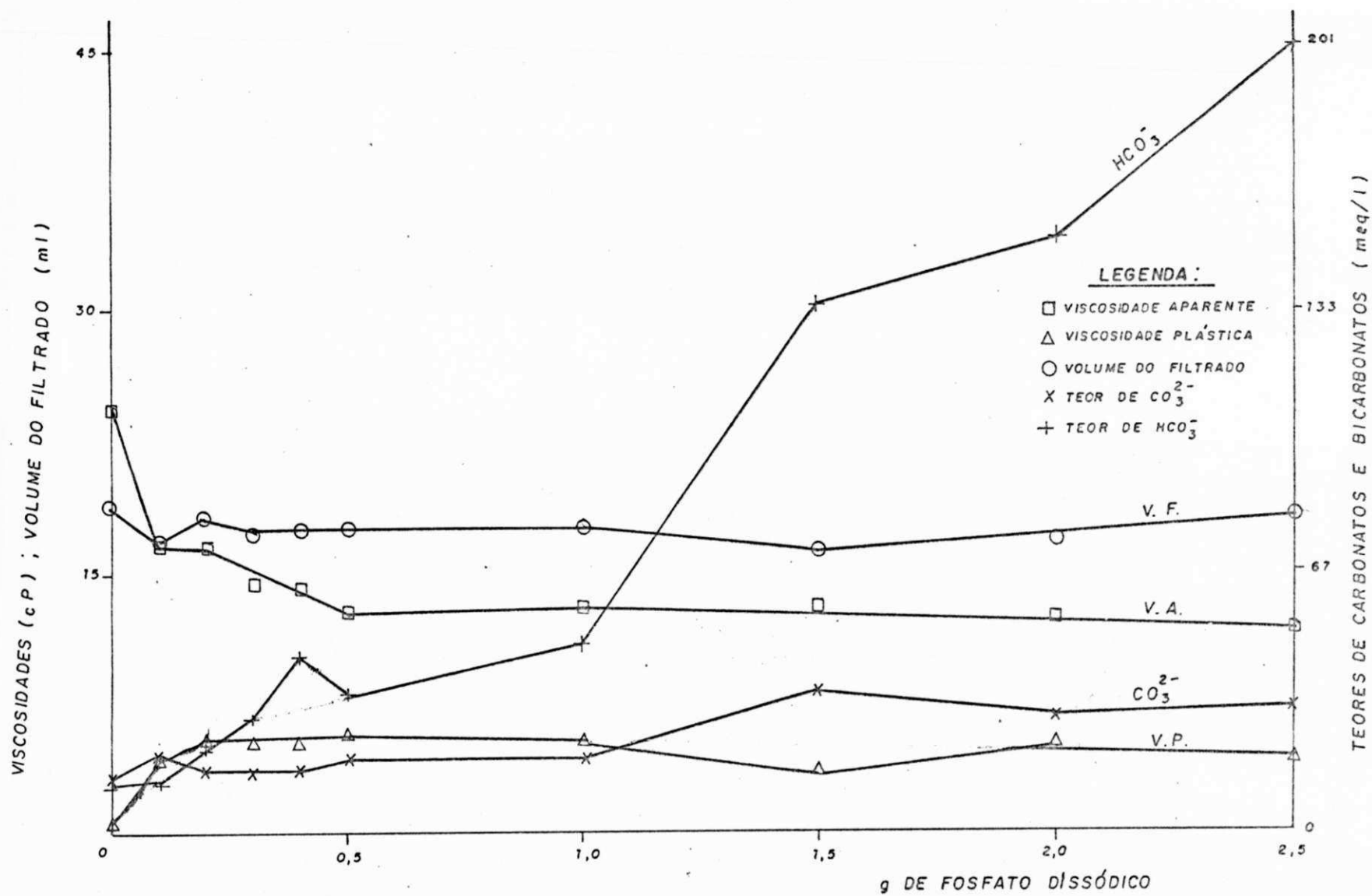


FIGURA 22 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE FOSFATO DISSÓDICO E CURA DE 24 h.

VISCOSIDADES (cP); VOLUME DO FILTRADO (ml)

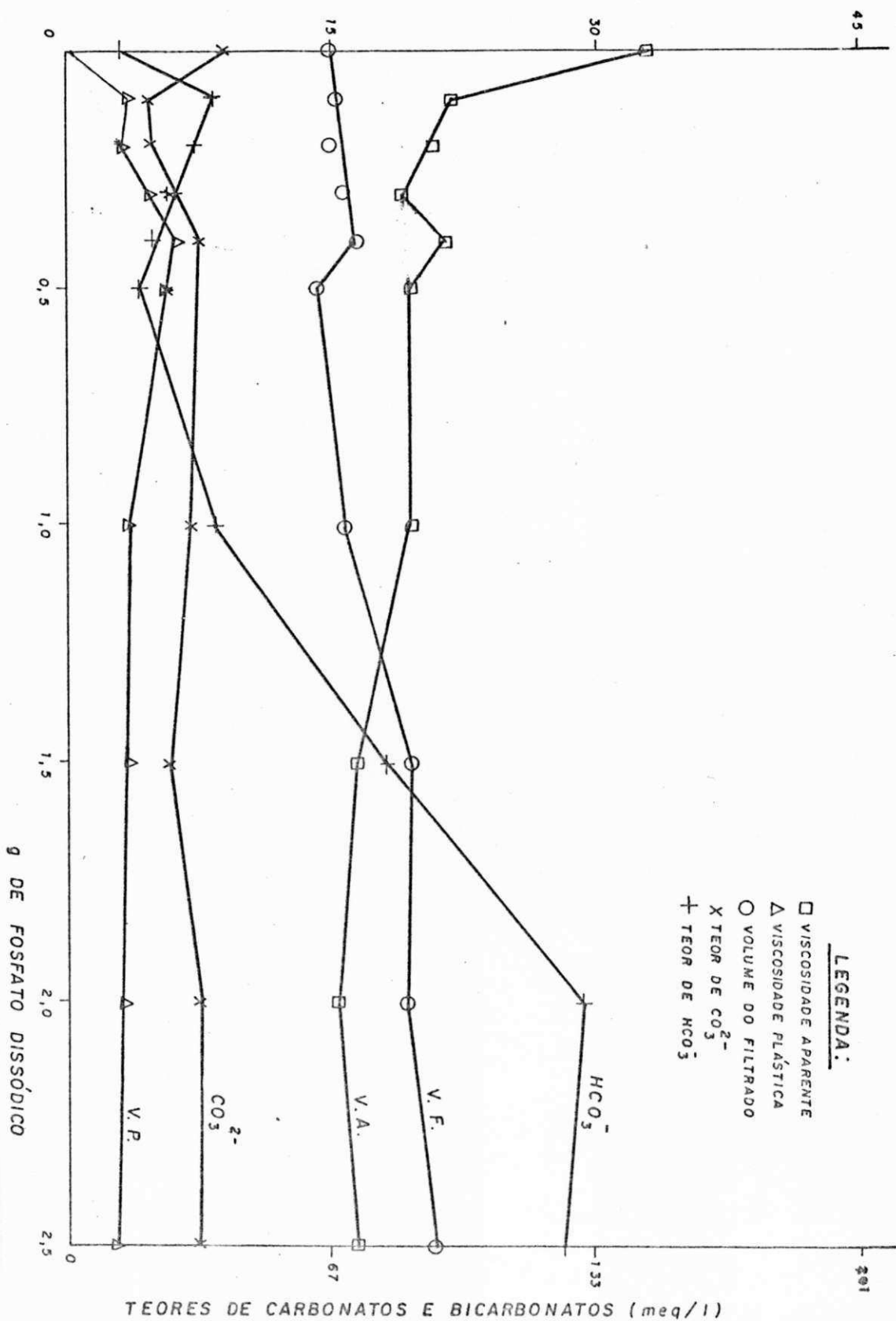


FIGURA 23 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE FOSFATO DISSÓDICO E CURA DE 24 h.

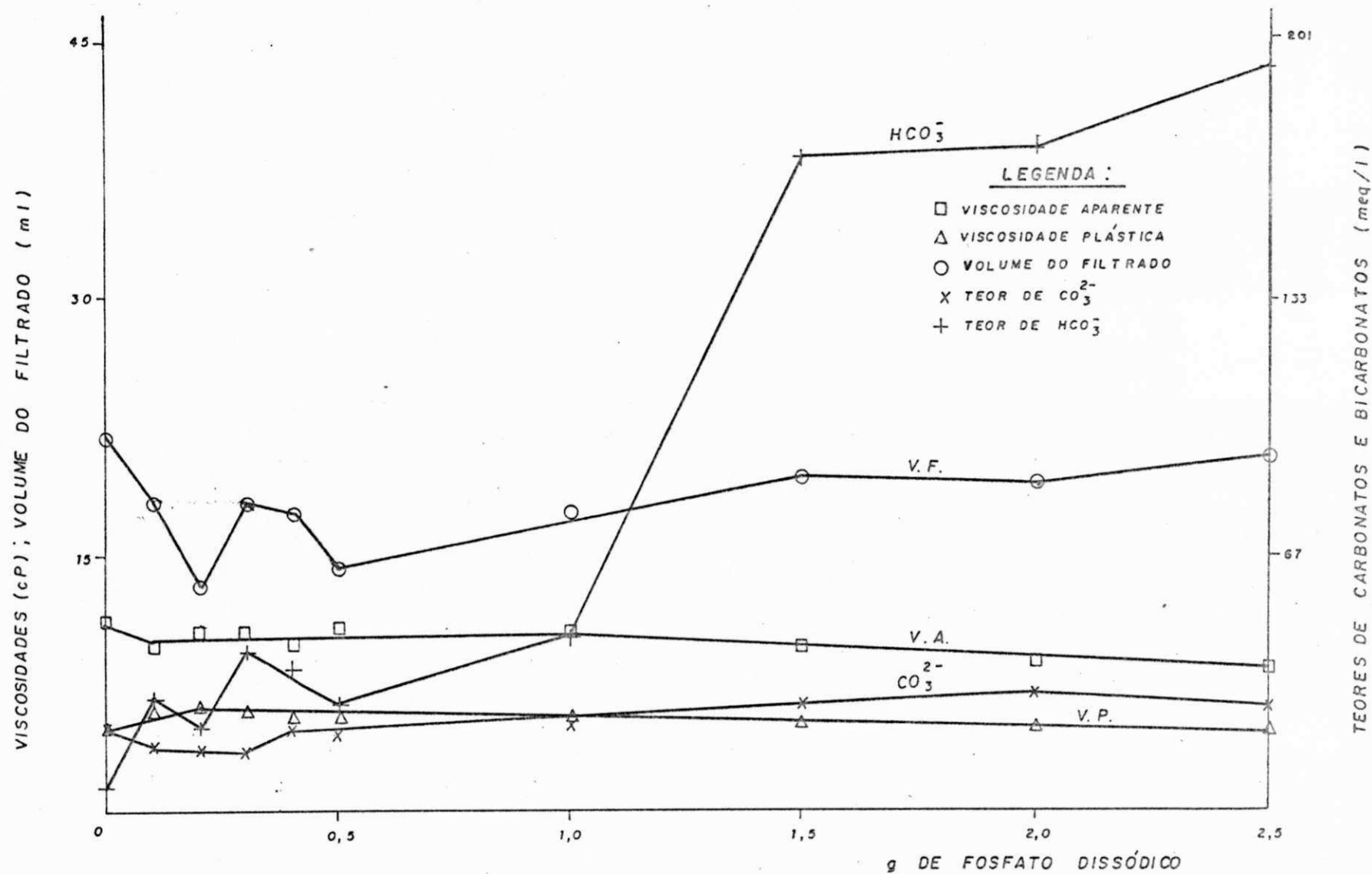


FIGURA 24 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE FOSFATO DISSÓDICO E CURA DE 24 h.

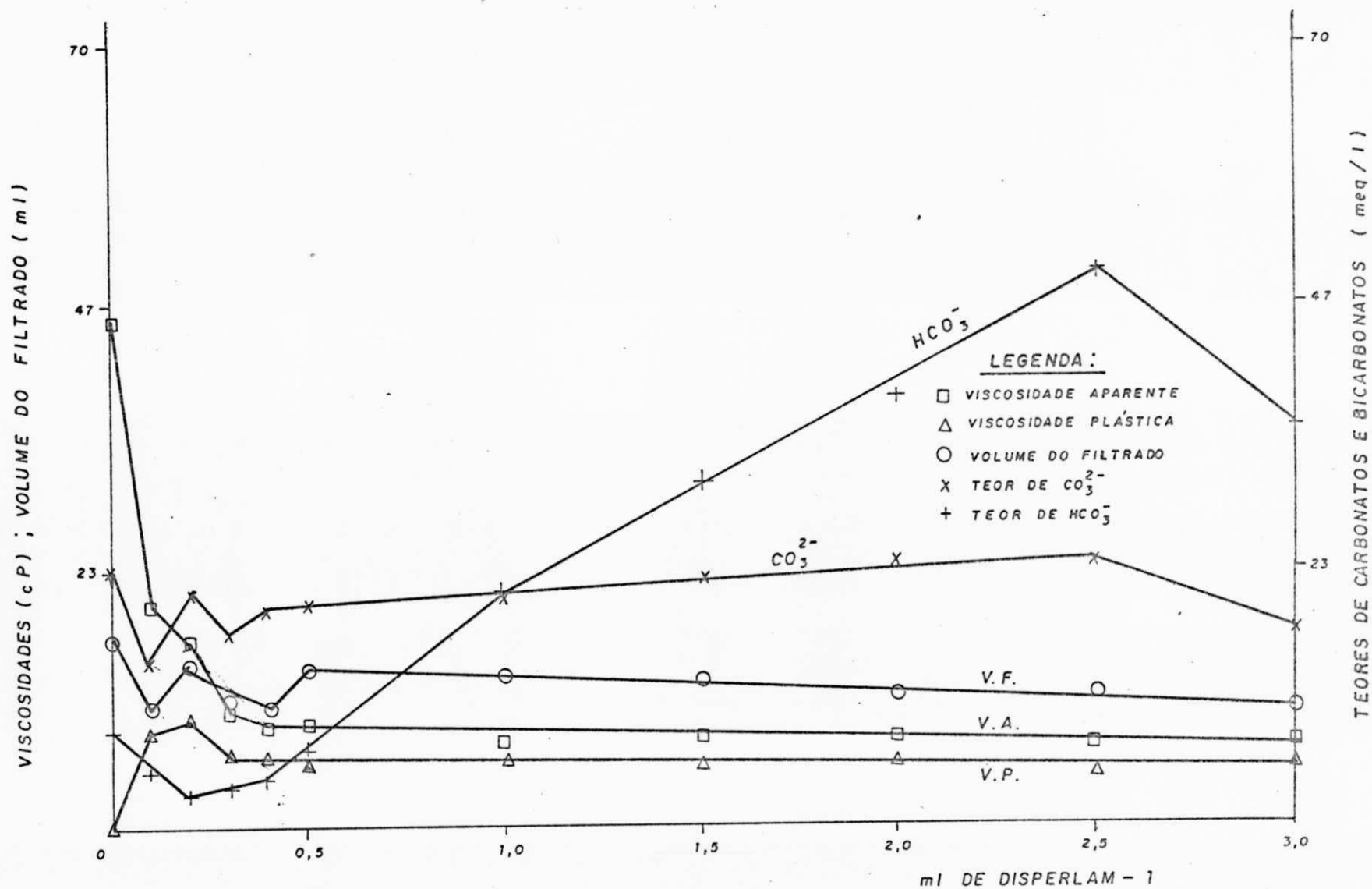


FIGURA 25 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DISPERLAN-1 E CURA DE 24 h.

VISCOSIDADES (cP), VOLUME DO FILTRADO (ml)

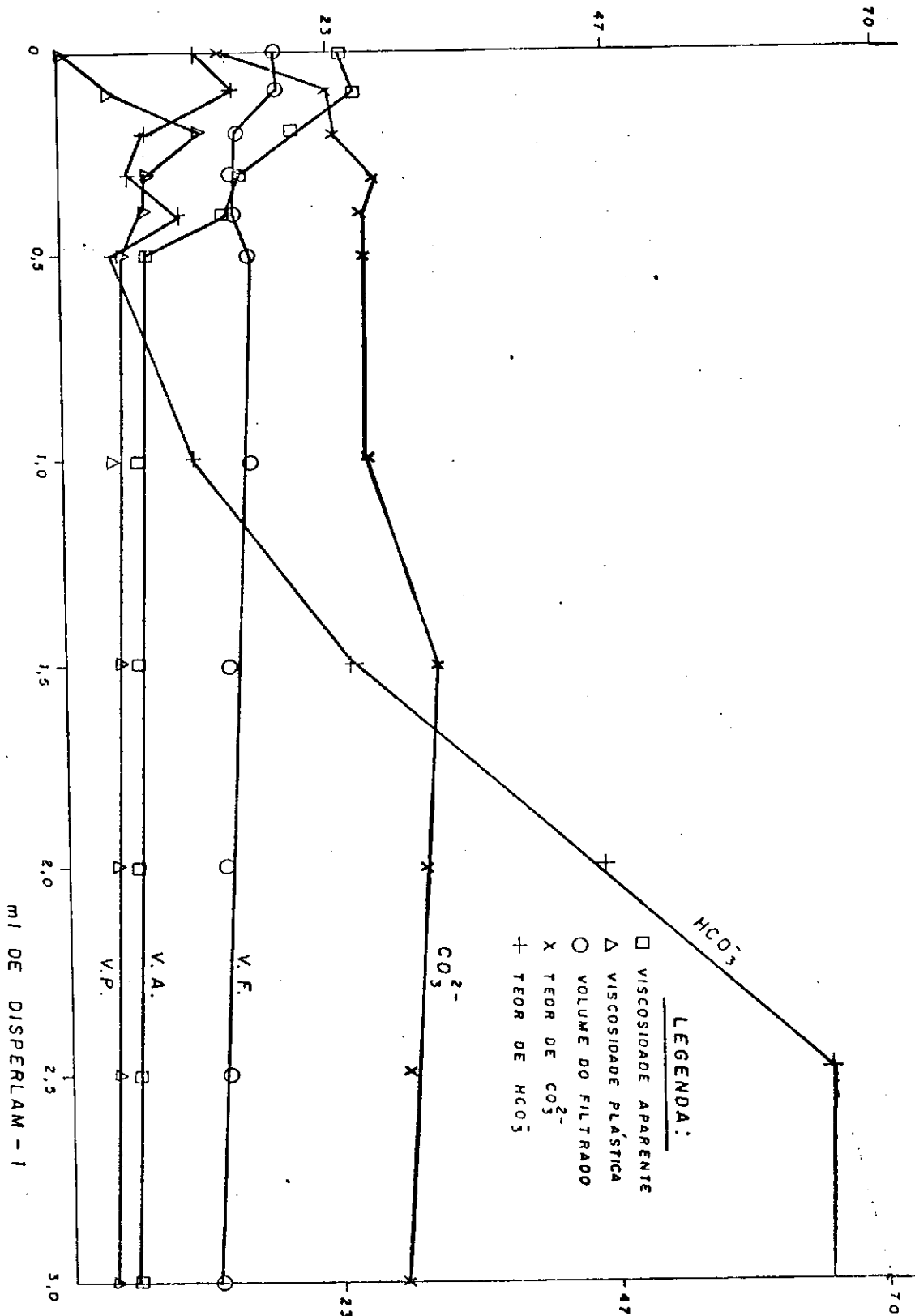


FIGURA 26 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DISPERLAN-1 E CURA DF 24 h.

VISCOSIDADES (cP); VOLUME DO FILTRADO (ml)

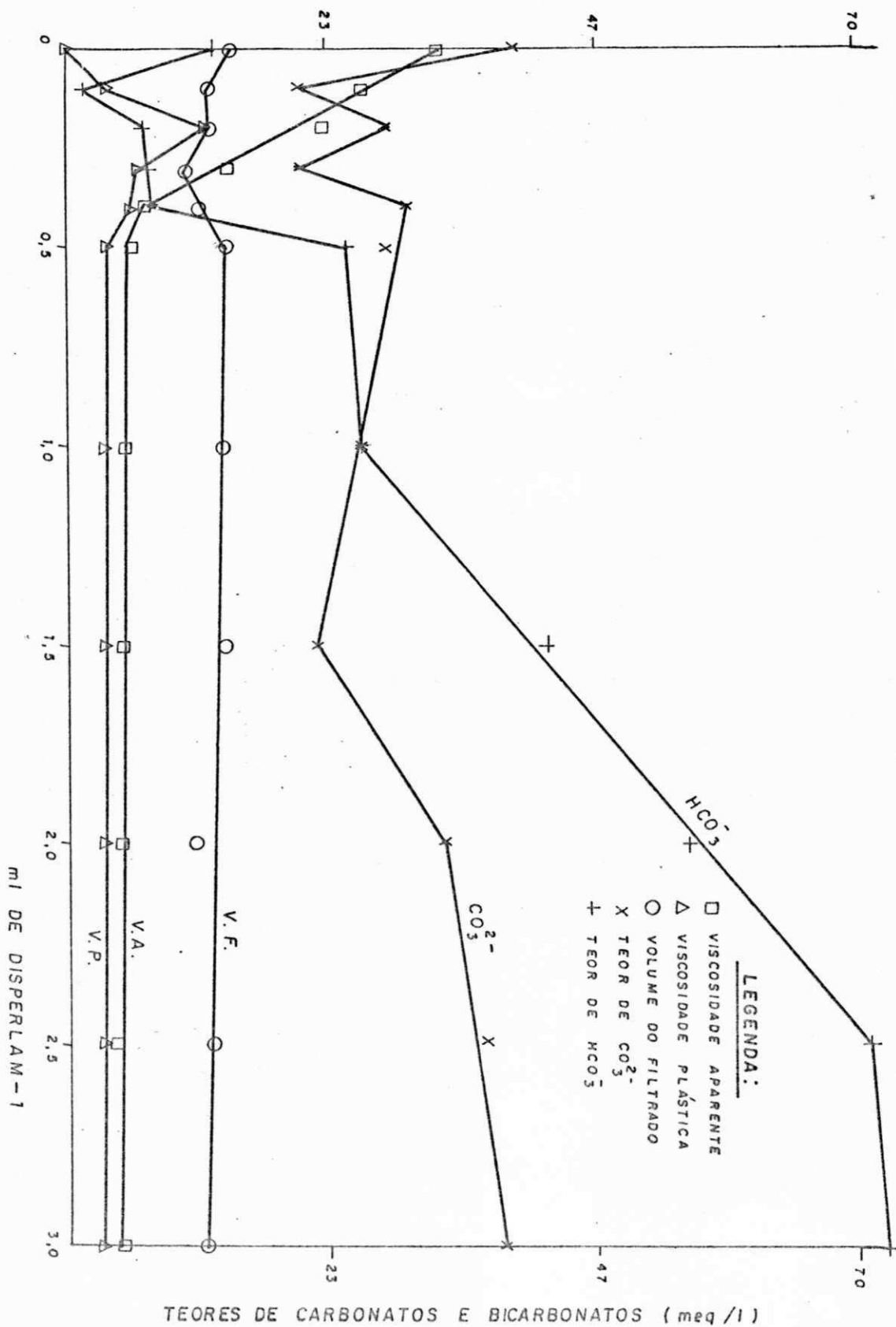


FIGURA 27 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECITITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DISPERLAM-1 E CURA DE 24 h.

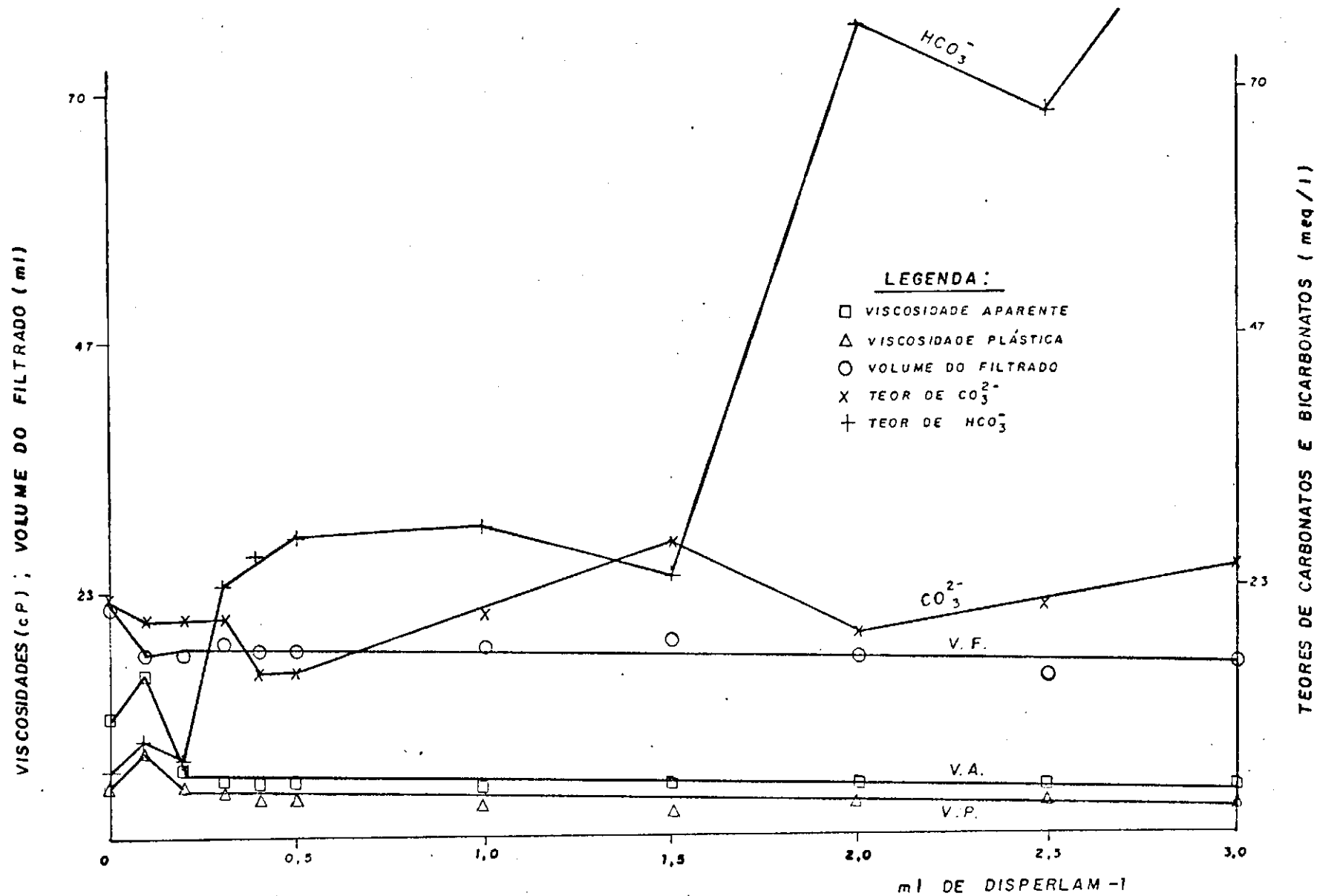


FIGURA 28 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DISPERLAM-1 E CURA DE 24 h.

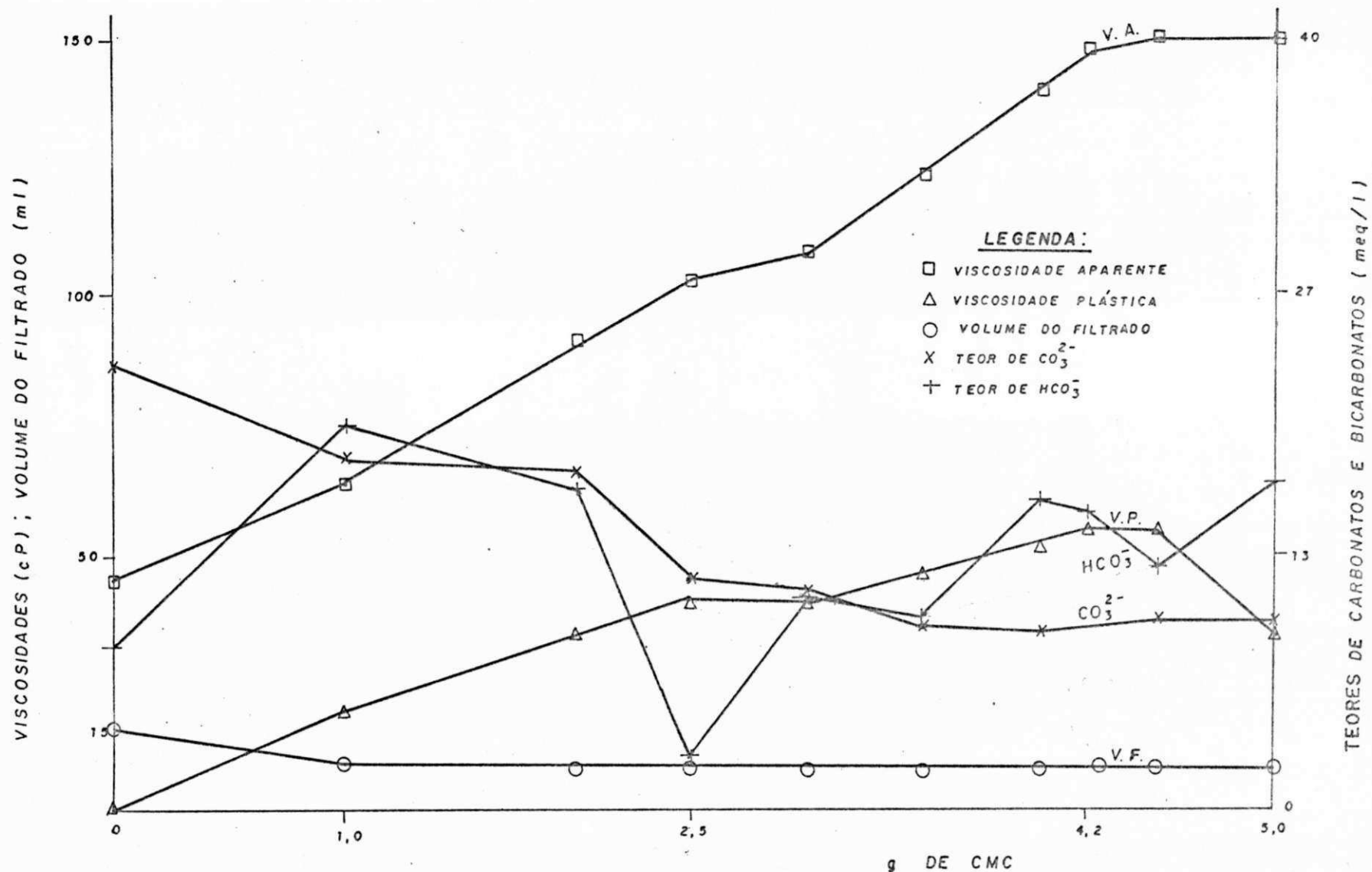


FIGURA 29 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL BBV/ADS) E CURA DE 24 h.

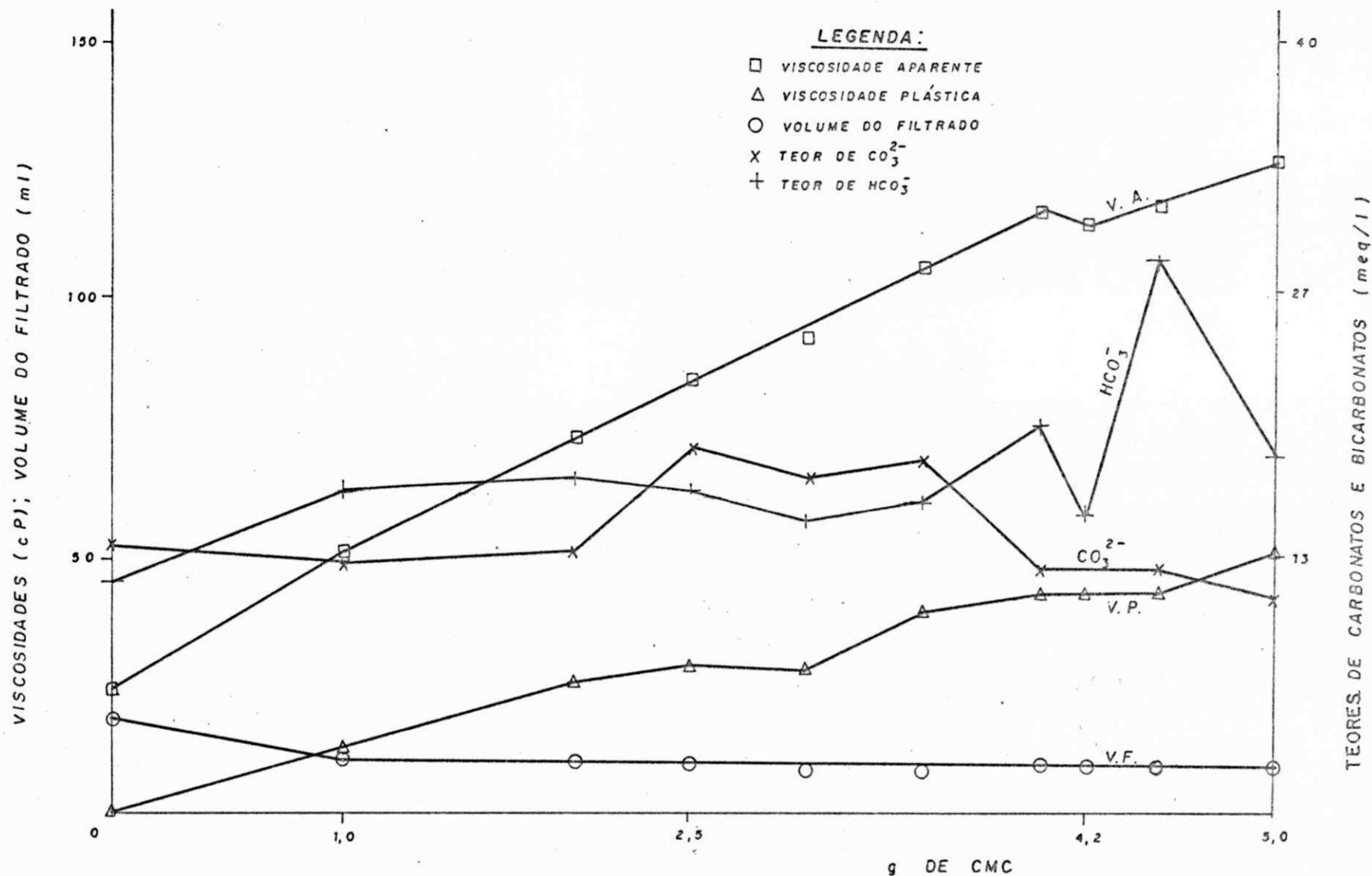


FIGURA 30 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL BBV/ADS) E CURA DE 24 h.

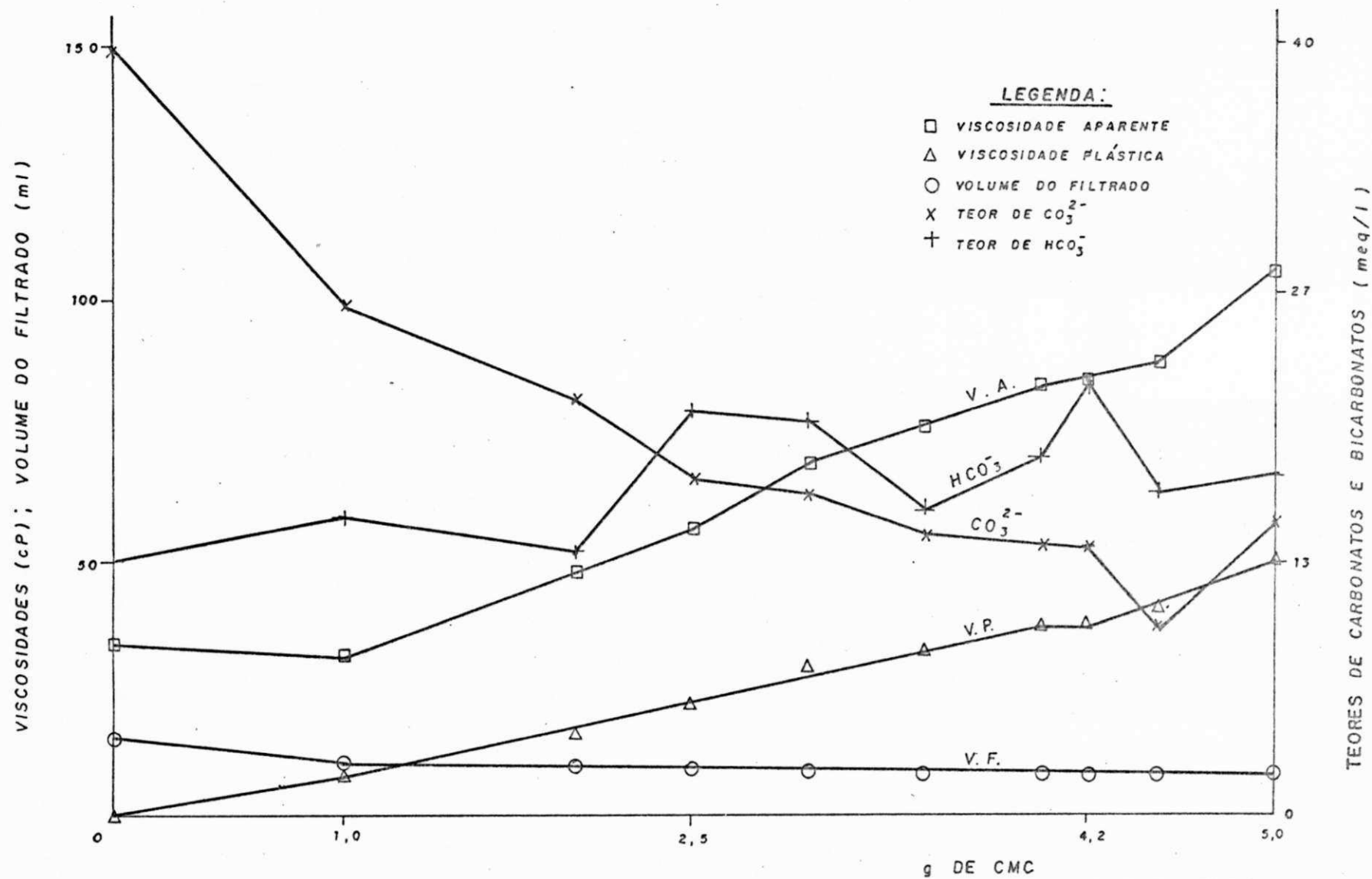


FIGURA 31 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL BBV/ADS) E CURA DE 24 h.

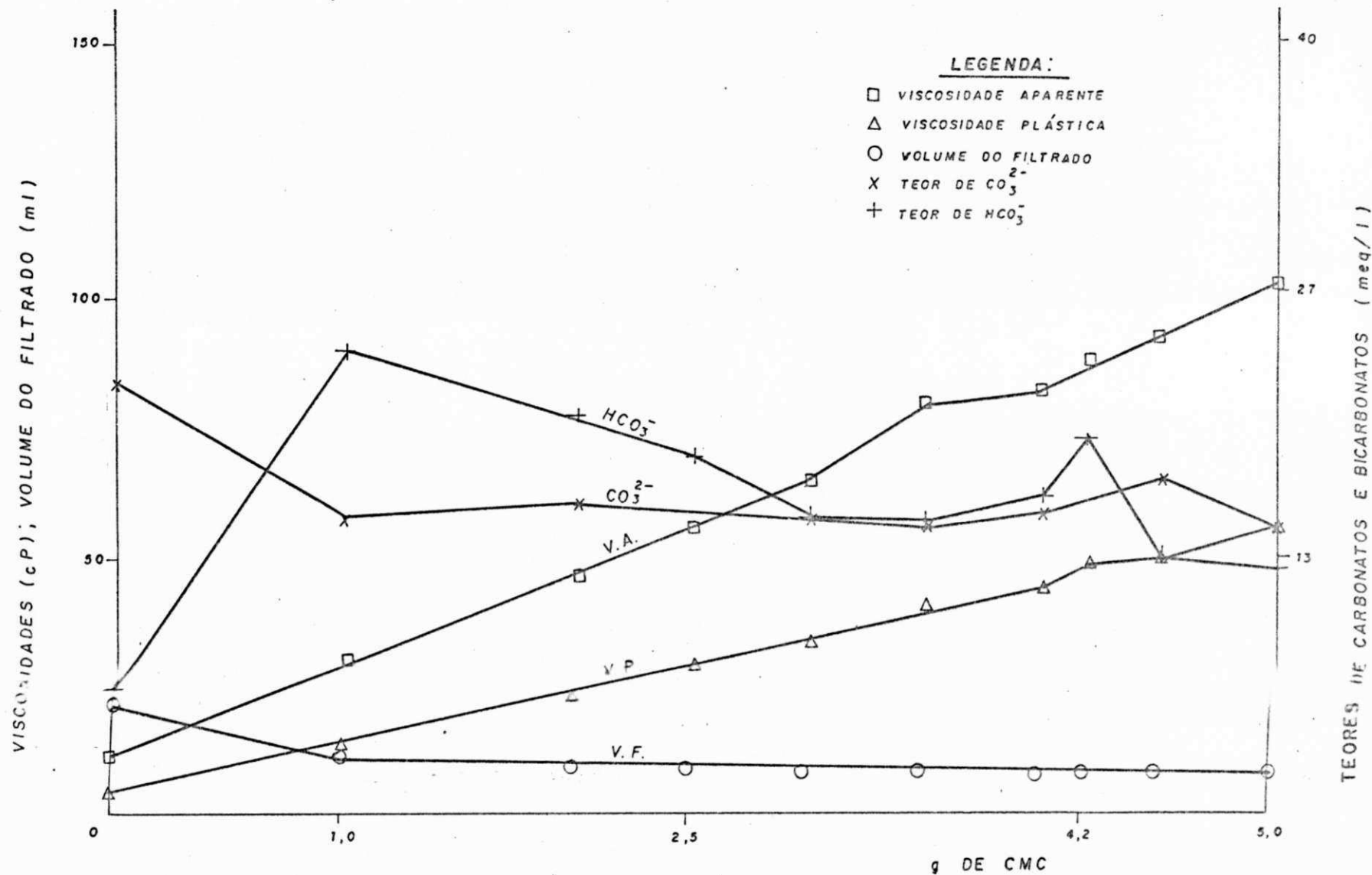


FIGURA 32 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL BBV/ADS) E CURA DE 24 h.

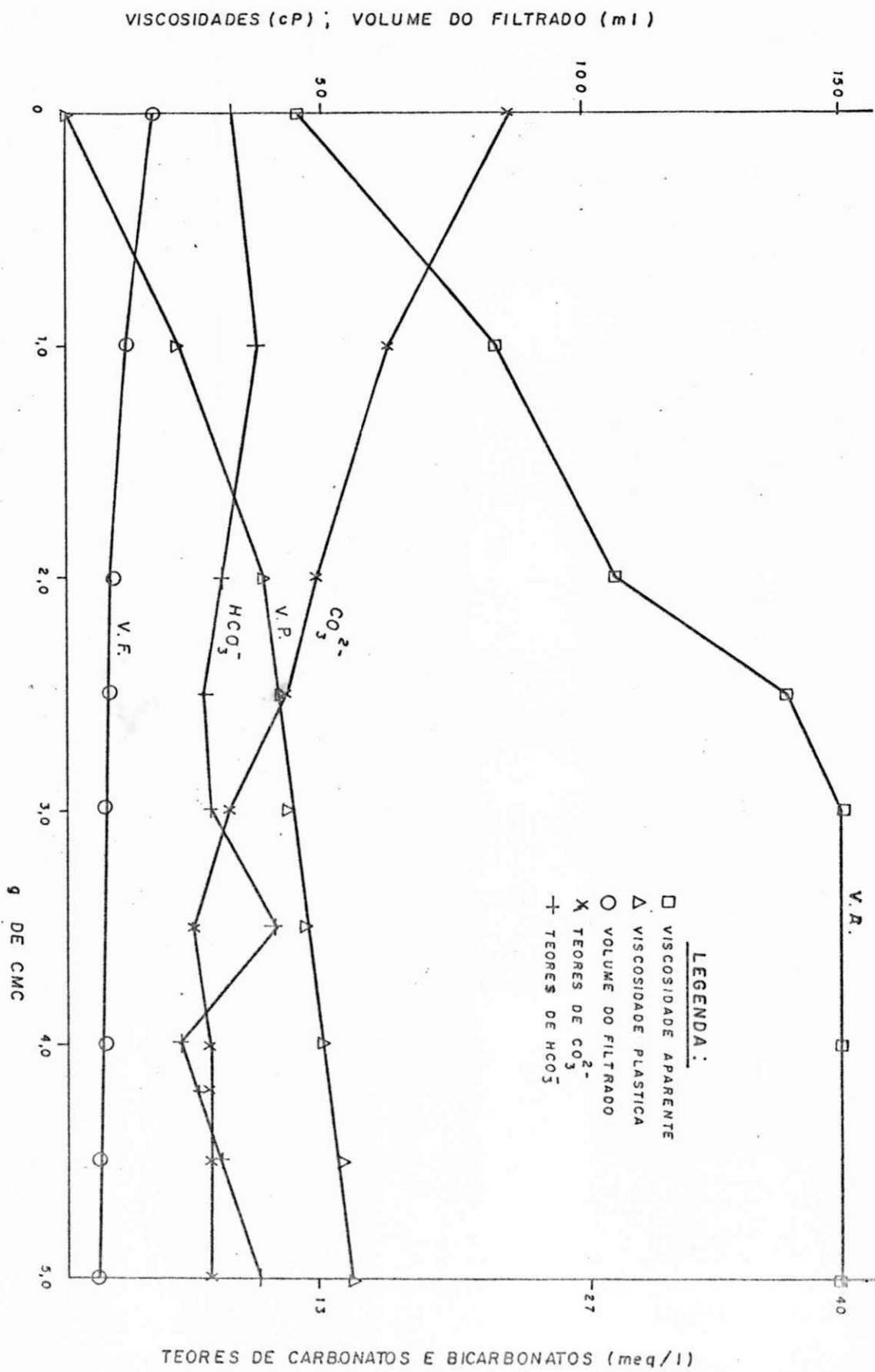


FIGURA 33 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM 9 DE CMC (BONIAL M-110 AS) E CURA DE 24 h.

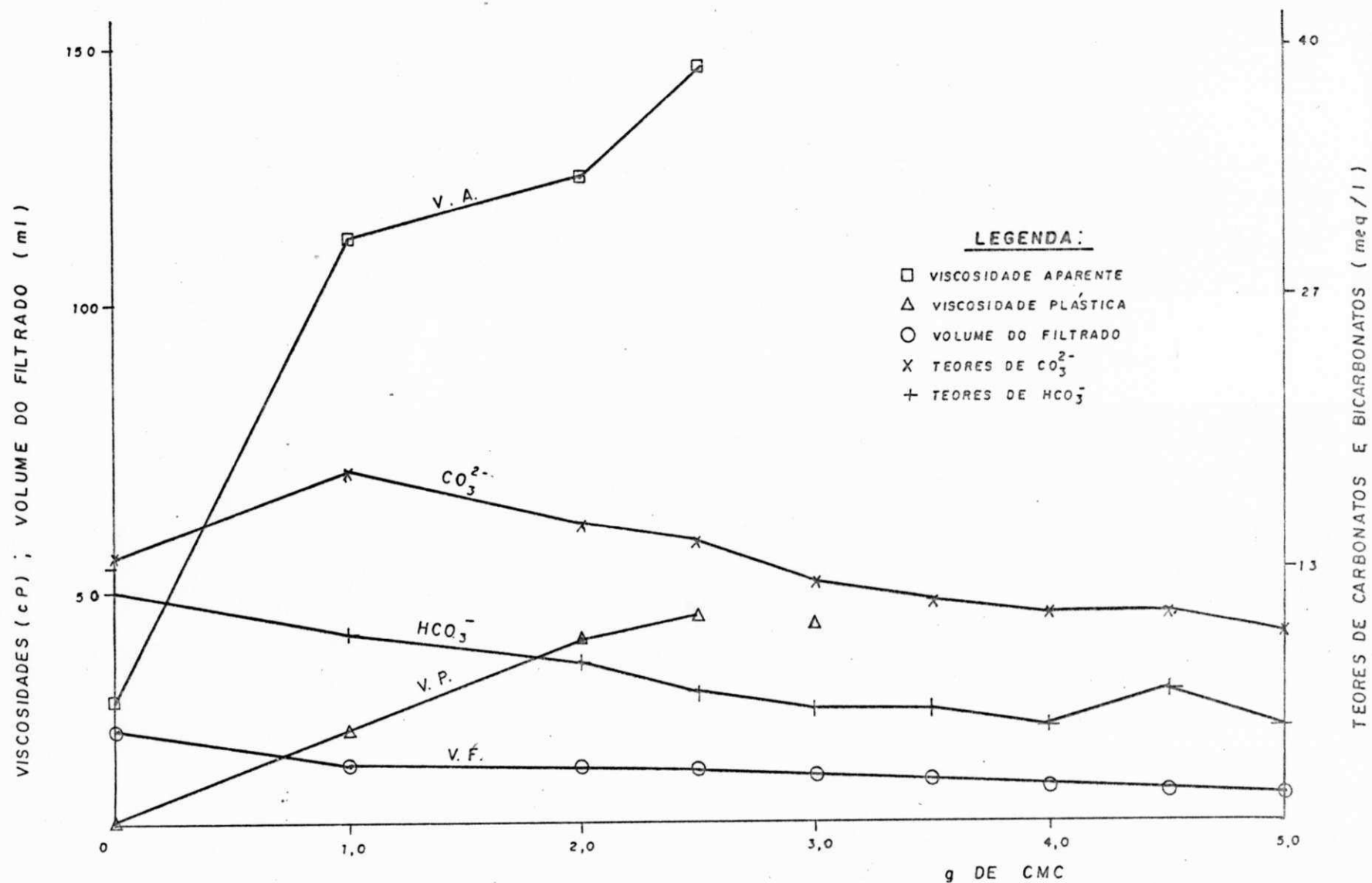


FIGURA 34 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ÊSMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL M-110 AS) E CURA DE 24 h.

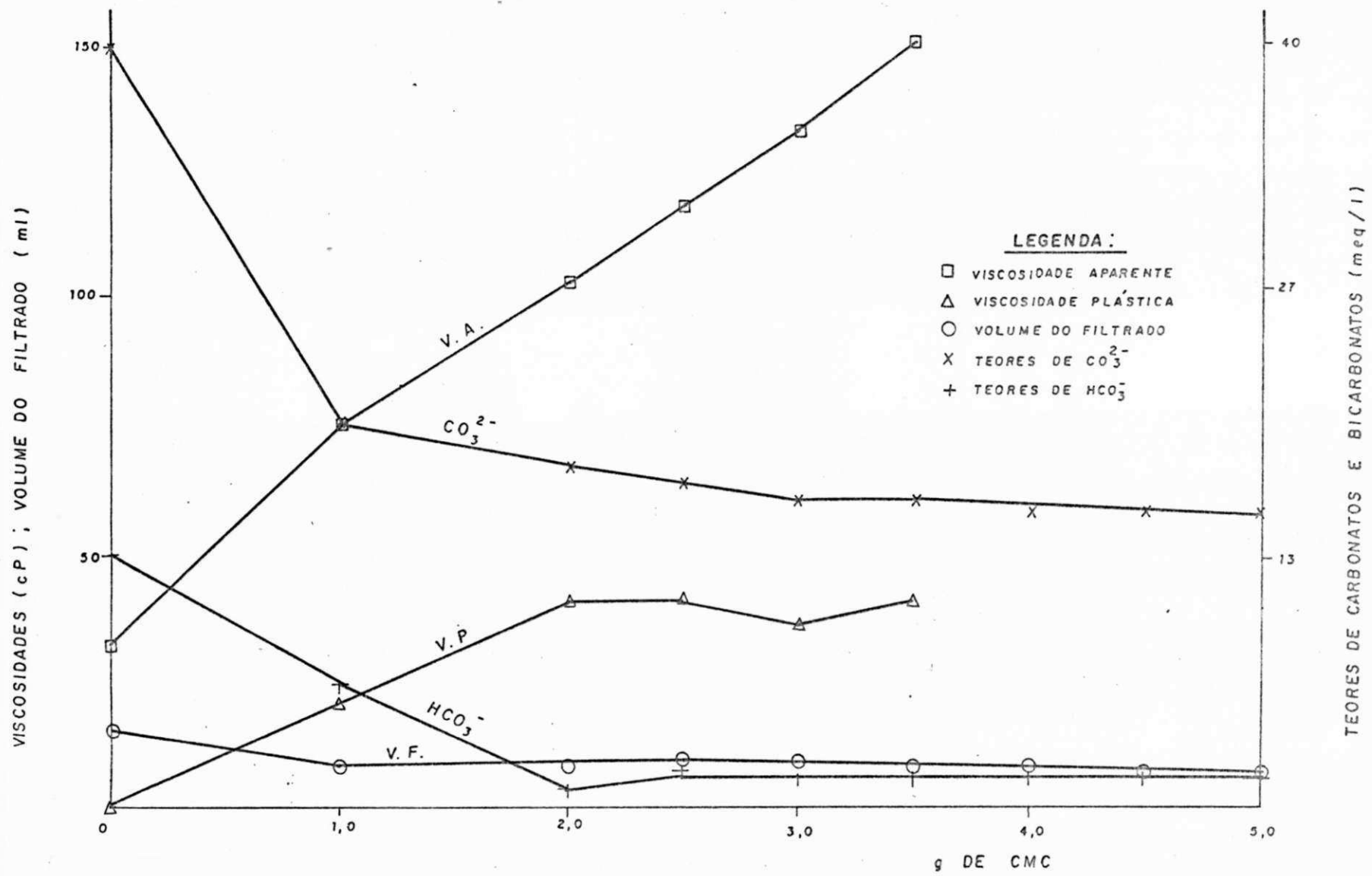


FIGURA 35 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL M-110 AS) E CURA DE 24 h.

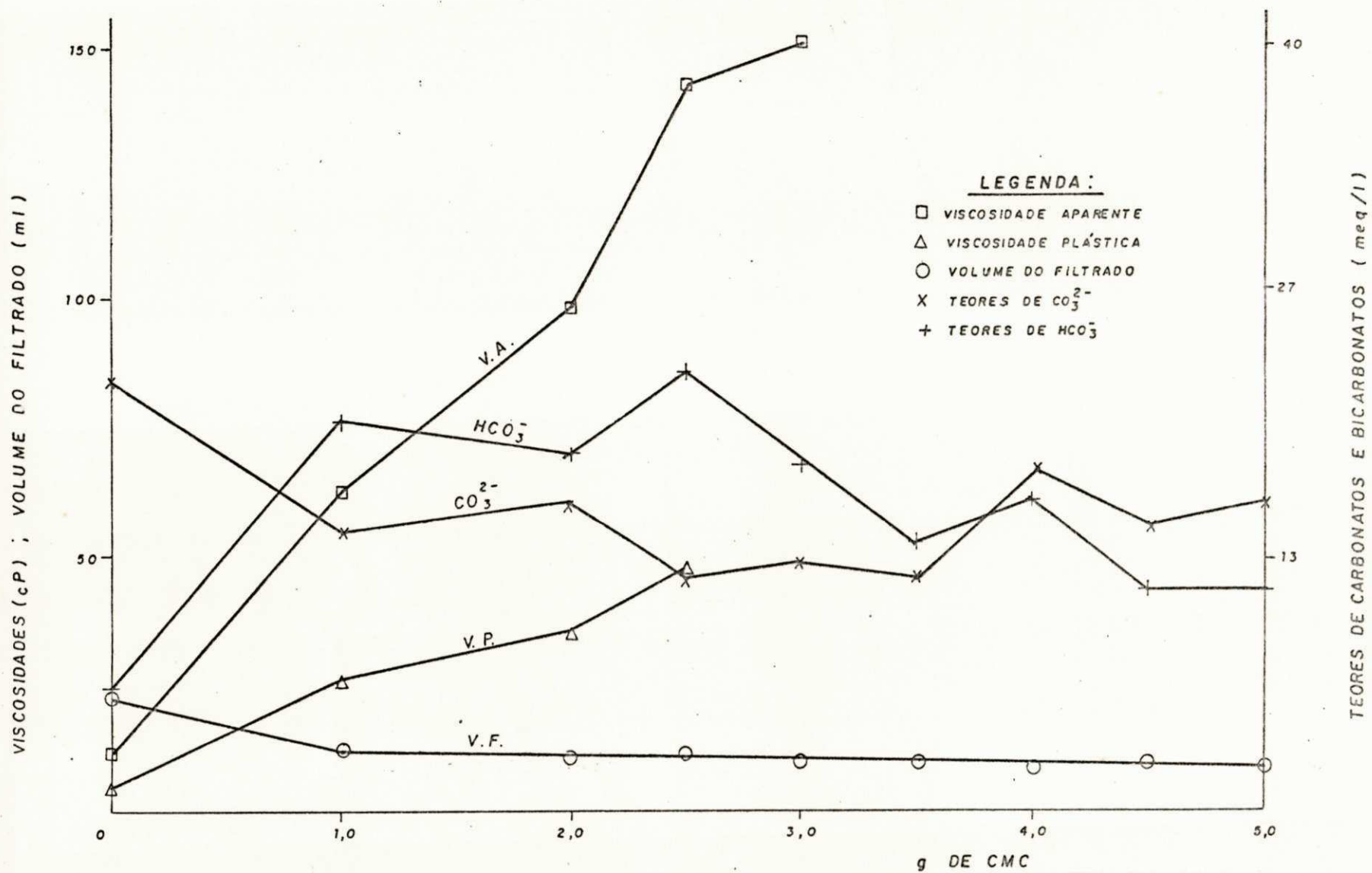


FIGURA 36 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE CMC (BONIAL M-110 AS) E CURA DE 24 h.

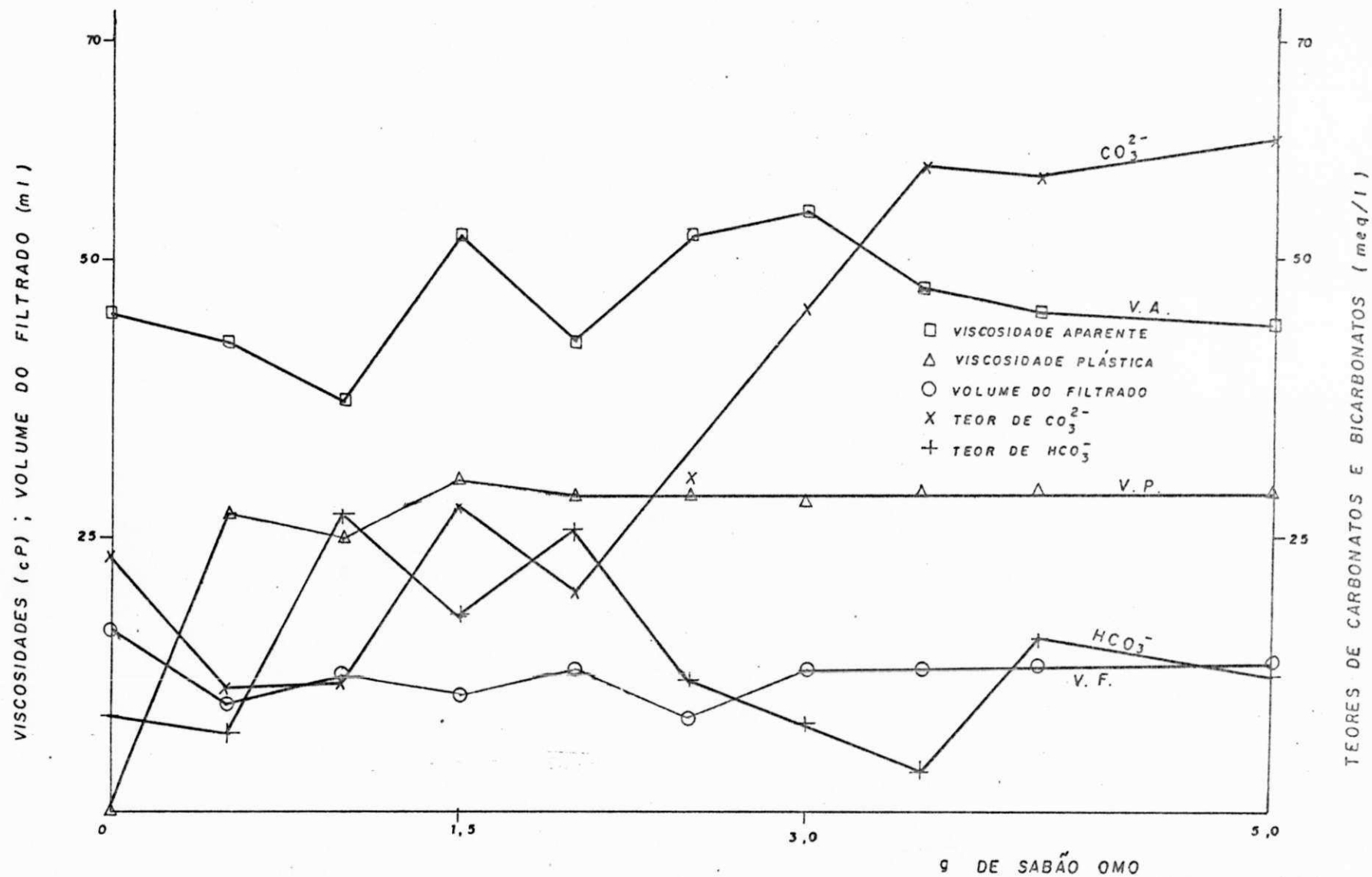


FIGURA 37 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE SABÃO OMO E CURA DE 24 h.

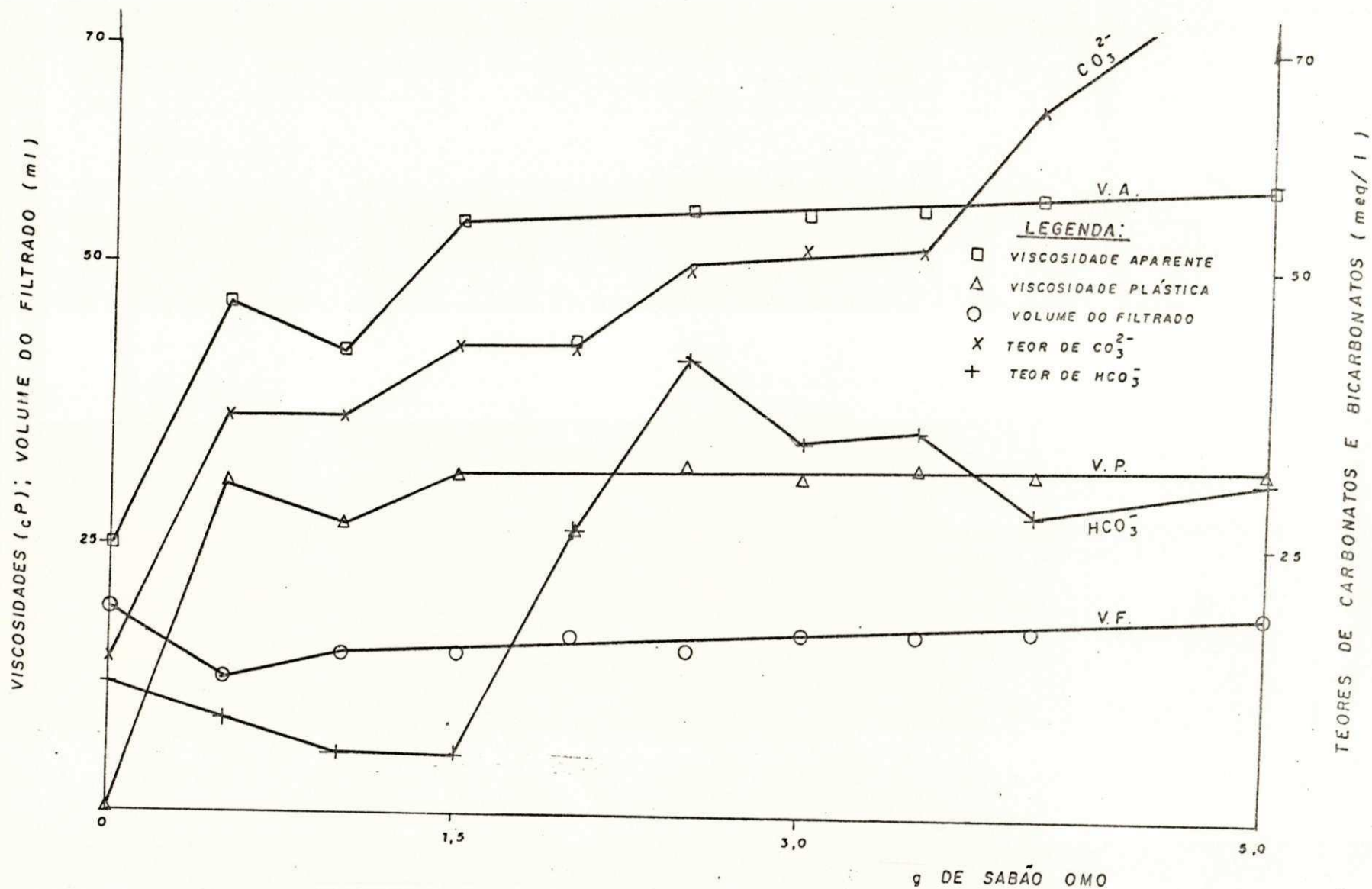


FIGURA 38 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE SABÃO OMO E CURA DE 24 h.

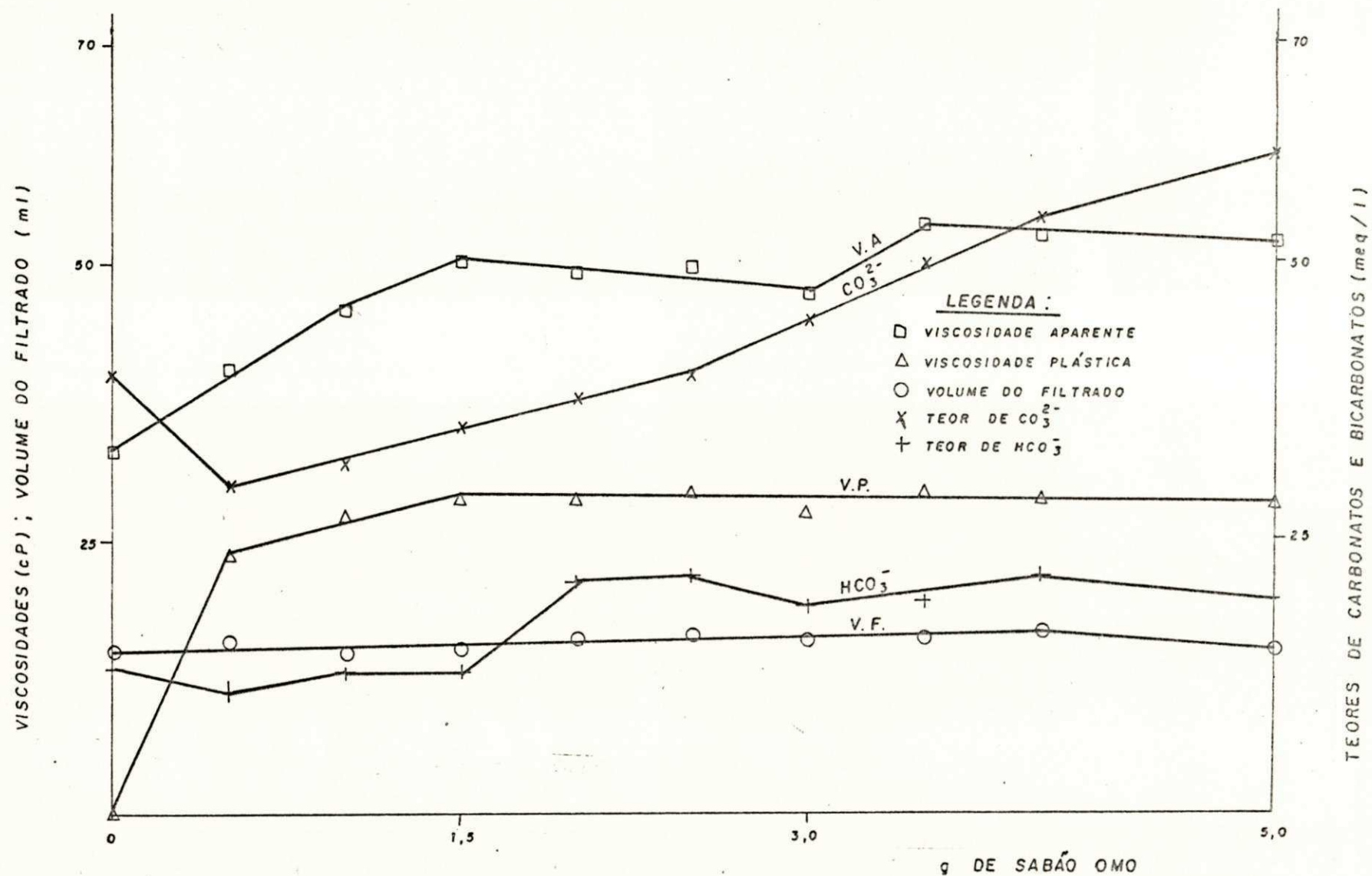


FIGURA 39 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE SABÃO OMO E CURA DE 24 h.

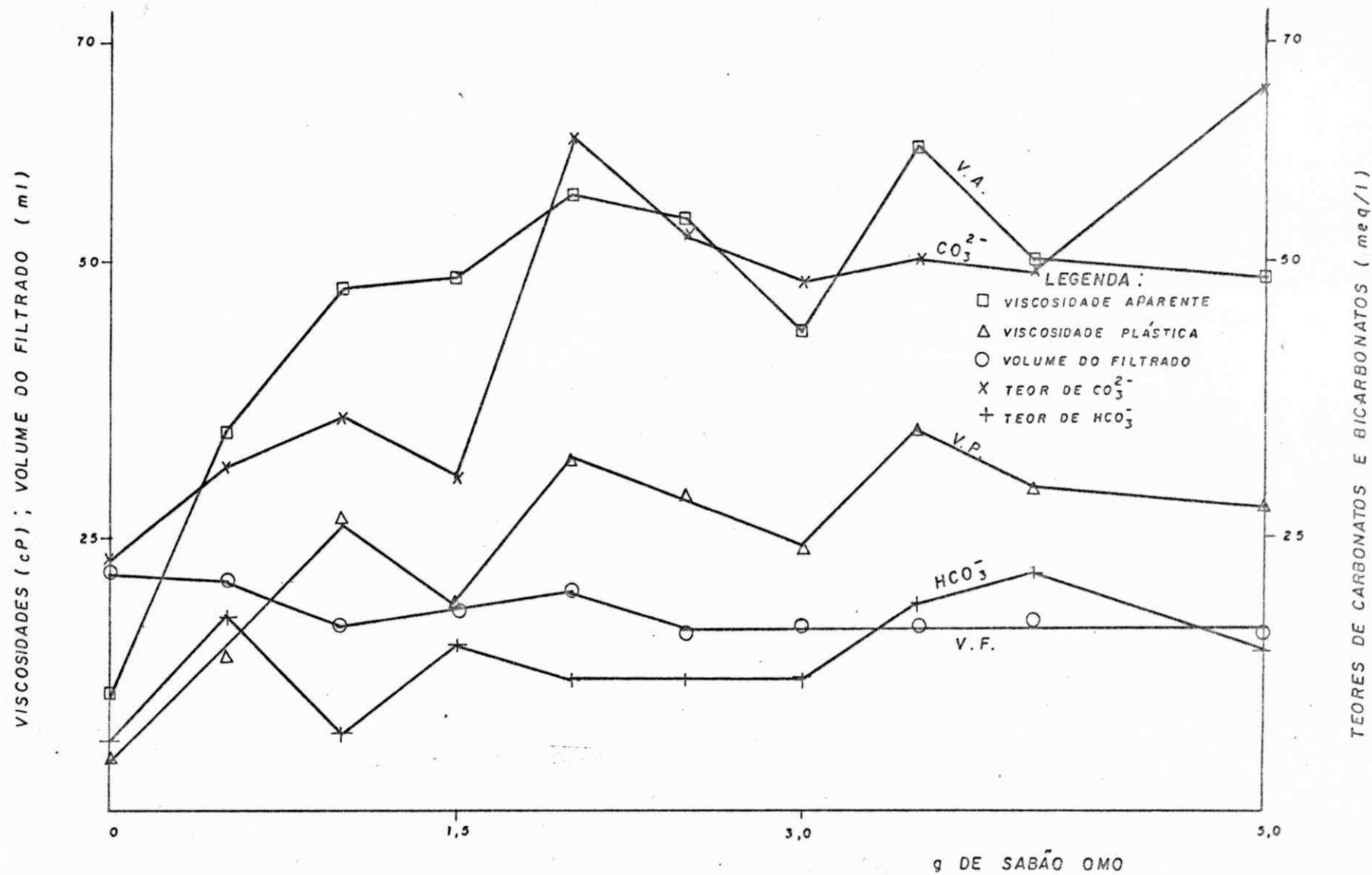


FIGURA 40 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM g DE SABÃO OMO E CURA DE 24 h.

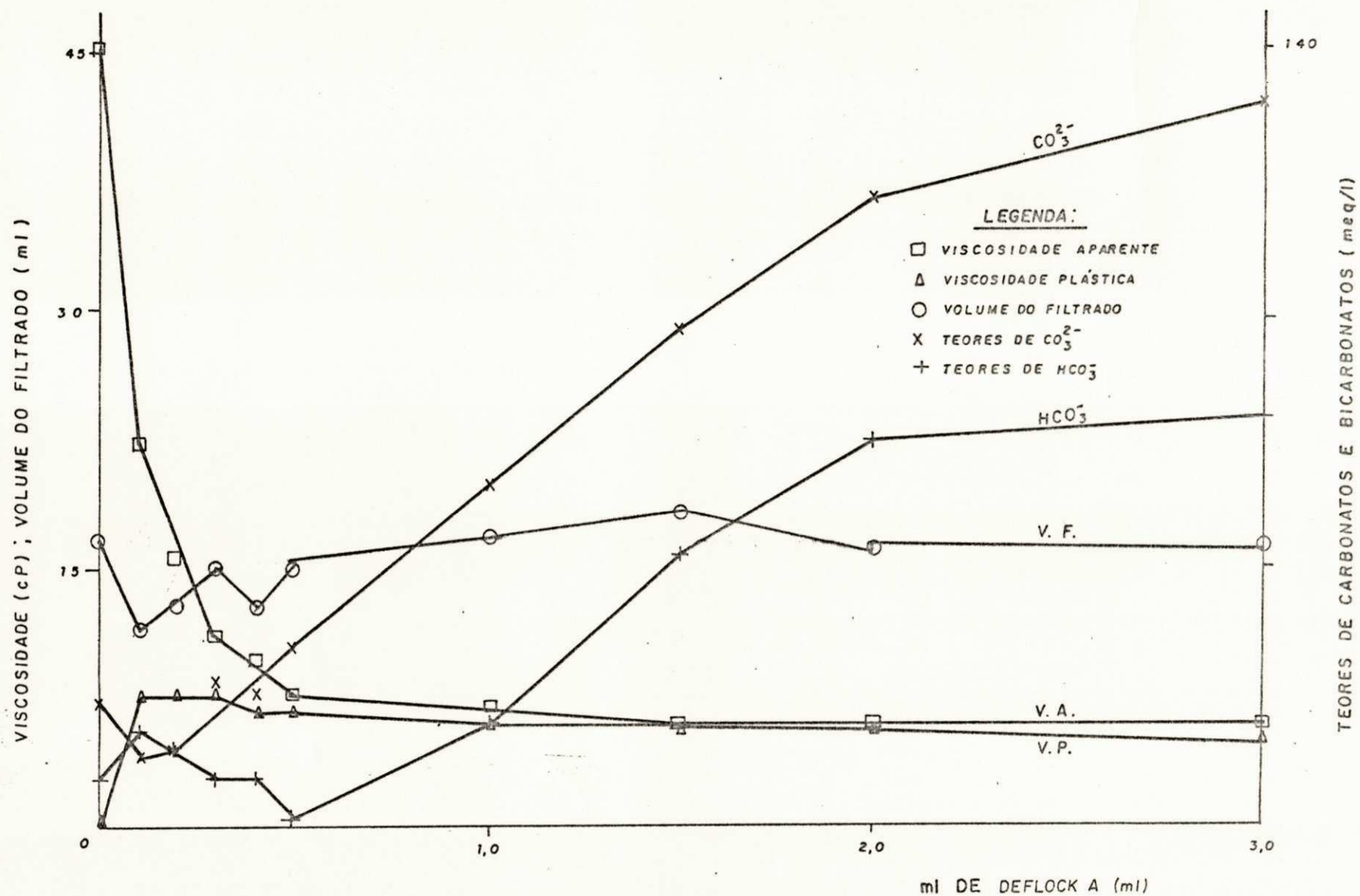


FIGURA 41 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERMELHA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DEFLOCK-A E CURA DE 24 h.

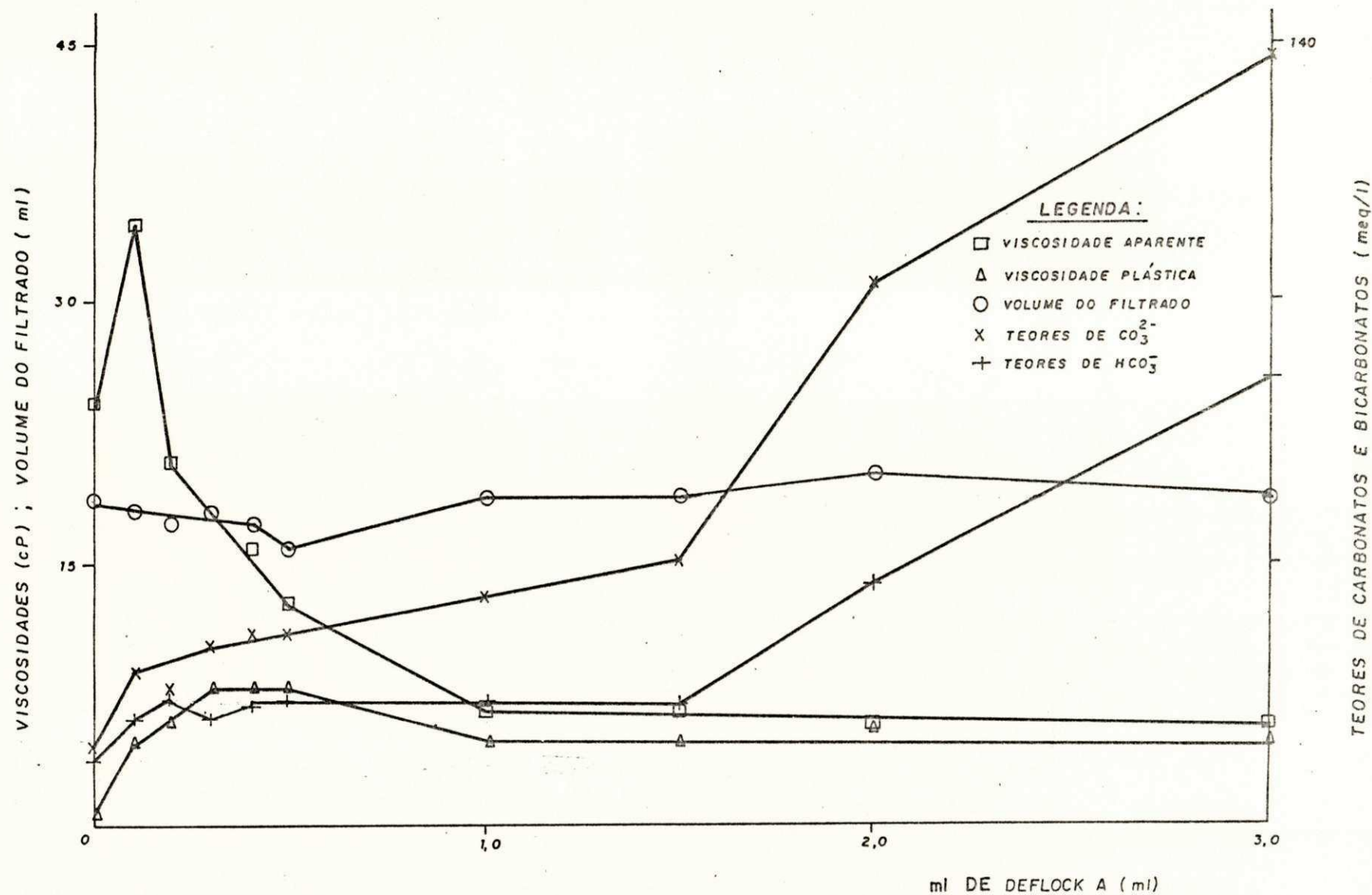


FIGURA 42 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO CHOCOLATE, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DEFLOCK-A E CURA DE 24 h.

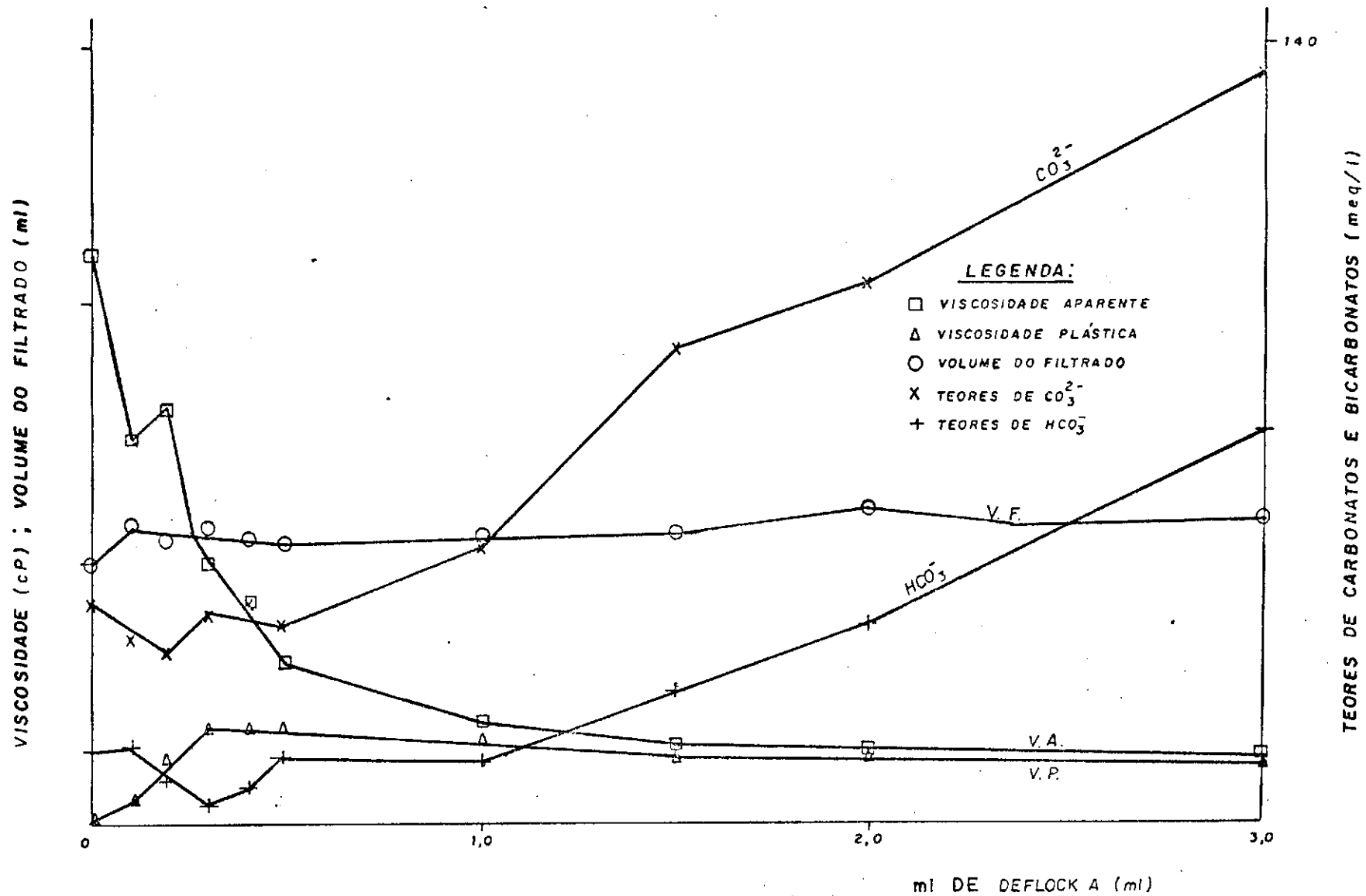


FIGURA 43 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO VERDE-ESCURA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DEFLOCK-A E CURA DE 24 h.

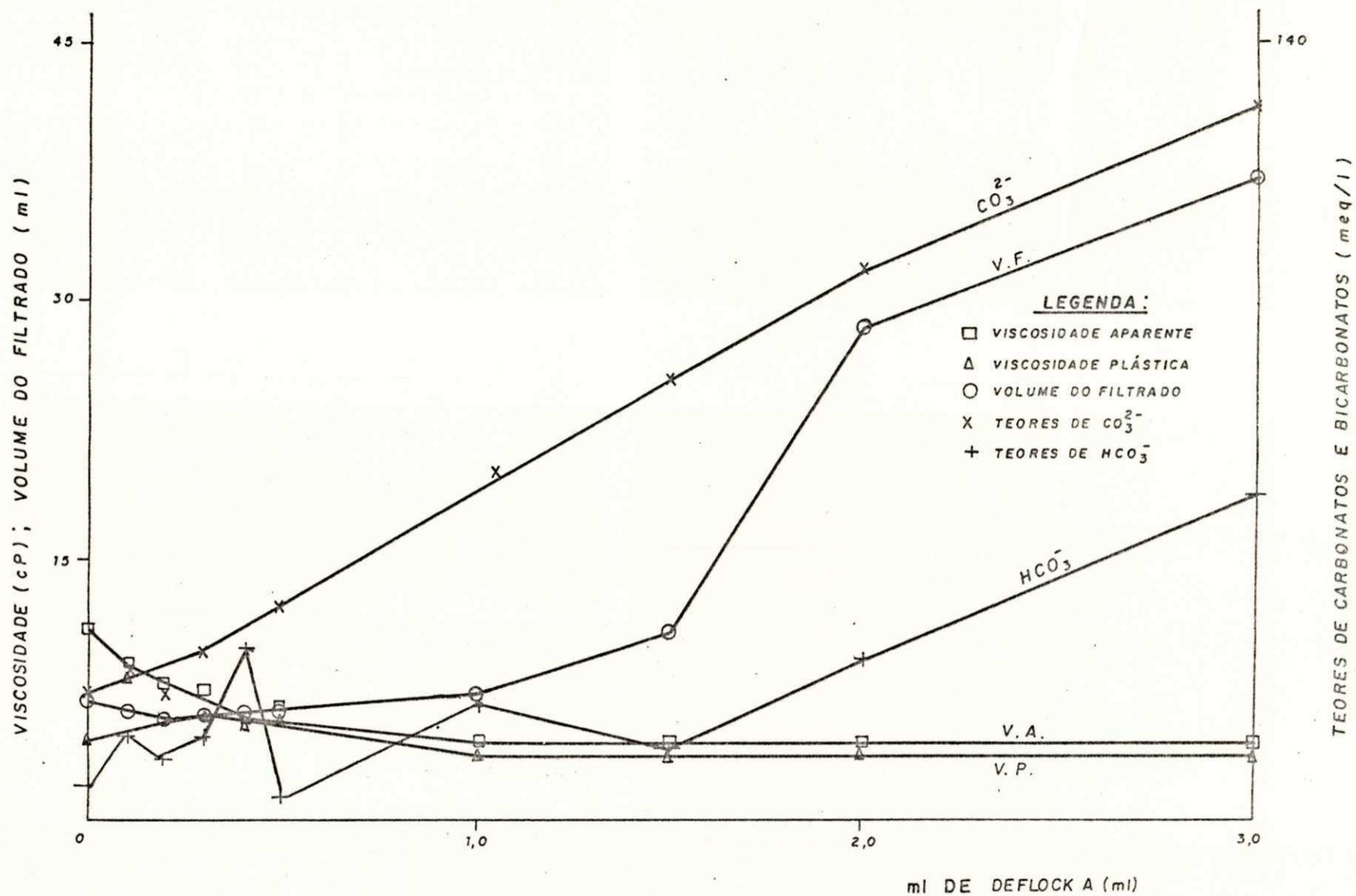


FIGURA 44 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TEORES DE CARBONATOS E BICARBONATOS DE DISPERSÕES DE ESMECTITA SÓDICA DO TIPO SORTIDA, TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES EM ml DE DEFLOCK-A E CURA DE 24 h.

APÊNDICE 01

1.1 - Preparação das Soluções

A) - Para uma solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) nas concentrações de 10, 20, 40, 50, 80, 100, 140, 150, 180 e 200 meq/100 g de argila seca, usando 11 ml por 21 g de argila.

Peso molecular (PM) = 106 g

Equivalente grama (eq) = $106/2 = 53 \text{ g meq} = 52 \times 10^{-3}$.

Como usamos 11,0 ml de solução em 21 g de argila, variando apenas a concentração (X meq/100 g de argila), temos:

11,0 ml - 21 g

X_1 - 100 g

$X_1 = 52,381 \text{ ml}$

a) Para uma solução com 10 meq/100g de argila, temos:

$10 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,381 \text{ ml}$

$X_2 - 1.000 \text{ ml}$

$X_2 = 0,191 \text{ eq}$

53 g - 1 eq

$X_3 - 0,191 \text{ eq}$

$x_3 = 10,123 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3$

b) Para uma Solução com 20 meq/100 g de argila, temos:

$20 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,381 \text{ ml}$

$X_4 - 1.000 \text{ ml}$

$X_4 = 0,382 \text{ eq}$

53 g - 1 eq

$$X_5 \quad - \quad 0,382 \text{ eq}$$

$$X_5 = 20,236 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3$$

B) - Para a preparação de uma solução de Pirofosfato de Sódio $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, nas concentrações de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 e 10,0; meq/100g de argila.

$$\text{Peso molecular (PM)} = 446 \text{ g}$$

$$\text{Equivalente grama (eq)} = 446/4 = 111,5 \text{ g}$$

Como iremos utilizar 11,0 ml de solução em 21 g de argila seca, variando apenas a concentração de meq, temos:

a) Para uma solução de 0,5 meq/100 g de argila, temos:

$$11 \text{ ml} \quad - \quad 21 \text{ g}$$

$$X_1 \quad - \quad 100 \text{ g}$$

$$X_1 = 52,381 \text{ ml}$$

$$0,5 \times 10^{-3} \text{ eq} \quad - \quad 52,381 \text{ ml}$$

$$X_2 \quad - \quad 1.000 \text{ ml}$$

$$X_2 = 0,0095 \text{ eq}$$

$$111,5 \text{ g} \quad - \quad 1 \text{ eq}$$

$$X_3 \quad - \quad 0,0095 \text{ eq}$$

$$X_3 = 1,064 \text{ g de pirofosfato de sódio}$$

b) Para uma Solução de 1,0 meq/100 g de argila, temos:

$$1 \times 10^{-3} \text{ eq} \quad - \quad 52,381 \text{ ml}$$

$$X_4 \quad - \quad 1.000 \text{ ml}$$

$$X_4 = 0,0191 \text{ eq}$$

$$111,5 \text{ g} - 1 \text{ eq}$$

$$X_5 - 0,0181 \text{ eq}$$

$$X_5 = 2,129 \text{ g de pirofosfato de sódio}$$

C) - Para a preparação de uma solução de silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), nas concentrações de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 20,0 e 30,0 meq/100 g de argila.

$$\text{Peso molecular (PM)} = 122,05 \text{ g}$$

$$\text{Equivalente grama (eq)} = 122,05/2 = 61,02 \text{ g}$$

Como iremos utilizar 11,0 ml de solução em 21 g de argila seca, variando apenas a concentração em meq, temos:

$$11,0 \text{ ml} - 21 \text{ g}$$

$$X_1 - 100 \text{ g}$$

$$X_1 = 52,381 \text{ ml}$$

a) Para uma solução com 0,1 meq/100 g de argila, temos:

$$1,0 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,381 \text{ ml}$$

$$X_2 - 1.000 \text{ ml}$$

$$X_2 = 0,0191 \text{ eq}$$

$$61,02 \text{ g} - 1 \text{ eq}$$

$$X_3 - 0,0191 \text{ eq}$$

$$X_3 = 1,165 \text{ g de silicato de sódio.}$$

b) Para uma Solução de 2,0 meq/100 g de argila, temos:

$$2,0 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,381 \text{ ml}$$

$$X_4 - 1.000 \text{ ml}$$

$$X_4 = 0,0382 \text{ eq}$$

$$61,02 \text{ g} - 1 \text{ eq}$$

$$X_5 - 0,0382 \text{ eq}$$

$$X_5 = 2,330 \text{ g de silicato de sódio}$$

D) - Para a preparação de uma solução de Hexametáfosfato de Sódio (NaPO_3)₆ com concentrações de 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 e 10,0 meq/100 g de argila seca, usando 11,0 ml de solução em 21 g de argila, temos:

$$\text{Peso molecular (PM)} = 612 \text{ g}$$

$$\text{Equivalente grama (eq)} = 612/6 = 102 \text{ g}$$

Como iremos utilizar 11,0 ml de solução em 21 g de argila seca, variando apenas a concentração de meq, temos:

$$11,0 \text{ ml} - 21 \text{ g}$$

$$X_1 - 100 \text{ g}$$

$$X_1 = 52,381$$

a) Para uma solução com 1,0 meq/100 g de argila, temos:

$$1,0 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,318 \text{ ml}$$

$$X_2 - 1.000 \text{ ml}$$

$$X_2 = 0,0191 \text{ eq}$$

$$102 \text{ g} - 1 \text{ eq}$$

$$X_3 - 0,0191 \text{ eq}$$

$$X_3 = 1,947 \text{ g de hexametáfosfato de sódio.}$$

b) Para uma Solução com 1,5 meq/100 g de argila, temos:

$$1,5 \times 10^{-3} \text{ eq} - 52,318 \text{ ml}$$

$$X_4 - 1.000 \text{ ml}$$

$$X_4 = 0,0286 \text{ eq}$$

102 g - 1 eq

X₅ - 0,0286 eq

X₅ = 2,921 g de hexametáfosfato de sódio

quota é usada para determinação dos teores de bicarbonatos (método 2.39).

a.1) - preparação de Soluções:

- solução de fenolftaleína a 1%; dissolver 1 g de fenolftaleína em 100 ml de álcool etílico a 60%;
- ácido sulfúrico 0,02 N: preparar a partir de solução normal ou decinormal de H_2SO_4 ;
- para obter-se o H_2SO_4 0,02 N, prepara-se primeiro a solução de H_2SO_4 1N;
- para obter-se o H_2SO_4 0,01 N, dilua 28 ml de H_2SO_4 concentrado (cuidado) em água destilada, completando o volume para 1 litro;
- dilua 20 ml de solução de H_2SO_4 1 N em água destilada, homogeneizando bem a solução e completar o volume para 1000 ml, obtendo H_2SO_4 0,02 N;

b) - Método volumétrico com titulação pela ácido sulfúrico:

- após a titulação dos carbonatos, adicionar 3 gotas do indicador metil-orange e continuar a adição do ácido sulfúrico 0,02 N contido na bureta, até viragem de cor rósea para alaranjada;
- utilizar uma prova em branco, ou seja, o total usado com a fenolftaleína e com o metil-orange;
- calcular o teor de HCO_3^- no extrato pela seguinte expressão:

(ml total gastos - ml gastos com fenolftaleina x 2) + x
50/ml de alíquota de extrato = meq de HCO_3^- por litro
no extrato.

OBS. Esta mesma alíquota pode ser usada para determinação
dos cloretos.

b.1) - Preparação de soluções

- indicador metil-orange 0,01%: pesar 0,01 g do indica-
dor, dissolver em água destilada e completar o volume
para 100ml.