

## INFLUÊNCIA DO DISPERSANTE AGLP NA FLOTAÇÃO, SEDIMENTAÇÃO E FILTRAÇÃO DO CONCENTRADO DE ZINCO SILICATADO DE VAZANTE\*

Marina de Menezes Lopes<sup>1</sup>  
Lucas Monteiro Correa e Lopes<sup>2</sup>  
Eder Lucio de Castro Martins<sup>3</sup>  
Valerio Metsavah<sup>4</sup>  
Leticia Maria Rezende<sup>5</sup>  
Jorge Lucas Carvalho Bechir<sup>6</sup>  
Carlos Antônio Mendes de Oliveira<sup>7</sup>  
Jose Max da Cruz Melo<sup>8</sup>  
Igor Alves de Lima<sup>9</sup>

### Resumo

Sabe-se que a presença de ultrafinos em plantas de beneficiamento de minérios pode comprometer a eficiência dos processos principalmente os de flotação, uma vez que fenômenos como o *slime coating* e o arraste hidrodinâmico das partículas ocorrem fortemente. Além disso, concentrados contendo uma proporção significativa de ultrafinos terão dificuldade de serem filtrados gerando tortas de alta umidade. Este trabalho teve por objetivo estudar o efeito do dispersante AGLP consumido atualmente na planta de beneficiamento da Votorantim Metais Vazante, na flotação do minério silicatado de zinco e avaliar o efeito da sua dosagem na umidade do concentrado final produzido. Para tanto foi realizada a caracterização granulométrica das amostras e conduzidos testes de bancada de sedimentação, filtração e flotação em diferentes dosagens de AGLP. Como era de se esperar, os resultados identificaram que o concentrado de granulometria mais grosseira obteve melhor sedimentação e umidade. Já os testes de flotação indicaram que a dosagem ótima do dispersante em torno de 400g/t garante um concentrado de qualidade, sem perda de recuperação metalúrgica e com umidade adequada para que seja transportado.

**Palavras-chave:** Tamanho de partícula; Dispersante; Filtração.

### INFLUENCE OF DISPERSANT AGLP IN FLOTATION, SEDIMENTATION AND FILTRATION OF ZINC SILICATE CONCENTRATE

#### Abstract

It is known that the presence of ultrafine in the ore processing plants can compromise the efficiency of flotation processes because phenomena such as slime coating and particle entrainment occur strongly. In addition, concentrates containing a significant proportion of ultrafine have difficulty being filtered generating high moisture material. This study aimed to study the effect of dispersant AGLP currently consumed in Votorantim Metais Vazante beneficiation plant, in the flotation of zinc silicate ore and evaluate the effect of its dosage in moisture of the final concentrate produced. Thus was performed the granulometric characterization of samples, and conducted bench tests of sedimentation, flotation and filtration in different dosages of AGLP. As might be expected, the results found that the largest particle size of concentrate obtained better sedimentation and moisture. As for the flotation tests indicated the optimal dosage of the dispersant around 400grams/ton guarantee a quality concentrate without loss of metallurgical recovery and adequate moisture to be transported.

**Keywords:** Particle size; Dispersant; Filtration.

<sup>1</sup> Eng. de Minas, Mestranda, Eng. Júnior, Tecnologia, Votorantim Metais e UFOP, Vazante, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Eng. de Minas, Mestrando, Eng. Júnior, Tecnologia, Votorantim Metais e UFMG, Paracatu, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Eng. Metalúrgica, Mestre, Gerente de Tec., Tecnologia, Votorantim Metais e UFMG, Paracatu, MG, Brasil.

<sup>4</sup> Eng. de Minas, Eng. de Minas, Consultor, Tecnologia, Votorantim Metais e UFOP, Vazante, MG, Brasil.

<sup>5</sup> Engenharia Química, Engenheira Química, Técnica Química, Tecnologia, Votorantim Metais e UNIPAM, Vazante, MG, Brasil.

<sup>6</sup> Eng. de Minas, Mestrando, Eng. Pleno, Tecnologia, Votorantim Metais e USP, Vazante, MG, Brasil.

<sup>7</sup> Técnico em Química, Técnico em Mineração, Tecnologia, Votorantim Metais e FIT, Vazante, MG, Brasil.

<sup>8</sup> Técnico em Mineração, Técnico Especialista em Processo, Tecnologia, Votorantim Metais e INITEC, Vazante, MG, Brasil.

<sup>9</sup> Téc. em Mineração, Téc. em Operações, Tecnologia, Votorantim Metais e EAFUDI, Vazante, MG, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A Votorantim Metais unidade Vazante é responsável pela produção de concentrado de zinco silicatado e estuda a melhor forma de reduzir as perdas deste metal para o rejeito. Testes de bancada e piloto mostraram que reduzindo a granulometria do material que alimenta a flotação, é possível aumentar a recuperação metalúrgica do zinco sem comprometer a seletividade. Contudo há uma preocupação com a possibilidade de geração excessiva de ultrafinos no processo industrial que pode reduzir a eficiência da flotação.

Ressalta-se que os finos carregados na espuma flotada poderão também impactar o processo de filtragem, gerando tortas com umidade acima da especificação.

Os reagentes são considerados agentes modificadores da superfície das partículas na polpa, que podem contribuir ou reduzir a flotação dos minerais minério e de ganga, influenciando diretamente na recuperação e na caracterização do concentrado gerado. No caso de polpas contendo partículas finas e ultrafinas, os dispersantes são aqueles relacionados diretamente às partículas em suspensão que atuam na limpeza da superfície das mesmas.

No caso dos ultrafinos (partículas consideradas abaixo de 10µm) vários são os problemas observados na flotação:

- Aumento do arraste hidrodinâmico, diminuindo a probabilidade de coesão bolha/partícula. Dessa maneira perde-se em recuperação pelo aumento do teor de elemento útil no rejeito.
- Favorecimento do *slime coating* impedindo a coleta das partículas mais grosseiras. Tal fenômeno corresponde ao recobrimento dos ultrafinos na superfície dos minerais de granulometria grosseira. Mesmo que a dosagem de coletor aumente, a coleta não será suficiente se a polpa não tiver dispersa o suficiente. Logo, perde-se em seletividade.
- Dificuldade de filtragem. Sabe-se que quanto mais fino o material, pior o desempenho da filtração.
- Alta área superficial acarretando em consumo elevado de reagentes.

Uma possível solução para redução dos ultrafinos em polpa é a realização de uma etapa de deslamagem. No entanto, como bem salientado por Silva [1] no caso do minério silicatado de Vazante o teor do zinco nas frações mais finas é similar ao da alimentação, levando a grandes perdas por *overflow*.

Para minimizar esses efeitos o uso de dispersantes na polpa em uma dosagem ótima é fundamental para a produção de concentrados de melhor qualidade. Isso ocorre pois tais reagentes permitem manter as partículas sob um modo de estabilidade. Galéry [2] comenta que a condição de uma polpa dispersa consiste em um estado uniforme de distribuição das partículas sólidas no líquido.

Uma dosagem muito inferior a ideal poderá comprometer a recuperação metálica, uma vez que partículas recobertas pelos ultrafinos não serão coletadas havendo perdas de zinco no rejeito. Já dosagens elevadas de dispersante poderão gerar instabilidade das partículas na polpa e, o arraste dos finos para a espuma será inevitável podendo gerar concentrados pouco seletivos.

Silvestre [3] estudou alguns dispersantes na presença de sulfeto de sódio (ativador) na flotação da willemita e verificou a correlação máxima de dispersão e flotabilidade. Da mesma forma, máxima depressão e dispersão da dolomita nas mesmas condições, favorecendo a seletividade do processo.

Além de limpar a superfície dos minerais recobertos pelos ultrafinos, favorecendo a ação dos ativadores e coletores, alguns dispersantes podem também atuar como

depressores de minerais de ganga, contribuindo ainda mais para o processo de flotação.

Dessa maneira faz-se necessária um estudo da ação dos dispersantes na flotação, bem como sua dosagem ótima para a geração de concentrados de qualidade em termos de teor de zinco e umidade.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar a filtrabilidade e umidade do concentrado gerado em planta piloto a partir da condição de moagem mais fina (6% retido em 0,150mm) e do concentrado da planta industrial atual (12% retido em 0,150mm) foram conduzidos testes de bancada de moagem, flotação, filtração e sedimentação.

Os ensaios de granulometria foram realizados em um granulômetro a laser.

Os testes de filtração foram realizados em um filtro de bancada que simula a filtragem em filtro do tipo prensa. As principais variáveis de processo foram o tempo de filtração e espessura de torta.

Com o objetivo de avaliar a velocidade de sedimentação das partículas para as duas amostras de concentrado, ensaios de sedimentação em proveta foram realizados sem adição de floculante.

Foram conduzidos também ensaios de flotação padrão em bancada variando-se a dosagem de AGLP. Posteriormente realizou-se a caracterização granulométrica, sedimentação e filtração para determinar a dosagem ótima, que garanta um concentrado seletivo e de baixa umidade.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização Granulométrica

As figuras 1, 2 e 3 mostram os resultados de granulometria das amostras da planta piloto e industrial de alimentação, *overflow* e *underflow* do ciclone.

Observa-se que o concentrado piloto é mais fino nas frações mais grosseiras (acima de 30 $\mu$ m), a partir dessa malha há uma inversão nas curvas granulométricas. O concentrado da planta industrial é consideravelmente mais fino nas frações ultrafinas (menores que 10 $\mu$ m).

De forma parecida observa-se para as amostras *overflow* do ciclone que o concentrado piloto é mais fino nas frações acima de 65 $\mu$ m, contudo nessa granulometria há uma inversão das curvas e o concentrado industrial é muito mais fino nas frações abaixo de 10 $\mu$ m.

Já no caso das amostras *underflow* do ciclone, não houve inversão das curvas em nenhuma faixa de tamanho. Foi identificado que o concentrado industrial é mais fino principalmente entre 10 e 50 $\mu$ m.

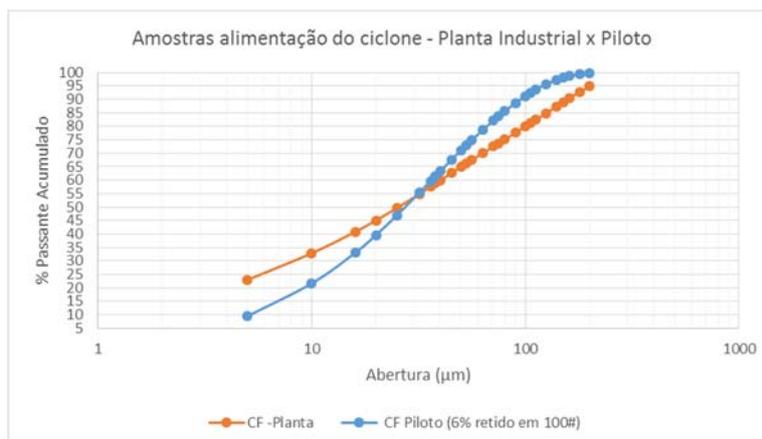


Figura 1 – Granulometria das amostras de concentrado piloto e industrial alimentação do ciclone.

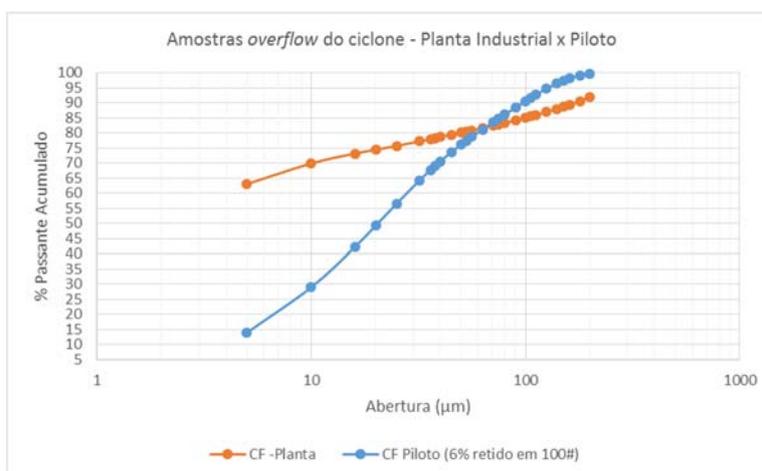


Figura 2 - Granulometria das amostras de concentrado piloto e industrial overflow do ciclone.

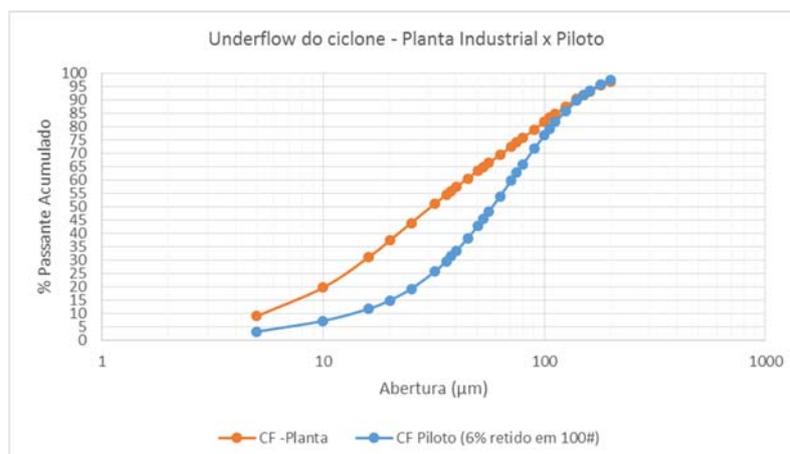


Figura 3 - Granulometria das amostras de concentrado piloto e industrial underflow do ciclone.

### 3.2 Ensaios de filtração

A tabela 1 mostra o resumo dos resultados dos testes de filtração para os dois concentrados *overflow* do ciclone e a tabela 2 os resultados de filtração da alimentação do ciclone também para as duas amostras.

Tabela 1- Parâmetros de processo e resultados dos testes de filtração para as amostras overflow do ciclone para o concentrado da planta industrial e piloto.

AMOSTRAS	Volume de polpa ( ml)	dp (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)	Espessura da torta (mm)	Tempo Filt. (s)	Tempo Sec. (s)	Volume filtrado (ml)	% Sólidos Filtrado	Pressão (Bar)	% Sólidos	Taxa de Filtração (TF)	ton.h/m <sup>2</sup>
Overflow do ciclone - Planta Industrial	140	1.26	21.83	16	900.00	50	108	6.44	6.5	23.6	0.349	0.104
	140	1.26	21.74	17	860.35	70	108	5.82	6.5	24.4	0.356	0.109
	140	1.27	21.38	17	917.38	90	106	5.94	6.5	23.6	0.329	0.099
Overflow do ciclone - Planta Piloto	140	1.23	20.55	14	950.0	50	120	4.87	6.5	20.1	0.332	0.082
	140	1.24	20.11	15	980.9	70	122	4.92	6.5	21.3	0.316	0.083
	140	1.23	19.38	15	990.4	90	120	4.86	6.5	22.6	0.307	0.085

Observa-se que a umidade para o concentrado da planta piloto é menor que o da planta industrial. Tal resultado condiz com a granulometria das amostras correspondentes, indicando que o excesso de ultrafinos presente na amostra do concentrado da planta industrial pode atrapalhar o processo de filtração.

Tabela 2 - Parâmetros de processo e resultados dos testes de filtração para as amostras alimentação do ciclone para o concentrado da planta industrial e piloto.

AMOSTRAS	Volume de polpa ( ml)	dp (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)	Espessura da torta (mm)	Tempo Filt. (s)	Tempo Sec. (s)	Volume filtrado (ml)	% Sólidos Filtrado	Pressão (Bar)	% Sólidos	Taxa de Filtração (TF)	ton.h/m <sup>2</sup>
Alimentação do ciclone - Planta Industrial	100	1.64	12.41	20	418.2	50	60	0.25	6.5	47.7	0.506	0.395
	100	1.63	11.13	20	430.1	70	64	0.29	6.5	47.5	0.474	0.367
	100	1.64	10.85	20	429.4	90	64	0.15	6.5	47.1	0.456	0.352
Alimentação do ciclone - Planta Piloto	100	1.55	9.05	19	96.9	50	76	0.38	6.5	38.8	1.612	0.970
	100	1.57	8.37	19	99.6	70	76	0.40	6.5	43.4	1.397	0.951
	100	1.55	8.45	19	97.7	90	76	0.39	6.5	43.3	1.262	0.847

O mesmo ocorre com as amostras alimentação do ciclone, cuja menor umidade alcançada foi para o concentrado da planta piloto. Esse fato mais uma vez pode ser atribuído à maior quantidade de finos presentes na amostra do concentrado da planta industrial, que mais uma vez comprometeu o processo de filtração.

Vale ressaltar que os melhores resultados de umidade foram alcançados para as amostras que não foram cicloneadas, uma vez que os finos presentes em maior proporção no *overflow* atrapalham a filtração.

### 3.3 Ensaios de sedimentação

A figura 4 mostra o comportamento das curvas para os testes de sedimentação sem adição de floculante.

Percebe-se que a curva do concentrado piloto é mais inclinada que a do concentrado industrial, ou seja, a velocidade de sedimentação das partículas é maior. Esse resultado reflete na granulometria das amostras, uma vez que o excesso de partículas ultrafinas no concentrado industrial possui uma velocidade de sedimentação menor.

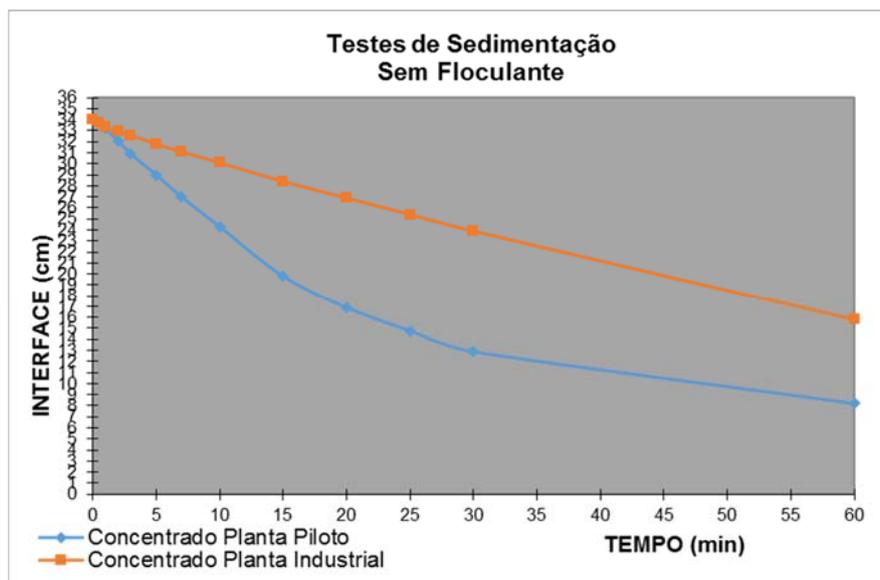


Figura 4 – Gráfico de sedimentação para os concentrados piloto e industrial sem adição de floculante.

### 3.4 Ensaios investigativos na malha de 20µm (635#)

Com o objetivo de avaliar a filtração das partículas ultrafinas e o seu impacto na umidade, ensaios de filtração foram conduzidos com amostras retidas e passante na malha de 20µm (635#) com os dois concentrados industrial e piloto. Os resultados estão sumarizados na figura 5.

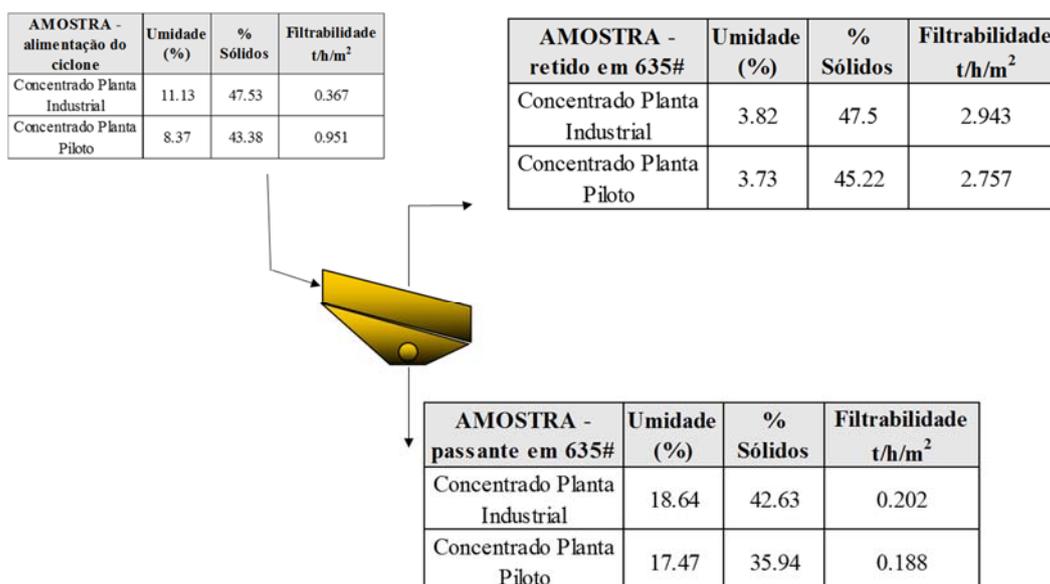


Figura 5 – Filtração das amostras retidas e passantes na malha de 20µm (635#) para os concentrados piloto e industrial.

Observa-se que tanto para o concentrado industrial quanto piloto a umidade alcançada para a fração retida em 20µm foi muito pequena, cerca de 3,7% em média, mostrando que as partículas maiores que esse tamanho não comprometem a filtração. Em contrapartida a umidade atingida para os dois concentrados para as amostras abaixo de 20µm foi muito alta, 18,06% em média, indicando que abaixo dessa fração estão as partículas ditas como ultrafinas e que de fato atrapalham o processo de filtração e, conseqüentemente a umidade dos concentrados.

### 3.5 Ensaios de flotação variando a dosagem de AGLP

Para avaliar a dosagem ótima do dispersante AGLP ensaios de flotação padrão em bancada foram conduzidos nas seguintes dosagens: 100g/t, 200g/t, 400g/t, 600g/t e 800g/t. Os resultados da análise granulométrica dos concentrados gerados estão demonstrados na figura 6.

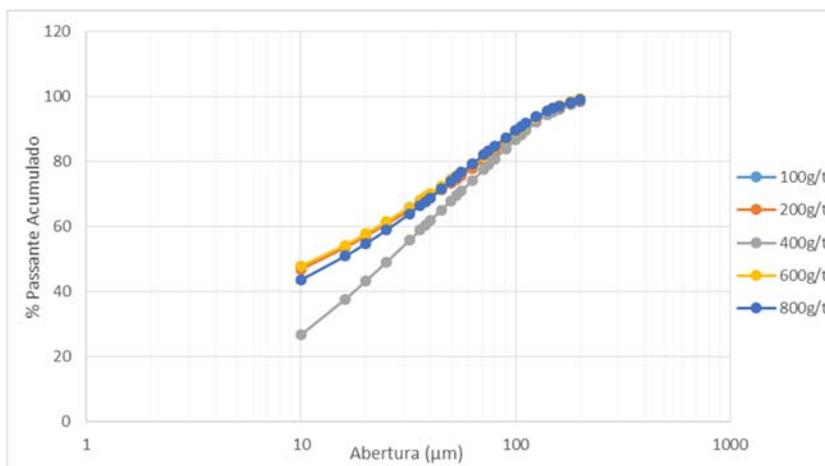


Figura 6 – Granulometrias dos concentrados gerados em diferentes dosagens de AGLP.

Observa-se que a curva de 400g/t destaca-se como a de granulometria mais grosseira seguida da de 800g/t. As curvas das demais dosagens praticamente se sobrepõem uma vez que a diferença de porcentagem passante acumulada nas faixas analisadas foi mínima.

### 3.6 Ensaio de sedimentação com os concentrados em diferentes dosagens de AGLP

Os resultados identificados na figura 7 mostram que as maiores velocidades de sedimentação foram para os concentrados dosados em 400g/t, 600g/t e 800g/t com pouca diferença de deslocamento. Já os concentrados gerados a partir de 100g/t e 200g/t de AGLP as velocidades foram menores. Isso indica que o aumento da dosagem de AGLP não comprometeu a sedimentação das partículas.

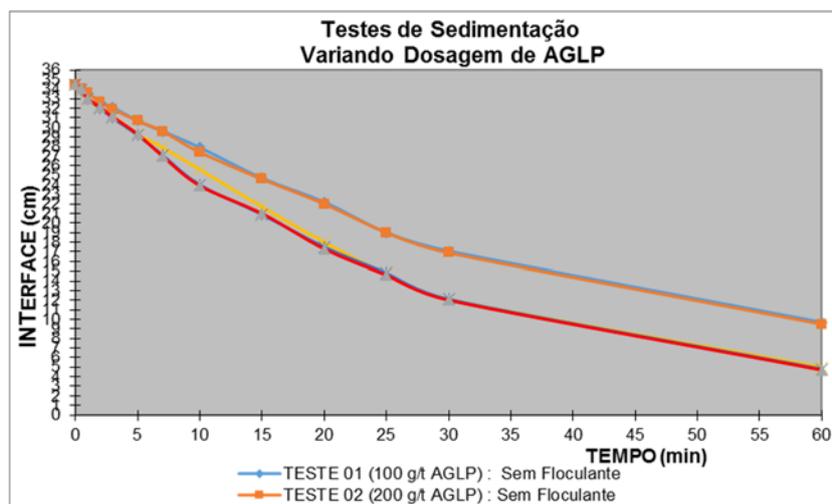


Figura 7 – Gráfico de sedimentação para os concentrados em diferentes dosagens de AGLP, sem adição de floculante.

### 3.7 Flotação em diferentes dosagens de AGLP e posterior filtração

A tabela 3 mostra o resumo dos resultados de flotação em bancada variando-se as dosagens de AGLP, bem como os demais resultados de umidade e filtrabilidade dos ensaios de filtração, sedimentação e caracterização granulométrica.

Tabela 3 – Resumo dos resultados de flotação, granulometria, sedimentação e filtração dos concentrados com diferentes dosagens de AGLP.

RESUMO	1	2	3	4	5
g/t Dispersante(AGLP)	100g/t	200g/t	400g/t	600g/t	800g/t
% de Zn na Alimentação	10,51	10,54	10,69	10,47	10,42
% de Zn (conc,Roug.)	33,56	35,62	38,5	34,73	33,62
% massa flotada	18%	17%	18,0%	18%	21%
Recuperação Metálica Rougher	57,6	56,0	63,6	59,3	64,6
Recuperação Metálica Global	83,68	84,73	87,82	87,38	88,92
%<635# (20µm)	57,53	57,14	43,31	57,85	54,82
velocidade de sedimentação (cm/min)	0,72	0,73	0,98	1,01	0,98
Umidade (%)	13,07	12,30	10,50	12,50	12,38

De acordo com a tabela 3 o concentrado mais seletivo obtido nos ensaios foi de 38,5% Zn quando se dosou 400g/t.

Nas dosagens de 100g/t e 200g/t o teor de Zn no concentrado rougher caiu respectivamente para 33,5% e 35,6%. Pode-se inferir que esse resultado está ligado à dosagem insuficiente de dispersante na polpa que provavelmente não atuou na limpeza da superfície das partículas mais grosseiras não colaborando para a efetiva coleta das mesmas. Dessa forma, tais partículas foram perdidas no rejeito como pode ser constatado pelos baixos valores de recuperações metálicas de zinco (57,6% e 56,0%).

Quando se aumenta a dosagem para 600g/t e 800g/t observa-se que os teores de zinco no concentrado também diminuem para 34,73% e 33,62% respectivamente. Nesse caso a dosagem excessiva de dispersante pode ter mantido grande proporção de ultrafinos em suspensão, provavelmente minerais de ganga, que por arraste foram para a espuma flotada, produzindo concentrados pouco seletivos.

Após os ensaios de flotação foram realizadas filtrações em bancada, cujo melhor resultado foi para o concentrado dosado em 400g/t que apresentou menor umidade (10,5%).

## 4 CONCLUSÃO

Portanto, pode-se concluir que a dosagem ótima encontrada foi a de 400g/t, uma vez que permitiu o melhor arranjo das partículas em suspensão, permitindo a captura das frações grosseiras e minimizando a proporção de perda de zinco para o rejeito. Além disso, proporcionou pouco arraste de finos, o que garantiu um concentrado mais seletivo. Tal dosagem não impactou o processo de sedimentação, logo não comprometerá o sistema de espessamento, além de contribuir para a filtração do concentrado de forma a atingir um valor ótimo de umidade.

## REFERÊNCIAS

- 1 Silva T. A. V. Estudo de Reagentes na Flotação de Minério de Zinco [dissertação de mestrado]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2006.
- 2 Galéry R. Influência do estado de dispersão na flutuabilidade do sistema willemita/dolomita [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 1985.
- 3 Silvestre M. O. Estudo do estado de dispersão das partículas em polpa de minério sulfetado de chumbo-zinco [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.
- 4 Martins, L. Estudo da Flotação de Minério Silicatado de Zinco Sem A Etapa De Deslamagem [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.
- 5 Votorantim Metais, 2016. Relatório técnico – Influência do dispersante AGLP na flotação, sedimentação e filtração do concentrado de zinco silicatado de Vazante. Relatório Interno