

1. INTRODUÇÃO

A escolha da qualidade da matéria-prima a ser utilizada é um dos passos mais importantes para a fabricação de um produto que tenha qualidade e apresenta um preço competitivo no mercado. Uma das etapas de se assegurar a qualidade do que se produz industrialmente é realizar o controle de qualidade da matéria-prima. Dessa forma, encontrar bons fornecedores se torna essencial para a qualidade do produto acabado. O fornecedor tem a responsabilidade de entregar sempre um produto uniforme, dentro das especificações físicas e químicas, em tempo hábil e na qualidade solicitada.

A calcita é uma das matérias-primas empregada em duas linhas de produtos de uma empresa de saneantes situada na cidade de Sete Lagoas em Minas Gerais, e tem sido a fonte de grandes transtornos no processo de produção destes produtos. A empresa conta, atualmente, com dois fornecedores de calcita situados no estado do Espírito Santo.

Estes fornecedores não têm atendido o nível de qualidade desejado da matéria-prima, gerando atraso de produção, produtos de qualidade inferior e, conseqüentemente, o retrabalho. A calcita, dentre todas as matérias-primas utilizadas pela empresa, foi a que registrou maior número de problemas e em alguns casos foi devolvida por não estar dentro da especificação, ou não conforme. A partir dos relatórios de ocorrência da empresa em 2011 foram devolvidos, ou aceitos com restrição, devido à necessidade de produção, um total de 453 bags de 700 quilogramas cada, de calcita 200 ou 325. De uma forma geral, foram observados 3 tipos de problema com a matéria-prima recebida. O primeiro problema constatado foi o mau acondicionamento das calcitas, por exemplo, em bags rasgados, com alças curtas, o que dificulta o abastecimento dos silos e ruptura dos bags, causando desperdício, sujeira e atraso na fabricação. Essas rupturas podem causar um acidente de trabalho. O segundo grande problema foram os erros de identificação, algumas vezes foram recebidos bags de calcita 200 com especificação de 325 e vice versa, bem como bags identificados como outros insumos. O terceiro problema foi o recebimento de produtos fora das especificações de retenção e umidade.

O fato dos fornecedores possuírem a mesma localização geográfica e, portanto utilizarem a mesma rota viária é outro fator que incentivou a busca por novos fornecedores. As alterações climáticas, quedas de barreira e outros transtornos

rodoviários podem atrasar ou até impedir a chegada da matéria-prima, fazendo com que a produção pare.

Diante do exposto, este trabalho busca aprovar novos fornecedores, com localizações geográficas diferentes, que possibilitem novas e mais curtas rotas de transporte. A aprovação foi realizada por investigação das propriedades físicas, químicas e físico-químicas da calcita em comparação com as especificações. Com isso busca-se diminuir os problemas oriundos dos atuais fornecedores, e facilitar o contato entre o controle de qualidade da matéria-prima e o fornecedor. Este trabalho é um estudo de caso para uma empresa específica, mas pode ser usado por outras empresas, como base para a escolha de novos fornecedores e para entender o que é a calcita e seu uso em saponáceos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CALCÁRIO CALCÍTICO

A calcita pura é representada pela fórmula química CaCO_3 , mas com frequência contém pequenas quantidades de íons de magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe) e com menor frequência bário (Ba), zinco (Zn), estrôncio (Sr) e chumbo (Pb) (LEPREVOST, 1975) que podem estar na forma de óxidos, carbonatos, sulfatos e outros. A calcita é o principal constituinte mineralógico do calcário (PERONI, 2003 e BESSLER E RODRIGUES, 2008), sendo encontrado em todos os continentes. É extraído de pedreiras e depósitos formados desde o Pré-Cambriano até o holoceno (SAMPAIO E ALMEIDA, 2009)

O calcário representa aproximadamente 15% de todas as rochas sedimentares existente no planeta (SILVA, 2009). Apesar das reservas de rochas carbonatadas serem grandes e de vasta ocorrência em diferentes países, menos do que 10% das reservas de carbonatos lavradas em todo mundo apresentam elevada pureza. (SAMPAIO E ALMEIDA, 2009). Os calcários puros em geral são brancos. As impurezas são responsáveis pelas diferentes colorações. A coloração cinza escuro é devido a presença de matéria carbonosa, já a presença de ferro produz um material de cor vermelha a castanho. A calcita pura possui densidade de $2,71\text{g/cm}^3$ a 20°C , o que a diferencia da aragonita e da dolomita, que também são constituídas de carbonato de cálcio e são mais densas (VELHO, 2005).

Existem dois tipos de carbonato de cálcio o carbonato de cálcio natural (CCN) e o carbonato de cálcio precipitado (CCP). O carbonato natural é extraído diretamente da natureza e moído de acordo com a granulometria desejada, o carbonato precipitado é formado a partir de processos químicos (SOUTO, 2008). O método mais utilizado industrialmente para produção de CCP é a carbonatação que consiste no processo de reação da cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) com dióxido de carbono (CO_2) (GUTSCHICK, 2000) *apud* (MELO, 2010). O CCP tem em geral maior grau de pureza e preço mais elevado em comparação com o CCN.

2.1.1 Produção Brasileira

A produção de calcário bruto, não beneficiado, acontece em quase todos os estados brasileiros, segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 2010, realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Os maiores produtores são Minas Gerais, com 26,6% de participação na produção nacional; São Paulo, com 11,7%; Espírito Santo, com 10,9% e Paraná, com 10,1%. Juntos, esses estados garantem mais da metade da produção brasileira, como mostrado no gráfico 1. Em 2010 o total da produção atingiu cerca de 16 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias (DNPM, 2010).

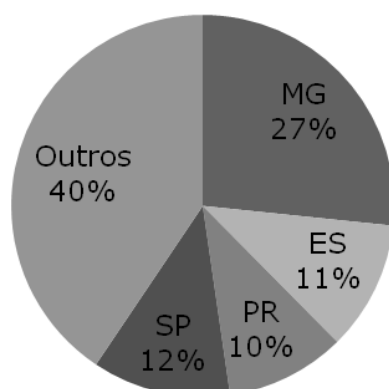


Gráfico 1 - Produção brasileira de calcário bruto.

A produção de calcário beneficiado também se dá em praticamente todos os estados brasileiros e está concentrada em três estados: Minas Gerais, com 36,8% de participação na produção nacional; Paraná com 11,5%; e São Paulo com 10,8%. Juntos, esses são quase 60% da produção brasileira, como mostrado no gráfico 2. Em 2010 a produção total atingiu cerca de 96,9 milhões de toneladas, incluindo a produção de calcita e conchas calcárias (DNPM, 2010).

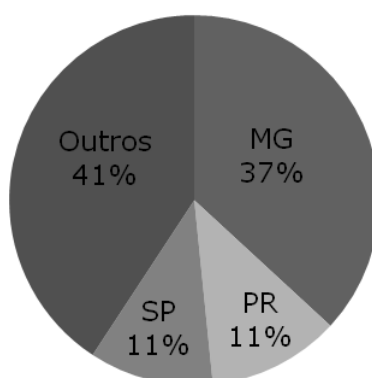


Gráfico 2 - Produção brasileira de calcário beneficiado.

2.1.2. Importância comercial

O calcário calcítico é uma rocha com ampla variedade de aplicações. Na indústria do vidro e refratários como matéria-prima, na construção civil é usada na obtenção de blocos, material para agregados, cimento e rochas ornamentais, também pode ser usado na indústria química como insumo em uma grande variedade de produtos como cal, papéis, plásticos e tintas, na indústria siderúrgica como abrasivos e na agricultura para adição no solo. (VELHO, 2005). Alguns produtos de uso diário também podem conter carbonato de cálcio, como por exemplo pasta de dente e papel. Pesquisas sobre o desenvolvimento de novos produtos mostram que o carbonato de cálcio moído, com partículas na granulometria nanométrica, podem melhorar o desempenho de alguns produtos. O grande potencial de aplicação dos nanocarbonatos está na indústria automotiva. Porém os produtos nanocarbonatados ainda não estão disponíveis no mercado (SAMPAIO E ALMEIDA, 2009).

2.1.3. Origem mineral

Entre as rochas contendo carbonato de cálcio mais comercializadas no mundo estão o calcário e o dolomito. Os calcários são rochas sedimentares compostas por calcita (CaCO_3), enquanto os dolomitos são compostos, basicamente por dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) (SAMPAIO E ALMEIDA, 2005). Como mencionado por FREAS *et al.* (2006) *apud* SILVA (2009), depósitos de carbonato de cálcio são frequentemente formados pelas conchas e pelos esqueletos de microrganismos aquáticos comprimidos sob pressão. Uma porção menor destas rochas formou-se precipitando carbonato de cálcio diretamente de águas com altos teores de sais minerais (DANA, 1986).

A calcita apresenta maior valor econômico, comparada às demais: dolomita, mármore, greda ou giz. Existe uma grande dificuldade de identificação e distinção entre os minerais carbonatados devido a similaridade entre as suas propriedades físicas, por isso, é necessário o uso de análises químicas como, por exemplo, a determinação da concentração de carbonato de cálcio e magnésio (SAMPAIO E ALMEIDA, 2005).

Algumas diferenças básicas encontradas estão descritas no quadro 1:

Quadro 1 – Propriedades físicas de alguns minerais carbonatados.

Mineral	Propriedades Gerais	Brilho	Dureza	Densidade
Calcita (CaCO_3) CaO 56%	Componente dos calcários e mármore, bem como de outras rochas sedimentares e metamórficas. Ocorre no sistema cristalino e hexagonal com boa clivagem romboédrica. Comumente na cor branca ou sem cor (hialino), e colorida quando contém impurezas.	vítreo a terroso	3	2,72 g/cm ³
Dolomita $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Sua origem pode ter sido secundária, por meio da substituição do cálcio por magnésio. Sistema cristalino hexagonal, comumente em cristais romboédricos com faces curvadas. Ocorre nas cores branca e rósea.	Vítreo a nacarado	3,5 a 4,0	2,86 g/cm ³
Aragonita (CaCO_3) CaO 56%	É menos estável que a calcita e muito menos comum. Forma-se a baixas temperaturas e ocorre em depósitos aflorantes ou próximos à superfície, especialmente nos calcários, em rochas sedimentares e metamórficas. Sistema cristalino ortorrômbico. Ocorre na forma hialina	Vítreo	3,5 a 4,0	2,93 a 2,95 g/cm ³
Siderita (FeCO_3)	Cristais romboédricos nas cores castanha ou preta são comuns.	Vítreo	4,0	3,8 g/cm ³
Magnesita (MgCO_3)	Sistema hexagonal. Usualmente ocorre na forma granular ou massa terrosa. As cores mais comuns variam desde o branco ao amarelo; podem apresentar-se em outras cores quando ocorrem impurezas.	Vítreo	3,5	4,3 g/cm ³
Ankerita ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$)	Ocorre no sistema hexagonal, comumente com cristais romboédricos. Cores mais comuns: branca, rósea ou cinza.	Vítreo a perláceo.	3,5 a 4,5	2,96 a 3,1 g/cm ³

Fonte: adaptado de SAMPAIO E ALMEIDA (2005) e PERONI (2003).

2.2 ATUAÇÃO DA CALCITA NOS SAPONÁCEOS

Composto formulado essencialmente a base de sabões e/ou detergentes associados a abrasivos inorgânicos, apresentados na forma de pó, pasta, barra, líquido ou esponja com a finalidade de limpeza e conservação de superfícies inanimadas e utensílios domésticos (ANVISA).

A calcita tem função abrasiva e de carga nos saponáceos pó e cremoso. A sua classificação como abrasivo é dada por sua ação de limpeza mecânica juntamente com os tensoativos da formulação que são desengordurantes.

Os abrasivos são materiais, usados para suavizar, tornar áspero, polir, limpar superfícies ou simplesmente para remover um material. A dureza é a propriedade mais importante dos abrasivos (VELHO, 2005), sendo definida como a resistência que a superfície lisa de um mineral oferece ao ser riscada e depende da estrutura do cristal, um material será mais duro se as forças de ligação entre os átomos forem maiores (DANA, 1986). No presente trabalho a dureza não será determinada para caracterização das amostras, já que segundo DANA (1986) a natureza física de um material pode dificultar a determinação correta de sua dureza, por exemplo, se o material é granular ou estilhaçado ele pode ser rompido e aparentemente riscado por um mineral muito mais mole do que ele próprio. A calcita por ter dureza 3, foi escolhida para ser matéria-prima de saponáceos que têm como objetivo limpar sem riscar as diversas superfícies e utensílios domésticos, removendo incrustações, gorduras, sujeiras particuladas de cozinhas e banheiros. Outras propriedades que também interferem no desempenho dos abrasivos são: forma, pureza, dimensão, tipo de fratura do grão e sua uniformidade. A dimensão do grão influencia na profundidade do corte efetuado, grãos de maior granulometria são usados para uma redução rápida de superfície e os grãos de menor granulometria são usados para a obtenção de um polimento fino. (VELHO, 2005).

No saponáceo cremoso é utilizada a calcita 325, mais fina, com o objetivo de polir e limpar superfícies mais suavemente. No saponáceo pó é utilizada a calcita 200 mais grossa para limpeza pesada e remoção de incrustações. A calcita também tem a função de carga, pois é utilizada para dar massa, volume e forma ao produto final.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Considerações iniciais

O trabalho foi realizado em quatro etapas, a saber: escolha dos fornecedores, aquisição das amostras, ensaios físico-químicos e análise dos resultados. Os ensaios físico-químicos foram realizados nas dependências da empresa e nos laboratórios do Departamento de Química do Centro Federal de educação tecnológica de Minas Gerais, (CEFET-MG). As metodologias usadas para os testes físico-químicos foram desenvolvidas pelo *Laboratório de projeto e desenvolvimento* da empresa. Todos os materiais e vidrarias utilizados foram lavados com água destilada, secos em estufa e armazenados em local livre de contaminação até o início das análises. Os reagentes utilizados são todos de elevado grau de pureza, minimizando qualquer interferência nos resultados. Todas as análises foram realizadas em triplicata. O tratamento de dados foi realizado com bases em parâmetros estatísticos com o auxílio do software Excel® do Sistema Windows®.

3.2 ESCOLHA DOS FORNECEDORES

Foi realizada uma pesquisa de possíveis fornecedores, entre eles, mineradoras, indústria cimenteira, de cal e específicas de calcita, dos estados de Minas Gerais, do Espírito Santo e de São Paulo. Entre os 32 possíveis fornecedores encontrados, apenas 8 forneciam a matéria-prima nas condições desejadas e estes são apresentados no quadro 2 (pág. 9), com sua respectiva localização. Os nomes dos fornecedores foram mantidos em sigilo.

Quadro 2 – Relação dos dois atuais e dos nove possíveis fornecedores de calcita e suas localidades.

Fornecedor	Localização
Fornecedor atual 1	Cachoeiro do Itapemirim, ES
Fornecedor atual 2	Cachoeiro do Itapemirim, ES
Fornecedor 1	Sete Lagoas, MG
Fornecedor 2	Arcos, MG
Fornecedor 3	Guarulhos, SP
Fornecedor 4	Itararé, SP
Fornecedor 5	São João Del Rei, MG
Fornecedor 6	Cachoeiro do Itapemirim, ES
Fornecedor 7	Lavras, MG
Fornecedor 8	Indaiatuba, SP
Fornecedor 9	Cachoeiro do Itapemirim, ES

3.3 Processo de aprovação

Os fornecedores enviaram 1 Kg da amostra representativa do produto para ser analisada e validada com base nos testes e dentro das especificações relacionadas no quadro 3.

Quadro 3 – Relação dos parâmetros utilizados para análise e aprovação das calcitas 200 e 325.

Parâmetros	Especificações	
	Calcita 200 (carbonato de cálcio 200)	Calcita 325 (carbonato de cálcio 325)
Aspecto	Pó fino	Pó fino
Cor aparente	Branco de acordo com o padrão	Branco de acordo com o padrão
Análise Granulométrica, via Úmida, de Retenção Tyler 80	5,0 - 13,0 %	-
Análise Granulométrica, via Úmida, de Retenção Tyler 325	-	Máx. 0,50 %
Densidade relativa em pós	1,47 - 1,97 g/cm ³	1,47 - 1,97 g/cm ³
Massa específica aparente solta	1,10 - 1,34 g/cm ³	-
Umidade (I.V. 2d 30s 110°C)	Máx. 0,30 %	Máx. 0,20 %
Porcentagem de CaCO ₃	85,00 - 95,00 %	85,00 - 95,00 %
MgCO ₃	Máx. 5,00 %	Máx. 5,00 %
Perda por calcinação	54-58%	54 - 58%
Número CAS	471-34-1	471-34-1

3.4 Amostras

As análises foram realizadas com 18 amostras de 9 fornecedores. O preparo da amostra consistiu em técnicas de secagem, homogeneização e fracionamento físico do material amostrado. No laboratório, as amostras foram transferidas para recipientes plásticos e armazenadas a temperatura ambiente em local livre de contaminação. Para a realização das análises as amostras foram homogeneizadas e quarteadas.

3.5 Análise de aspecto

A análise de aspecto foi feita por critérios visuais, identificando homogeneidade da amostra, estado físico, presença de sujidades. O resultado é a classificação da amostra em aprovada ou não aprovada.

3.6 Análise de cor

A análise de cor é imprescindível já que tem relação direta com a cor do produto final. Esta análise foi feita com base na comparação da amostra com os padrões já existentes. A amostra e o padrão foram previamente identificadas e colocadas no meio de uma folha de papel branco, com o dobramento de uma das extremidades pra nivelar as amostras para melhor visualização. A determinação foi feita por comparação visual.

3.7 Análise de umidade

Foi utilizada Balança de infravermelho (IV) Mod. LJ 16 – Mettler Toledo mostrada na Figura 1 para a realização das análises.



Figura 1 - Balança usada na análise de umidade.

Na balança de infravermelho colocou-se o prato de pesagem de alumínio, a temperatura foi ajustada a 110°C, o sistema de aquecimento da balança foi abaixado para que esta fosse tarada. Foi adicionado sobre a forma de alumínio 5 gramas da amostra, de tal forma que a disposição da amostra ocupasse 80% da área da fôrma. O tempo não foi padronizado já que a análise prosseguiu até que a amostra estivesse completamente seca, ou que a massa da amostra mantivesse constante.

3.8 Análise Granulométrica

Foram utilizadas peneiras com armação de latão, tela de aço inox, de granulometria 80 mesh para a calcita 200 e 325 mesh para a calcita 325. As peneiras foram limpas, secas e apresentavam tela rígida, sem rasgos ou furos.

A massa da peneira foi medida e o valor encontrado foi considerado como sendo M_{i_2} . Pesou-se em balança semi-analítica, com precisão de 0,01 grama, 100 gramas da amostra e esta massa foi transferida para a peneira indicada. Adicionou-se água corrente a peneira até observar a formação de uma pasta. Colocou-se a peneira sob jato de água corrente e a amostra foi lavada movimentando a peneira de forma que a amostra ocupasse 90% da área da peneira. A lavagem da amostra continuou até que nenhuma partícula passasse. Após verificação da ausência de partículas na água passante, a peneira deve ser secada em uma estufa. Para verificar que a água de lavagem estava isenta de partículas, ela foi recolhida em um frasco de vidro e colocada diante de um feixe de luz, facilitando assim a visualização de possíveis partículas em suspensão. Após, ser colocada na estufa por 1 hora a 110°C para secagem do resíduo, a peneira foi retirada da estufa com o auxílio de luvas apropriadas, e deixada esfriar até a temperatura ambiente, em seguida a peneira foi repesada. Foi obtido assim a massa (M_{f_2}). A peneira foi novamente levada a estufa a 110°C por 1 hora, retirada e deixada resfriar à temperatura ambiente, e pesada novamente, este procedimento deve ser repetido até obter a massa de (M_{f_2}) constante.

O cálculo realizado para determinar o porcentual de massa de amostra retida é:

$$\% \text{ Massa retida} = (M_{f_2} - M_{i_2})$$

Onde:

M_{i_2} = Massa da peneira em gramas

M_{f_2} = Massa do conjunto peneira+amostra em gramas após secagem

3.9 Concentração de carbonatos alcalinos

Esta análise foi realizada para determinar a concentração de carbonato de cálcio e magnésio nas amostras, com o objetivo de se estimar grau de pureza da amostra.

Para esta análise a amostra foi previamente quarteada, homogeneizada, seca em estufa a 105°C por 12h e mantida em dessecador. Após resfriamento mediu-se a massa da amostra em uma balança analítica, de 1,0000g ($\pm 0,0001$ g). A amostra foi transferida para um béquer de 500 mL, e foram adicionados 10 mL de uma solução de HCl 1:1. O sistema foi aquecido até quase secura. Foram adicionados novamente 10 mL de HCl 1:1, como mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Abertura da amostra.

O sistema foi filtrado em papel de filtro quantitativo faixa branca, lavando o precipitado com água destilada à aproximadamente 50°C. Esfriou-se o filtrado diluindo com água destilada e transferiu-se para um balão volumétrico de 500,00 mL. Pipetou-se do balão, 10,00 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 2 mL de tampão pH 10, aproximadamente 0,002g do indicador Negro de eriocromo T e 50mL de água destilada. Titulou-se com EDTA a 0,02 mol L⁻¹, até o ponto de viragem onde a solução vermelho-vinho adquire a coloração azul puro (Figura 3). Anotou-se o volume gasto para o cálculo do teor de cálcio e magnésio total.

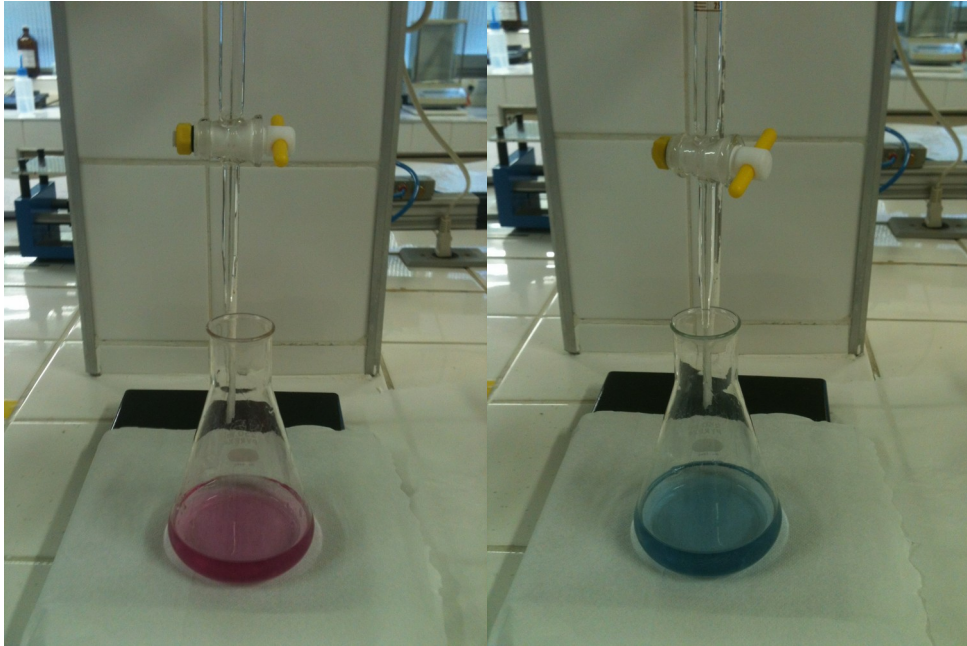


Figura 3- Ponto de viragem da titulação.

Para análise do teor de cálcio, pipetou-se do balão uma alíquota de 10,00 mL de amostra e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 5 mL de NaOH 2 mol L⁻¹, aproximadamente 0,002g do indicador Murexida e 50 mL de água destilada. Titulou-se com EDTA a 0,02 mol L⁻¹ viragem da coloração rosa para a coloração violeta como mostra a comparação de cores na Figura 4. Anotou-se o volume gasto para o cálculo do teor de cálcio (SKOOG, *et al.*, 2006 e BACCAN, *et al.*, 2001).



Figura 4 - Comparação da cor inicial da titulação e do ponto de viragem.

O teor de magnésio foi determinado por cálculos conforme mostrado abaixo.

$$\frac{\text{Teor de MgCO}_3}{\text{MM do MgCO}_3} = [\text{EDTA}] \times \text{Fc}_{\text{EDTA}} \times (V_1 - V_2)$$

Onde:

Fc_{EDTA} = Fator de correção do EDTA;

V_1 = Volume gasto na titulação de carbonatos totais;

V_2 = Volume gasto na titulação de carbonato de cálcio.

MM = Massa molar

[EDTA] = concentração de EDTA

3.10 Densidade relativa em pós

Esta análise foi realizada para determinar a densidade relativa das amostras. Este resultado nos permite identificar a relação entre massa e volume da matéria-prima. Essa relação é de extrema importância, pois a dosagem da matéria-prima para a entrada no processo produtivo é baseada em um único parâmetro, a massa. Alterações na densidade podem influenciar na entrada de um maior ou menor volume de amostra no processo, sendo que o mesmo foi projetado para trabalhar com valores pré-definidos.

Pesou-se analiticamente em papel liso retangular 100,0000 ($\pm 0,0001$) g da amostra (Ma_3) previamente quarteada de modo a torná-la homogênea. A amostra foi transferida para uma proveta graduada de 250 ($\pm 0,01$) mL evitando bater a mesma. A proveta foi colocada em um suporte como mostrado na Figura 5 e fechado com uma trava. Efetuou-se 40 quedas da proveta da altura de 5 polegadas. Quando se solta a proveta para a queda livre, deve imprimir um movimento giratório a mesma, que assegura o nivelamento da superfície, para facilitar a leitura. O volume da amostra foi lido e a operação foi repetida até se obter volume constante. Foi feita a leitura do volume final. (Va_3)

$$\text{Densidade relativa} = \frac{Ma_3}{Va_3}$$

Onde :

Ma_3 = massa da amostra em gramas;

Va_3 = volume final da amostra.

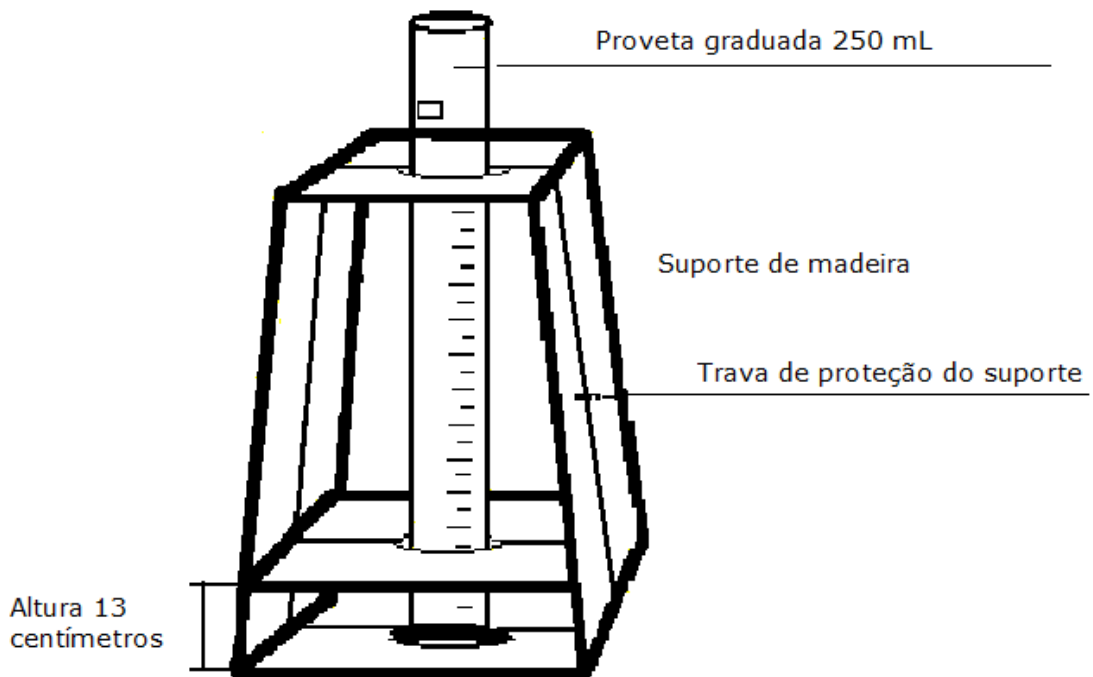


Figura 5- Suporte de madeira para análise de densidade relativa em pós.

3.11 Massa específica aparentemente solta

Esta análise foi realizada para determinar a densidade aparente das amostras, quando soltas em um recipiente, sem nenhum tipo de compactação. Esta análise foi realizada somente em amostras de calcita 200, pois esta matéria-prima é utilizada para fabricar um produto em pó. O processo de envase deste produto foi projetado para que uma determinada massa do produto seja despejada em um recipiente, alterações na densidade interferem diretamente no volume do produto final. Para a determinação da massa específica aparente solta, foi montada a aparelhagem como mostrado na Figura 6.



Figura 6- Estrutura para análise da massa específica aparentemente solta.

Pesou-se analiticamente 100,0000 ($\pm 0,0001$) g da amostra misturada e quarteada, em seguida foi levada à estufa e seca por duas horas à 110 °C. A amostra foi deixada esfriar até à temperatura ambiente. Tampou-se o fundo do funil, verteu-se em seu interior a amostra. Nivelou-se com o auxílio de uma espátula metálica. Abriu-se o fundo do funil, de modo que a amostra escorreu para dentro do cilindro medidor previamente pesado (Ma_4). Removeu-se com uma espátula metálica, sem pressionar a amostra o excesso desta que sobrepôs o cilindro medidor e limpou-se a parte externa com papel absorvente. Repesou-se o cilindro medidor contendo a amostra (Mb_4).

$$\text{Massa específica aparente solta (g/cm}^3\text{)} = \frac{(Mb_4 - Ma_4)}{V}$$

Onde:

Ma_4 = Massa do cilindro medidor vazio;

Mb_4 = Massa do cilindro medidor contendo a amostra;

V = Volume do cilindro medidor (25°C).

3.12 Perda por calcinação

Esta análise foi realizada para se estimar o grau de pureza da amostra.

Em balança analítica mediu-se a massa do cadinho vazio previamente calcinado. Transferiu-se para o cadinho ainda na balança 1,0000 ($\pm 0,0001$) g de amostra previamente seca. O cadinho com a amostra (Figura 7) foi levado a uma mufla à temperatura de 1.000°C por duas horas, cadinho foi retirado da mufla e colocado em dessecador até resfriar.



Figura 7 - Cadinhos para calcinação.

O cálculo realizado para se encontrar em porcentagem a massa da amostra calcinada é dado pela equação abaixo:

$$\% \text{ Massa da amostra pós-calcinação} = \frac{Mf_5 \times 100}{Mi_5}$$

Mi_5 = Massa da amostra inicial

Mf_5 = Massa da amostra pós calcinação

3.13 Tratamento de resíduos

Todos os resíduos gerados foram tratados na ETE sanitária da empresa e o lodo residual descartado em aterro sanitário.

3.14 Tratamentos estatísticos dos dados

O tratamento de dados foi realizado utilizando-se como suporte o Excel® e os procedimentos utilizados estão escritos no Data Analysis for Chemistry: An Introductory Guide for Students and Laboratory Scientists (HIBBERT, *et al.* 2006). Foi aplicado o teste de Grubbs para verificar a presença de dados *outlier* entre as triplicatas das amostras. Todos os resultados apresentados estão dentro do intervalo de confiança de 95%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de aspecto

Após análise visual detalhada de cada amostra recebida, foi identificado se as amostras apresentavam homogeneidade, presença de sujidades e aspecto de um pó fino. A classificação das amostras em aprovada ou não aprovada é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da análise de aspecto.

Fornecedores	Calcita 200	Calcita 325
Fornecedor 1	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 2	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 3	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 4	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 5	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 6	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 7	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 8	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 9	Aprovada	Aprovada

Todas as 18 amostras foram classificadas como aprovadas, por não apresentarem nenhum tipo de contaminação ou aspecto visualmente não conforme.

4.2 Análise de cor.

A análise foi feita por comparação visual com padrões já existentes. As Figuras 8 e 9 (pág. 19) mostram quatro amostras diferentes sendo duas de calcita 200 e duas de calcita 325.

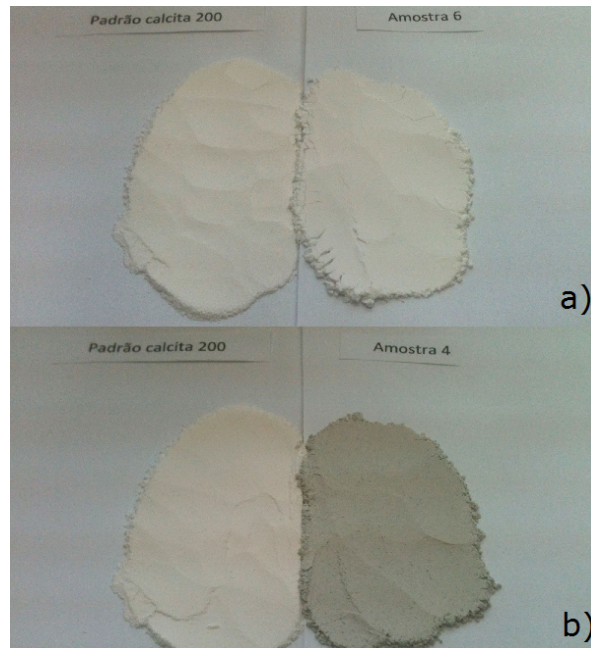


Figura 8: Amostras de calcita 200 na análise de cor por comparação com padrão, sendo a) aprovada e b) reprovada.

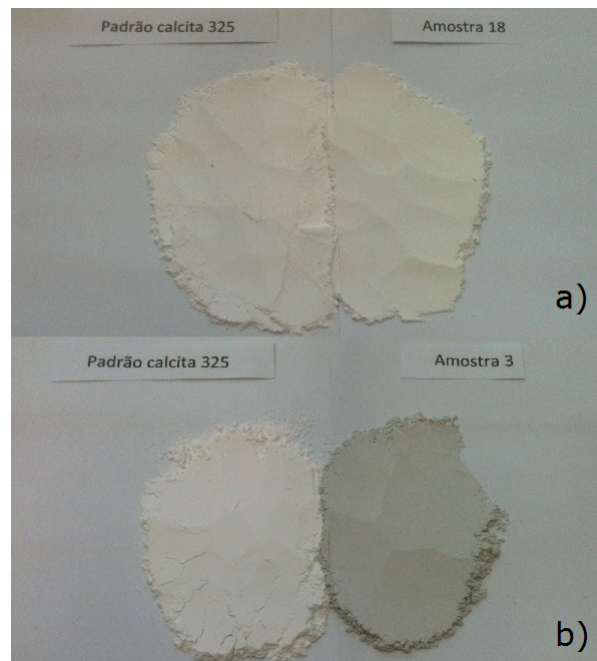


Figura 9: Amostras de calcita 325 na análise de cor por comparação com padrão, sendo a) aprovada e b) reprovada.

Os resultados da análise de cor realizada em todas as amostras, baseados nos critérios de comparação apresentados acima são mostrados na Tabela 2 (pág. 20).

Tabela 2 – Resultado da análise de cor.

Fornecedores	Calcita 200	Calcita 325
Fornecedor 1	Reprovada	Reprovada
Fornecedor 2	Reprovada	Reprovada
Fornecedor 3	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 4	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 5	Reprovada	Reprovada
Fornecedor 6	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 7	Reprovada	Reprovada
Fornecedor 8	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 9	Aprovada	Aprovada

Com base na análise de cor foram reprovados os fornecedores 1, 2, 5 e 7 por apresentarem coloração diferente do padrão. Os fornecedores 3, 4, 6, 8 e 9 apresentaram coloração semelhante ao padrão da empresa e foram aprovadas nesta análise. A calcita com coloração diferente do padrão gera um produto final com coloração diferente da ideal.

A coloração clara do produto é indispensável por proporcionar a sensação de limpeza. Todas as empresas situadas em Minas Gerais foram reprovadas, a cor mais escura das amostras pode indicar a presença de impurezas na matéria-prima, pequenas quantidades de íons de magnésio, manganês, ferro, entre outros contaminantes.

4.3 Análise de umidade

Esta análise foi realizada para determinar o teor de umidade das amostras, quanto maior a umidade presente na amostra menor o teor de matéria-prima presente, aumentando o custo de produção do produto para a empresa, além disso, matérias-primas com alto teor de umidade podem apresentar aumento da

granulométrica por aglutinação dos grãos, interferindo assim em outra importante característica do produto.

O teor de umidade das amostras foi calculado e o valor foi comparado com os valores das especificações da empresa em questão. Para a calcita 200 o teor de umidade não pode ultrapassar o valor de 0,3%. Para a calcita 325, o teor de umidade é de no máximo 0,2%. Na Tabela 3 estão apresentados os valores de umidade encontrados.

Tabela 3 – Resultado da análise de umidade.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (%)	Calcita 325 Média ± EP (%)
Fornecedor 1	0,26 ±0,02	0,22 ±0,04
Fornecedor 2	0,22 ±0,02	0,25 ±0,06
Fornecedor 3	0,15 ±0,02	0,22 ±0,05
Fornecedor 4	0,22 ±0,04	0,13 ±0,05
Fornecedor 5	0,24 ±0,04	0,20 ±0,06
Fornecedor 6	0,20 ±0,04	0,20 ±0,05
Fornecedor 7	0,33 ±0,04	0,29 ±0,06
Fornecedor 8	0,30 ±0,00	0,18 ±0,04
Fornecedor 9	0,20 ±0,04	0,22 ±0,06

Os gráficos 3 e 4 mostram os resultados das análises de umidade para calcita 200 e 325, com o teor máximo permitido pela empresa.

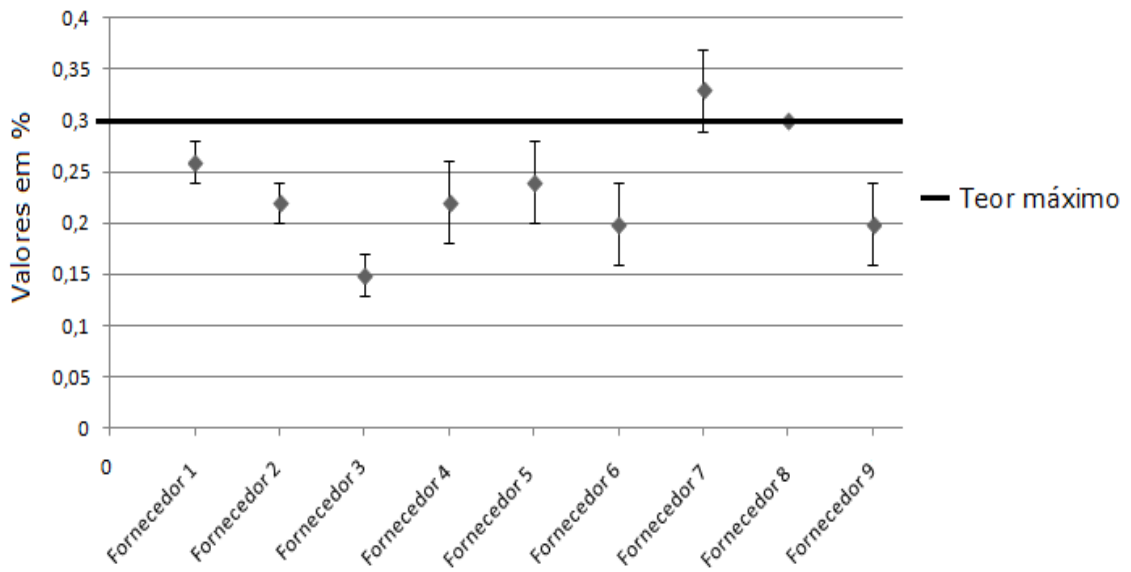


Gráfico 3 – Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de umidade das amostras de calcita 200.

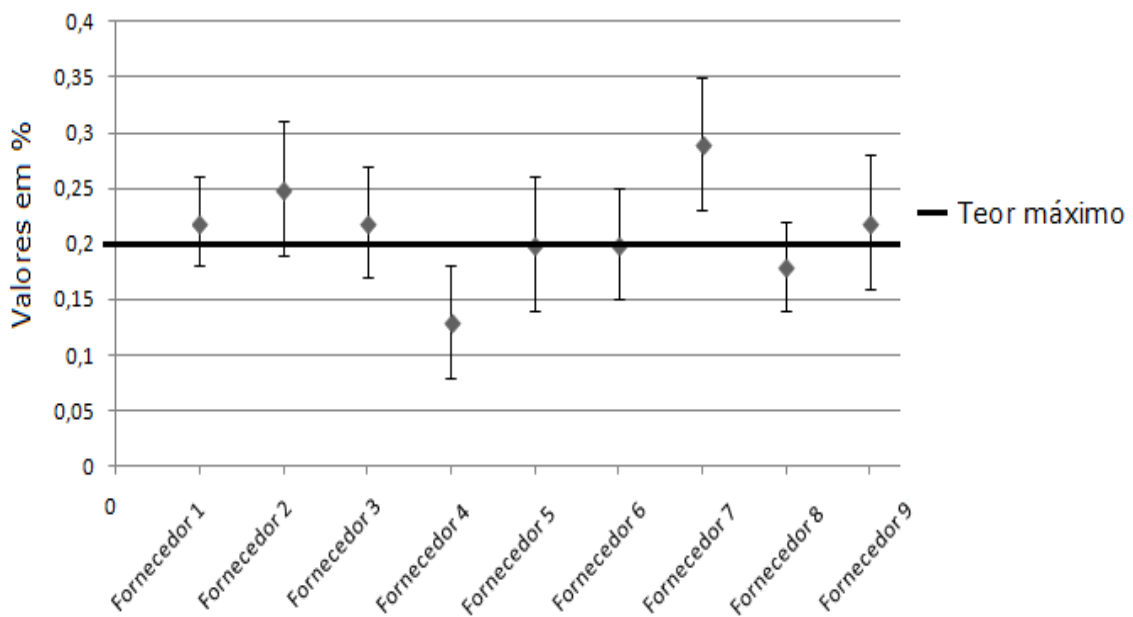


Gráfico 4 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de umidade das amostras de calcita 325.

Na análise de umidade a amostra de calcita 325 do fornecedor 7 foi reprovada. Para calcita 200, todas as amostras estão dentro da especificação. Alguns resultados foram maiores que o especificado, porém são considerados aprovados devido ao índice de confiabilidade da análise.

Teores elevados de umidade na matéria-prima representam prejuízo para a empresa, pois quanto maior a porcentagem de água na amostra menor a quantidade final de matéria-prima comprada. A empresa paga por um produto que parte é água. Para a empresa as amostras com melhor resultado são calcita 200 do fornecedor 3 e calcita 325 do fornecedor 4.

4.4 Análise granulométrica

Esta análise determina o tamanho das partículas através de lavagens sucessivas da amostra em peneiras padronizadas, o tamanho da partícula está diretamente ligado com o grau de abrasão do produto final. O resultado da análise granulométrica foi calculado e comparado com as especificações da empresa. A especificação para calcita 200 exige que o retido na peneira de malha 80 esteja entre 5 e 13%. A especificação da Calcita 325 requer no máximo 0,5% de retido. Na Tabela 4 são apresentados os valores encontrados.

Tabela 4 – Resultado da análise granulométrica.

Fornecedores	Calcita 200- Média ± EP (%)	Calcita 325 – Média ± EP (%)
Fornecedor 1	6,30 ±0,51	3,68 ±0,24
Fornecedor 2	21,24 ±0,98	34,25 ±0,71
Fornecedor 3	8,18 ±0,38	0,46 ±0,07
Fornecedor 4	3,82 ±0,39	1,23 ±0,27
Fornecedor 5	10,26 ±0,41	0,012 ±0,01
Fornecedor 6	12,27 ±0,31	0,07 ±0,00
Fornecedor 7	1,94 ±0,13	0,21 ±0,03
Fornecedor 8	7,74 ±0,42	0,25 ±0,08
Fornecedor 9	11,51 ±0,47	0,02 ±0,00

Os gráficos 5 e 6 (pág 24) mostram os resultados das análises granulométricas para calcita 200 e 325, com os limites permitidos pela empresa.

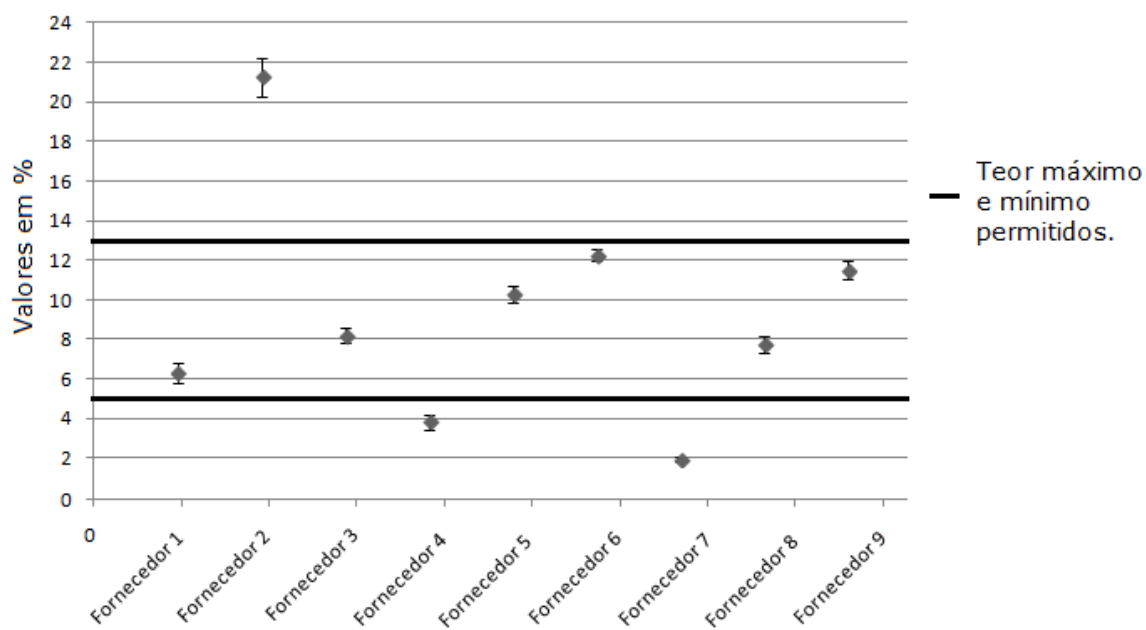


Gráfico 5 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise granulométrica das amostras de calcita 200.

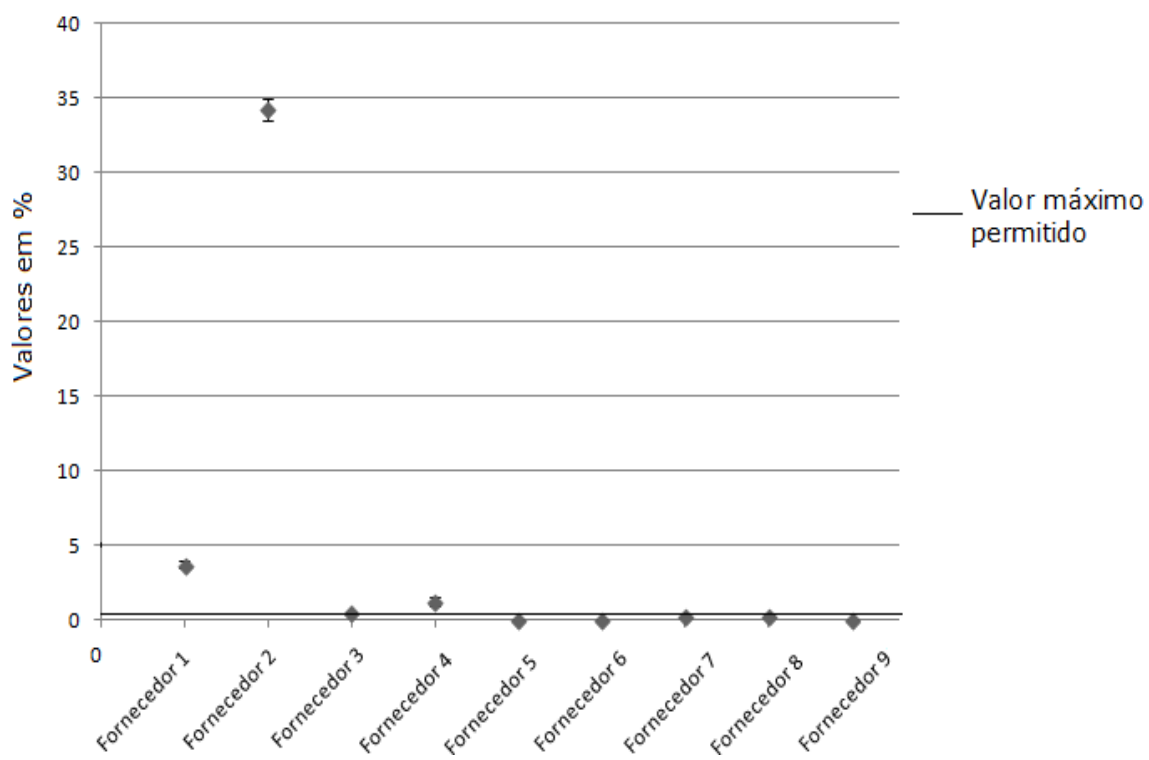


Gráfico 6 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise granulométrica das amostras de calcita 325.

O fornecedor 1 obteve aprovação na análise da amostra de calcita 200 e foi reprovada na 325. O fornecedor 2 obteve a porcentagem de retido muito elevada e foi reprovado para as duas calcitas. O fornecedor 3 obteve retenção dentro dos padrões e foi aprovado para as duas amostras assim como os fornecedores 5, 6, 8 e 9. O fornecedor 4 obteve retenção menor do que a especificação para calcita 200 e maior que a especificação para calcita 325. O fornecedor 7 foi reprovado para calcita 200 por apresentar valor abaixo da especificação e aprovado para calcita 325. A retenção ideal para as amostras 200 e 325 foi padronizada pela empresa em questão, com o objetivo de atender a finalidade do produto, pois o grau de abrasão está diretamente relacionado com a granulometria da calcita utilizada. Uma matéria-prima fora dos padrões de granulometria gera um produto de má qualidade que pode causar danos às superfícies dos utensílios ou não limpar com a devida eficiência.

4.5 Concentração de carbonatos alcalinos

A análise da concentração dos carbonatos alcalinos foi realizada pelo método titulométrico e o resultado foi calculado e comparado com as especificações fornecidas pela empresa. A especificação das Calcitas 200 e 325 não prevêem valores para carbonatos totais. A Tabela 5 apresenta os valores encontrados.

Tabela 5 – Resultado da análise de carbonatos totais.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (%)	Calcita 325 Média ± EP (%)
Fornecedor 1	86,47 ±0,20	88,22 ±1,26
Fornecedor 2	94,72 ±1,24	90,38 ±2,07
Fornecedor 3	91,54 ±0,00	89,27 ±0,83
Fornecedor 4	93,05 ±1,03	93,15 ±0,83
Fornecedor 5	91,28 ±2,04	96,88 ±0,41
Fornecedor 6	86,90 ±1,45	94,69 ±0,11
Fornecedor 7	95,69 ±2,12	93,97 ±1,09

Fornecedor 8	90,29 ±1,57	91,78 ±1,81
Fornecedor 9	93,93 ±0,90	93,72 ±0,59

O resultado de carbonatos totais foi usado para calcular o teor de carbonato de magnésio da amostra. Com este resultado somente podemos ter uma ideia da pureza da amostra, mas não podemos concluir se a amostra está aprovada ou não, pois o importante nesta análise é saber a quantidade de carbonato de cálcio e magnésio presentes, para diferenciar a amostra de calcita de possíveis amostras de dolomita e magnesita.

Para carbonato de cálcio a especificação da empresa estabelece um limite entre 85 a 95% em massa para os dois tipos de calcita, os resultados estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado da análise de teor de carbonato de cálcio.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (%)	Calcita 325 Média ± EP (%)
Fornecedor 1	76,83 ±1,38	79,66 ±1,19
Fornecedor 2	92,78 ±2,59	86,56 ±0,43
Fornecedor 3	88,20 ±1,33	88,52 ±0,41
Fornecedor 4	81,56 ±0,43	78,63 ± 1,14
Fornecedor 5	76,39 ±0,52	82,28 ±2,08
Fornecedor 6	81,21 ±0,23	84,14 ±0,86
Fornecedor 7	89,89 ± 0,62	92,95 ± 0,74
Fornecedor 8	89,26 ±1,19	89,16 ±2,39
Fornecedor 9	91,92 ±1.02	92,87 ±1,21

Os gráficos 7 e 8 mostram os resultados das análises de teor de carbonato de cálcio para calcita 200 e 325, com os limites permitidos pela empresa.

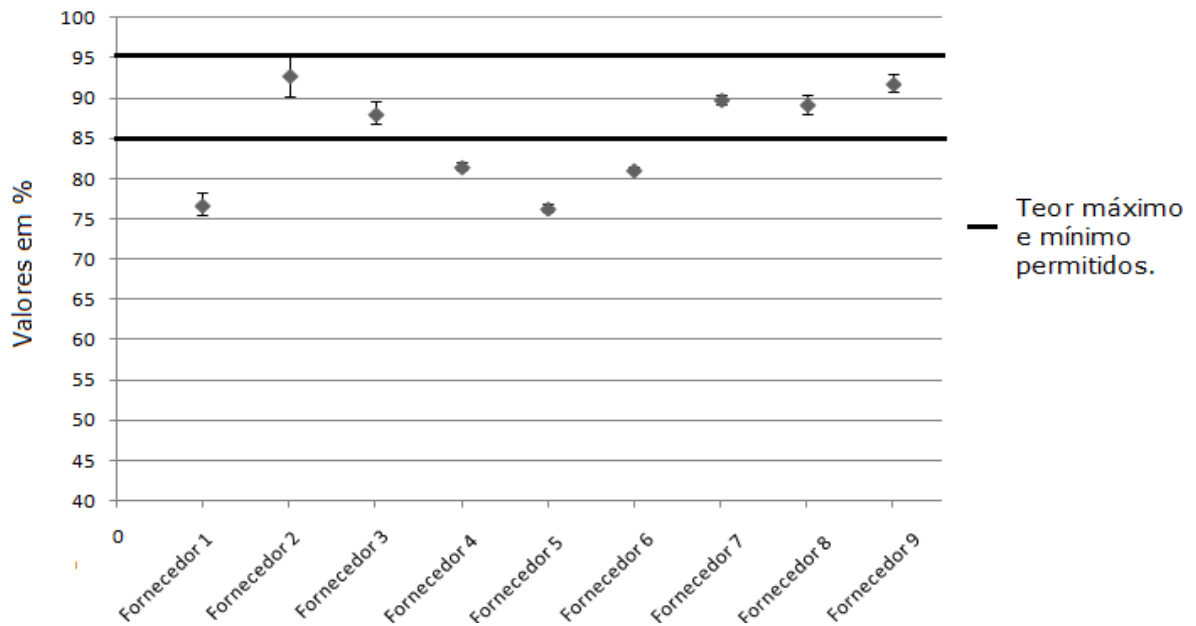


Gráfico 7 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise do teor de CaCO_3 nas amostras de calcita 200.

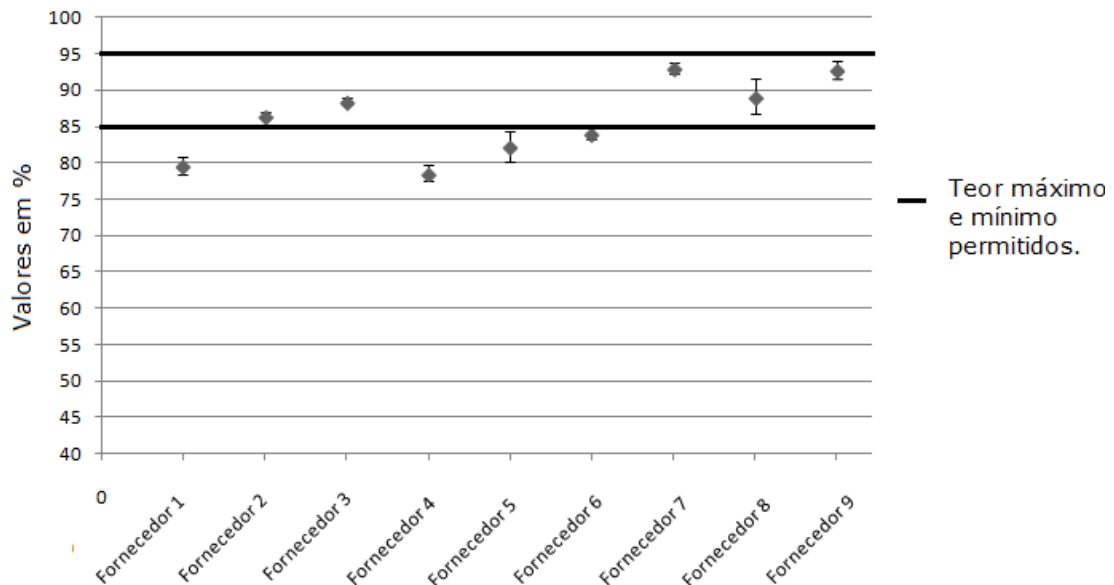


Gráfico 8 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise do teor de CaCO_3 nas amostras de calcita 325.

O teor de carbonato de cálcio está dentro dos padrões nas amostras das empresas 2, 3, 7, 8, e 9. A especificação para teor de carbonato de magnésio prevê uma porcentagem máxima de 5%, para os dois tipos de calcita e os resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultado da análise de teor de carbonato de magnésio.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (%)	Calcita 325 Média ± EP (%)
Fornecedor 1	8,12 ±1,32	7,21 ±0,96
Fornecedor 2	1,63 ±0,67	3,21 ±0,72
Fornecedor 3	2,81±1,12	0,63 ±0,24
Fornecedor 4	9,67 ±1,16	12,23 ± 1,05
Fornecedor 5	12,57 ±1,13	12,29 ±1,18
Fornecedor 6	4,79 ±1,16	8,88 ±0,80
Fornecedor 7	4,72± 1,22	0,86 ± 0,32
Fornecedor 8	0,86 ±0,32	2,21 ±0,50
Fornecedor 9	1,69 ±0,20	0,71 ±0,23

Os gráficos 9 e 10 mostram os resultados das análises de teor de carbonato de magnésio para calcita 200 e 325, com o valor máximo permitido pela empresa.

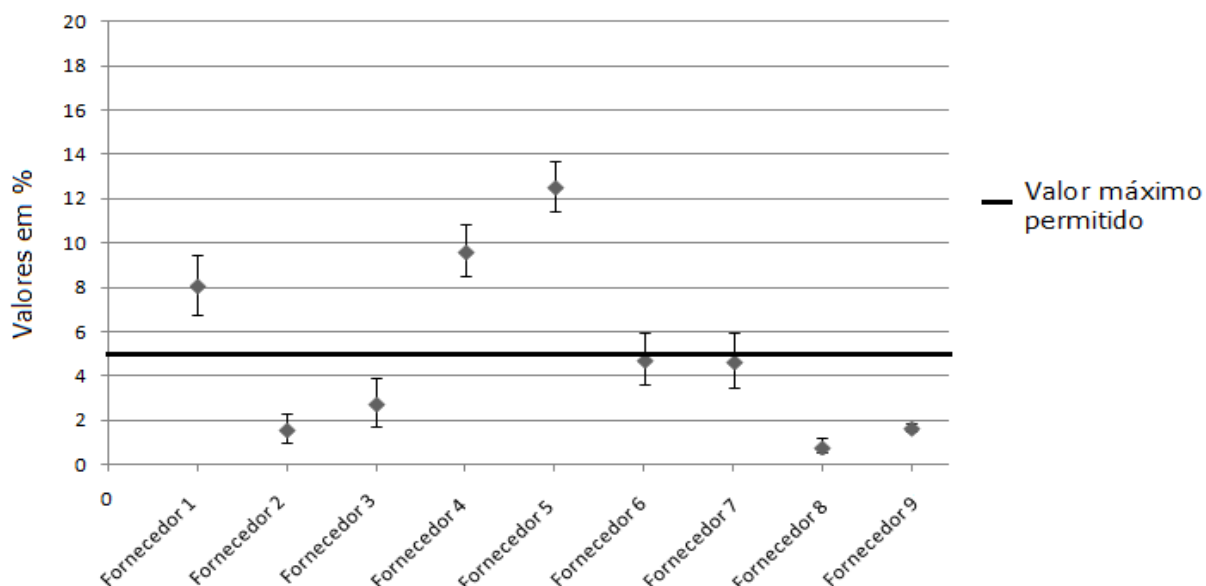


Gráfico 9 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise do teor de $MgCO_3$ nas amostras de calcita 200.

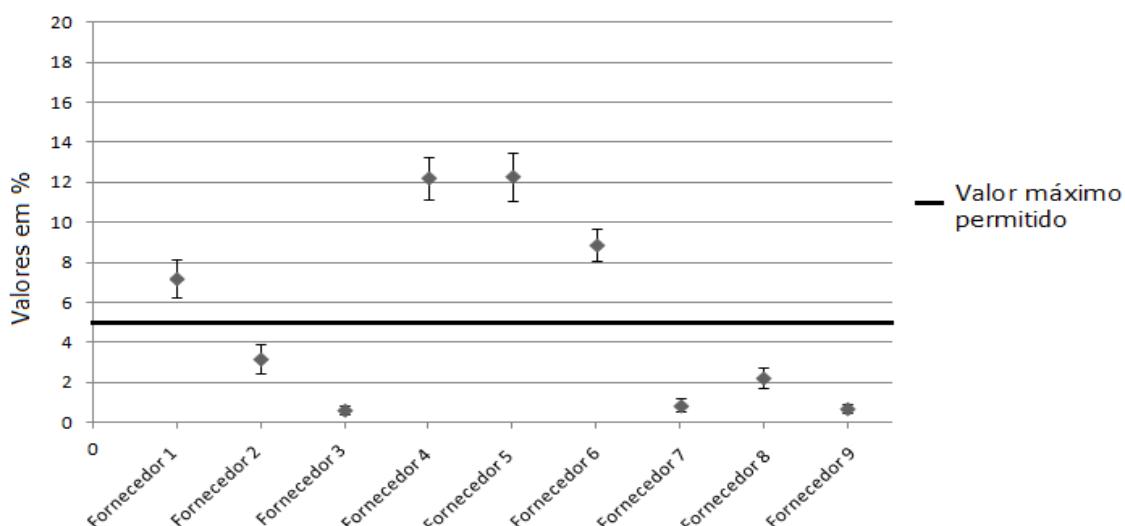


Gráfico 10 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise do teor de $MgCO_3$ nas amostras de calcita 325.

O teor de carbonato de magnésio está dentro dos padrões nas amostras das empresas 2, 3, 7, 8, e 9. A amostra de calcita 200 da empresa 6 também está dentro da especificação.

4.6 Densidade relativa em pós

O resultado da análise de densidade relativa em pós foi calculado em g/cm^3 e comparados com valores de referência da empresa em questão. As amostras de calcita 200 e 325 são aprovadas quando tiverem resultados entre 1,47 e 1,97 g/cm^3 . Os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultado da análise de Densidade relativa em pós.

Fornecedores	Calcita 200 Média \pm EP (g/cm^3)	Calcita 325 Média \pm EP (g/cm^3)
Fornecedor 1	1,09 \pm 0,01	1,50 \pm 0,04
Fornecedor 2	1,29 \pm 0,02	1,67 \pm 0,05
Fornecedor 3	1,46 \pm 0,02	1,47 \pm 0,03
Fornecedor 4	1,22 \pm 0,03	1,54 \pm 0,01
Fornecedor 5	1,59 \pm 0,03	1,34 \pm 0,02
Fornecedor 6	1,84 \pm 0,04	1,42 \pm 0,08
Fornecedor 7	1,47 \pm 0,02	1,42 \pm 0,01
Fornecedor 8	1,61 \pm 0,01	1,52 \pm 0,01
Fornecedor 9	1,53 \pm 0,01	1,54 \pm 0,07

Os gráficos 11 e 12 mostram os resultados das análises de densidade relativa em pós para calcita 200 e 325, com o limite permitido pela especificação da empresa.

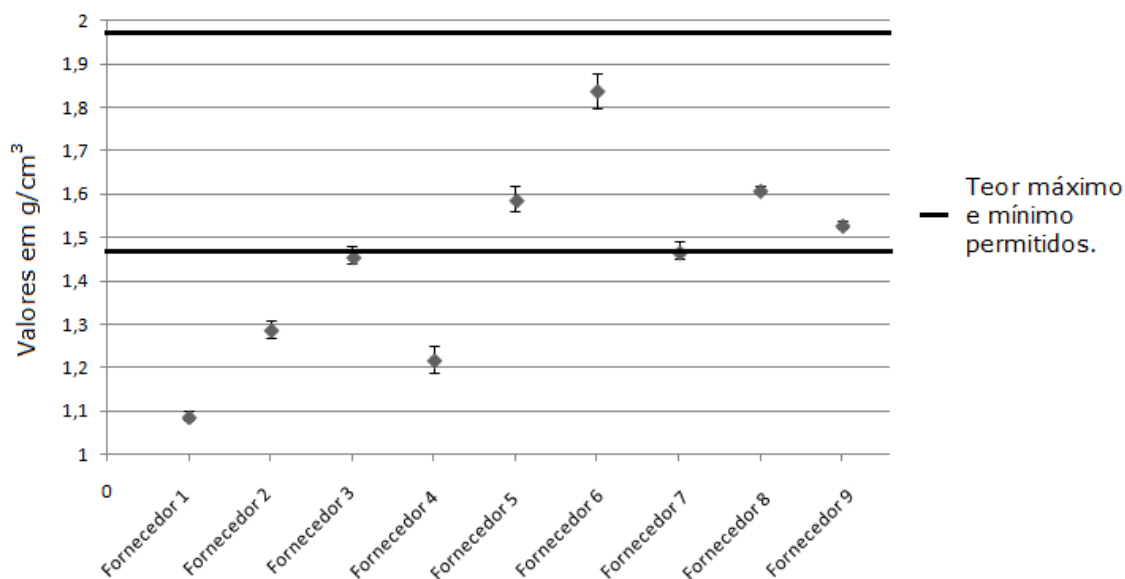


Gráfico 11 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de densidade relativa em pós, calcita 200.

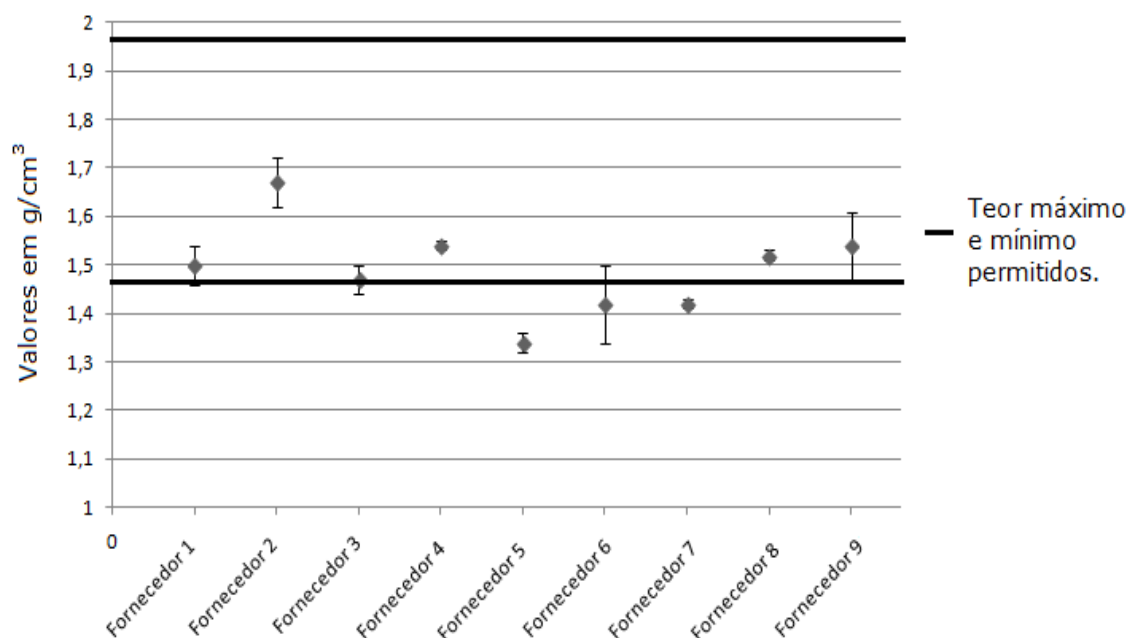


Gráfico 12 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de densidade relativa em pós, calcita 325.

Os Fornecedores 3, 6, 8 e 9 obtiveram resultados dentro da especificação para os dois tipos de calcita e foram aprovados. Os Fornecedores 1, 2, e 4 estão

dentro da especificação somente para calcita 325. Os fornecedores 5 e 7 estão dentro dos padrões somente para calcita 200.

4.7 Massa específica aparentemente solta

A massa específica aparentemente solta é uma análise realizada somente para calcita 200, a qual é usada em um produto com aspecto final de um pó. Esta análise é realizada levando em conta o processo de envase do produto final que depende do volume ocupado pelo pó depois de leve queda no recipiente.

Os valores padronizados para bom funcionamento da máquina de envase são entre 1,10 e 1,34 g/cm³. O resultado da análise foi comparado a este padrão e os resultados apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Resultado da análise de massa específica aparentemente solta.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (g/cm ³)
Fornecedor 1	1,09 ±0,01
Fornecedor 2	1,29 ±0,02
Fornecedor 3	1,12 ±0,01
Fornecedor 4	0,99 ±0,02
Fornecedor 5	1,31 ±0,02
Fornecedor 6	0,88 ±0,02
Fornecedor 7	1,22 ±0,01
Fornecedor 8	1,08 ±0,02
Fornecedor 9	1,17 ±0,02

O gráfico 13 mostra os resultados das análises de massa específica aparentemente solta para calcita 200, com o limite permitido pela especificação da empresa.

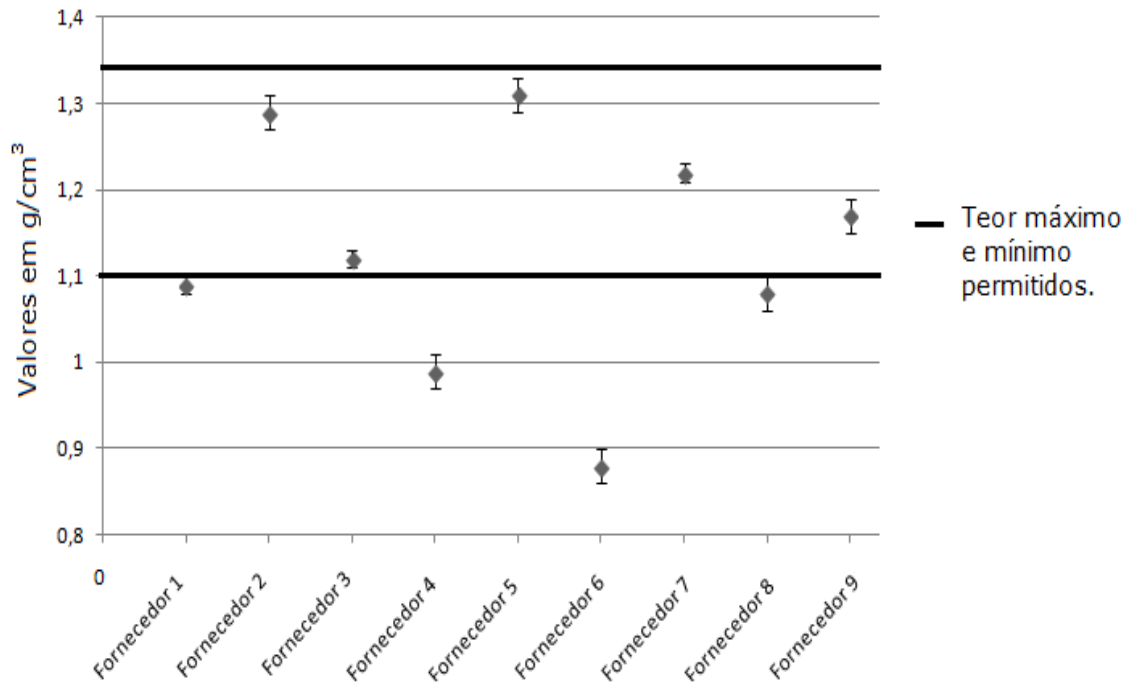


Gráfico 13 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de massa específica aparentemente solta nas amostras de calcita 200.

Os Fornecedores 1, 2, 3, 5, 7, 8 e 9 apresentaram resultados dentro da especificação da empresa e foram aprovados. Os fornecedores 4 e 6 tiveram resultados inferiores ao da especificação.

A utilização desta matéria-prima geraria um derramamento do produto no processo de envase, pois a mesma massa de um produto produzido com esta matéria-prima ocuparia um volume maior que um produto produzido com uma matéria-prima dentro dos padrões.

4.8 Perda por calcinação

O resultado de perda por calcinação foi calculado e comparado com a especificação da empresa que permite valores entre 54 e 58%. Estes valores representam a porcentagem em massa do carbonato de cálcio após ser calcinado em óxido de cálcio, respeitando o parâmetro de 95% de pureza da amostra. Os resultados da perda por calcinação estão apresentados na tabela 10 (pág. 33).

Tabela 10 – Massa residual de calcita 200 e de calcita 325 após calcinação à 1000°C.

Fornecedores	Calcita 200 Média ± EP (%)	Calcita 325 Média ± EP (%)
Fornecedor 1	61,90 ±0,00	62,29 ±0,00
Fornecedor 2	56,86 ±0,00	57,04 ±0,00
Fornecedor 3	57,69 ±0,00	57,66 ±0,00
Fornecedor 4	56,41 ±0,00	58,28 ±0,00
Fornecedor 5	56,26 ±0,00	56,34 ±0,00
Fornecedor 6	60,92 ±0,00	57,70 ±0,00
Fornecedor 7	56,54 ±0,00	56,77 ±0,00
Fornecedor 8	57,04 ±0,00	57,35 ±0,00
Fornecedor 9	58,00 ±0,00	57,30 ±0,00

Os gráficos 14 e 15 mostram os resultados da análise de perda por calcinação para calcita 200 e 325, com o limite permitido pela especificação da empresa. O valor de ±0,00 para o erro padrão significa que este erro ficou abaixo da segunda casa decimal.

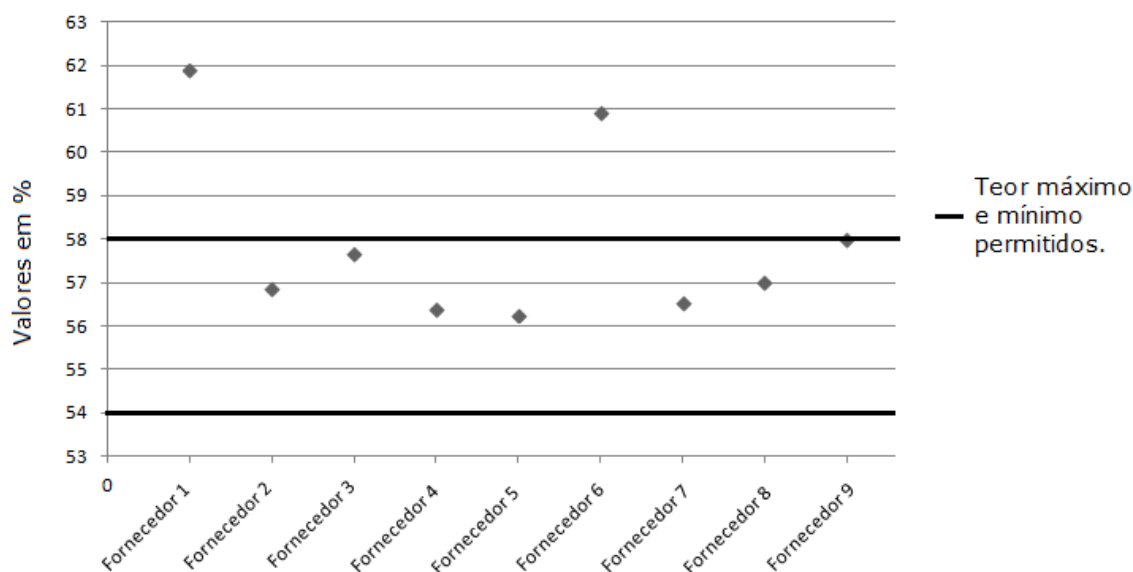


Gráfico 14 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de perda por calcinação para as amostras de calcita 200.

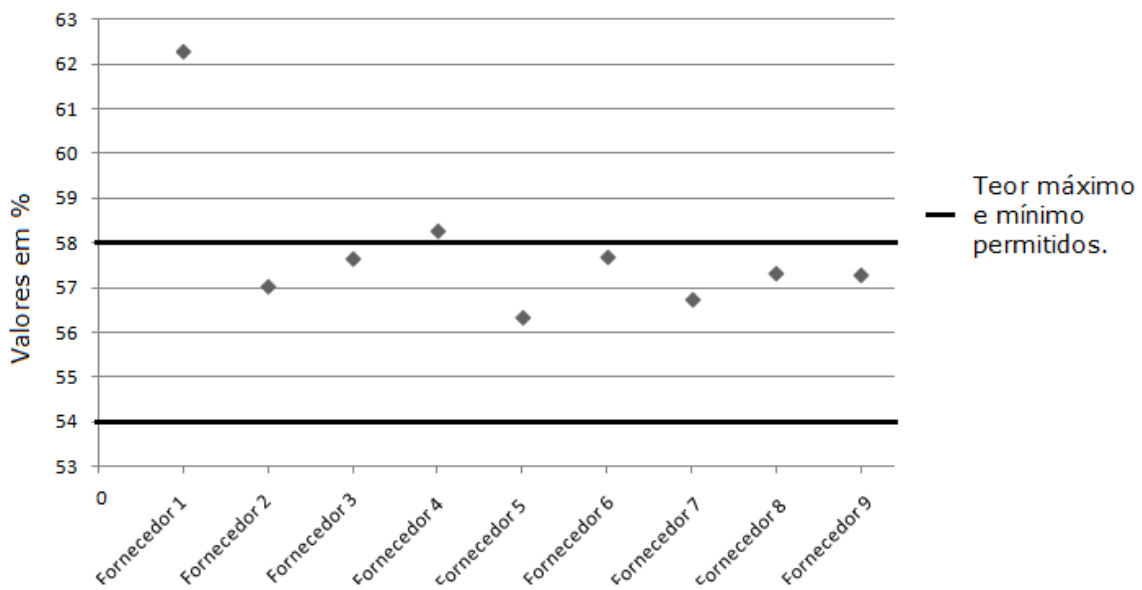


Gráfico 15 - Porcentagem das médias e seu IC (95% de confiança) na análise de perda por calcinação para as amostras de calcita 325.

Os fornecedores 2, 3, 5, 7, 8 e 9 foram aprovados na análise de perda por calcinação para as duas calcitas. O Fornecedor 1 está fora da especificação para as duas calcitas e possivelmente contém impurezas com elevada massa molar. O fornecedor 6 foi reprovado para calcita 200 e o fornecedor 4 foi reprovado para calcita 325.

4.9 Análise geral das empresas.

A partir dos resultados de cada uma das análises foi feita uma tabela com o resultado geral dos fornecedores. Os fornecedores aceitos foram os aprovados em todas as análises, tendo em vista que todas as análises são de extrema importância e revelam a qualidade da matéria-prima analisada.

Três dos nove fornecedores analisados foram considerados aprovados em todas as análises, como mostra a tabela 11 (pág. 36). O fornecedor 3 localizado na cidade de Guarulhos no estado de São Paulo, o fornecedor 8 localizado na cidade Indaiatuba também no estado de São Paulo e a empresa 9 localizada em Cachoeiro do Itapemirim no Estado do Espírito Santo. Fornecedores localizados em diferentes cidades geram uma gama de novas rotas viárias para o percurso da matéria-prima até a empresa.

Os fornecedores 1, 2, 5 e 7, localizados em Minas Gerais, foram reprovados. É provável a presença de alguns metais na formação mineralógica do calcário calcítico da região de Minas Gerais. Esta é a provável causa da produção de uma matéria-prima de cor escura e fora das especificações.

Alguns dos fornecedores analisados, fornecem calcita para empresas produtoras de adubo, cimento entre outros, e os níveis de qualidade e especificações exigidos por estas empresas são diferentes, portanto os fornecedores reprovados podem se adequar aos níveis de qualidade e especificação exigidos na empresa.

Tabela 11 – Resultado geral das análises realizadas para calcita 200 e 325 em nove empresas.

CALCITA 200	Aspecto	Cor	Granulometria	CaCO ₃ MgCO ₃	Umidade	Densidade	Massa específica aparentemente solta	Perda por calcinação
Fornecedor 1	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada
Fornecedor 2	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 3	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 4	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada
Fornecedor 5	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 6	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Reprovada
Fornecedor 7	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 8	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada
Fornecedor 9	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada
CALCITA 325	Aspecto	Cor	Granulometria	CaCO ₃ MgCO ₃	Umidade	Densidade	Massa específica aparentemente solta	Perda por calcinação
Fornecedor 1	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	-	Reprovada
Fornecedor 2	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	-	Aprovada
Fornecedor 3	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	-	Aprovada
Fornecedor 4	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	-	Reprovada
Fornecedor 5	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Reprovada	-	Aprovada
Fornecedor 6	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	-	Aprovada
Fornecedor 7	Aprovada	Reprovada	Aprovada	Aprovada	Reprovada	Reprovada	-	Aprovada
Fornecedor 8	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	-	Aprovada
Fornecedor 9	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	Aprovada	-	Aprovada

5. CONCLUSÃO

Bons fornecedores de matéria-prima são muito importantes para as empresas, pois a qualidade do produto final está relacionada diretamente a qualidade de sua matéria-prima. A escolha dos fornecedores e a substituição destes quando necessário é de extrema importância para conservar a qualidade do produto final, facilitar o processo produtivo e aumentar o lucro.

Os fornecedores 3, 8 e 9 foram aprovados em todas as análises empregadas para avaliar a qualidade física e química do produto fornecido, portanto estes são fornecedores em potenciais para a empresa em termos do fornecimento das duas calcitas. Os fornecedores 3 e 8 estão no estado de São Paulo e o fornecedor 9 no Espírito Santo.

O registro das análises dos fornecedores reprovados é importante, pois um fornecedor reprovado em um ou mais testes pode futuramente adequar seu produto. Pode surgir ainda a demanda de calcita como matéria-prima na produção de novos produtos empresa, com especificações diferentes nas quais os outros fornecedores podem vir a se adequar.

O estudo da atuação da calcita em saponáceos é de grande importância visto que não são encontrados muitos trabalhos voltados para este tema.

Todo o processo para alcançar a graduação de Bacharelado em Química Tecnológica foi importante na construção desta monografia, mas algumas matérias em específico estão mais presentes e foram base para este estudo, são elas Higiene e Segurança Industrial, Química Analítica, Processos Químicos Tecnológicos, Metodologia Científica, Estatística e Minerais Industriais.

6. REFERÊNCIA

- AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA - ANVISA Conceitos técnicos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/saneantes/conceito.htm>
Acesso em: 08 Jan. 2013
- AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA - ANVISA Resolução Normativa nº1/78 Disponível em:
http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/01_78.htm Acesso em: 08 Jan. 2013
- BACCAN N., ANDRADE J.C., GODINHO O.E.S., BARONE J.S **Química analítica quantitativa elementar**. 3ed. São Paulo: Ed. Egard Blucher, 2001.
- BESSLER, K. E., RODRIGUES, L.C. **Os polimorfos de carbonato de cálcio – Uma síntese fácil de aragonita**. Artigo, Universidade de Brasília. Química Nova, Vol. 31, No. 1, Pág 178-180, 2008.
- CETEM. Calcário e Dolomito – Capítulo 16, 2008. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/16-agromineraiscalcariodolomito.pdf>>, acessado em 27 de fevereiro de 2012.
- DANA, H. **Manual de mineralogia**. São Paulo: Livro Técnico e Científico, 1986.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2010. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/> acessado em 12 de fevereiro de 2012.
- FREAS, R. C., HAYDEN, J. S., PRYOR Jr., C. A. **Limestone and Dolomite, in Industrial Minerals and Rocks**. 2006. 7th Ed., Society for Mining, Metallurgy and Exploration.
- GUTSCHICK, K. A. **Lime and Limestone**. ECT, 4ª ed., Vol. 15, pag. 319–359, National Lime Association, 2000.
- HIBBERT, D. B.; GOODING, J. J. **Data Analysis for Chemistry: An Introductory Guide for Students and Laboratory Scientists**. Oxford University Press, 2006.
- LEPREVOST, A.; **Química Analítica dos Minerais**. 1ª ed. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1975. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

- MELO, G. J. M.; **Optimização e desenvolvimento de processos numa empresa produtora de carbonato de cálcio.** Universidade de Lisboa. Departamento de Química e Bioquímica. Lisboa, 2010.
- PERONI, R.; **Mineralogia – Estudo dos Minerais.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia de Minas. Rio Grande do Sul, 2003.
- SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M.; **Rochas e Minerais Industriais** 2 ed. 2009.
- SILVA, J. O.; **Produto RT 38 - Perfil do calcário.** Ministério de minas e energia - MME. Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral – SGM. 2009. Disponível em http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P27_RT38_Perfil_do_Calcxrio.pdf> acessado em 27 de fevereiro de 2012.
- SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica** 8ª ed. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 2006.
- SOUTO, E. C. S.; **Estudo de condições operacionais para obtenção de carbonato de cálcio precipitado.** 2008. Tese (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- VELHO, J. L.; **Mineralogia Industrial: Princípios e Aplicação.** 1ª ed. Lisboa, Portugal, 2005. Lidel Edições Técnicas. DANA, H. **Manual de mineralogia.** São Paulo: Livro Técnico e Científico, 1986.