

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

M I N E R A I S D O P A R A N Á

A R E I A D E F U N D I Ç Ã O

ANÁLISE DA OPORTUNIDADE DE INVESTIMENTO
NO ESTADO DO PARANÁ

L U I S T A D E U C A V A

A B R I L

1991

M
621.023
C 276 n

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.....	2
2.1. Granulometria.....	2
2.2. Distribuição Granulométrica.....	3
2.3. Teor de Argila AFS.....	6
2.4. Pureza.....	7
2.5. Formato e Integridade dos Grãos.....	8
3. ENSAIOS E ANÁLISES PARA CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA.....	11
3.1. Determinação do Teor de Argila AFS.....	12
3.2. Análise Granulométrica.....	12
3.3. Superfície Específica Real.....	15
3.4. Análise Química.....	16
3.5. Demanda de Ácido.....	16
3.6. Permeabilidade de Base.....	17
3.7. Expansão por Efeito de Choque Térmico.....	17
4. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO.....	17
4.1. Preços e Produtos.....	17
4.2. Mercado Produtor e Consumidor.....	18
5. POTENCIAL GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ.....	20
6. ANÁLISE DA OPORTUNIDADE DE INVESTIMENTO.....	23
6.1. Quanto ao Potencial Geológico.....	23
6.2. Quanto às Áreas Produtoras e Consumidoras.....	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

utilização, há a necessidade não só de tratamentos mais eficientes e sofisticados, como também de minérios de melhores qualidades.

2. PRINCIPAIS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS

As areias para fundição ou areia base é um elemento granular refratário, normalmente de alto teor de sílica, no qual devem ser observados as seguintes características que derivam de suas propriedades naturais: granulometria, teor de argila AFS; pureza, forma e integridade dos grãos; textura superficial; refratariedade, permeabilidade e expansibilidade.

2.1 Granulometria

Como se trata de um material granular entre 0,062 e 2 mm, é possível seu desdobramento industrial em faixas granulométricas adequadas em cada uso.

Na análise da granulometria, três aspectos importantes devem ser observados. Em primeiro lugar, o tamanho dos grãos, que é expresso de acordo com o módulo de finura. Neste aspecto tem-se: areia grossa, cujo módulo AFS situa-se entre 30 e 50; areia média, entre 50 e 70; areia fina, variando de 70 a 100 e, por fim, areia finíssima, com módulo acima de 150.

Este fator é muito importante, pois, quando mais fina for a areia base empregada, melhor será o acabamento da peça. Por outro lado, quanto mais grossa, maior a permeabilidade do molde. Decorre disso que se deve escolher uma areia apropriada para cada tipo de

uso. Quando se tem várias alternativas proporcionando a permeabilidade necessária, é preciso levar em consideração o bom acabamento da peça. Neste caso, a opção deveria ser para aquela com módulo de finura mais elevado, apesar disto significar um maior consumo de aglomerantes. Muitas vezes, o acabamento é um fator de maior importância; então, para compensar a baixa permeabilidade do molde usam-se "canais de subida", que aumentam muito a ventilação da cavidade do molde.

2.2 Distribuição Granulométrica

Outro fator a ser observado é a distribuição granulométrica, que deve apresentar-se de uma forma tal que confira à areia permeabilidade e baixa expansão. Denomina-se "concentração granulométrica" o valor máximo percentual retido em três peneiras consecutivas da série padrão.

Areias de alta concentração granulométrica apresentam alta permeabilidade, devido ao grande número de espaços intergranulares, geralmente vazios. Contudo, nestas areias há uma tendência de expansão acentuada. Já as areias de concentração granulométrica menor apresentarão menos espaços entre grãos, pois os grãos menores, se localizarão nos interstícios daqueles de maior dimensão, conferindo à areia uma menor permeabilidade. Além disso, estas areias possibilitam uma melhor "amarração" ao molde.

Normalmente uma areia distribui-se por 7 (sete) ou 8 (oito) classes granulométricas, mas com predomínio em 3 (três) ou mais

classes. Uma areia tende para o ideal quando cerca de 80 % de seus grãos se distribuem em 3 (três) classes granulométricas. Uma areia considerada grossa proporciona ao molde uma série de propriedades positivas, mas prejudica a qualidade superficial do fundido. Uma areia considerada fina irá proporcionar um bom acabamento, mas em compensação necessitará do fundidor, controles muito rígidos para evitar defeitos de fundição, além de necessitar aumentar os teores de aglomerantes nos moldes e machos.

Portanto, uma areia classificada poderá trazer economia significativa ao fundidor, desde que este se oriente para as condições de operação de suas instalações. Uma areia com distribuição em 3 (três) peneiras apenas não é recomendável, pois poderá provocar certos problemas de expansão; concentrações muito dispersas acima de 5 (cinco) peneiras também não é aconselhável. O mais recomendável é usar uma areia classificada como média, onde se tem as qualidades de uma areia grossa e não possui os inconvenientes de uma areia fina, com distribuição em torno de 5 (cinco) peneiras, concentração de aproximadamente 80 % em 3 (três) peneiras, pico em uma das 3 (três) peneiras (com concentração entre 40 a 50 % dos 80 %).

Em trabalho desenvolvido juntamente com algumas fundições de ferro e aço, chegou-se-se a uma distribuição granulométrica de areia que permite ao fundidor obter peças de alta qualidade e ao mesmo tempo reduzir o custo final do produto :

Peneira	% Retida
20	0,0
30	0,0 a 2,0
40	2,0 a 7,0
50	15,0 a 25,0
70	35,0 a 50,0
100	20,0 a 30,0
140	2,0 a 7,0
200	max. 2,0
270	0,0

Como pode ser observado, a concentração está distribuída nas malhas (50, 70, 100) em torno de 80 %, o pico esta na malha 70, a diferença entre as peneiras 70 e 50, 70 e 100 deve ser de 10 pontos preferencialmente. Em caso contrário esta diferença não poderá ser inferior a 5 (cinco) pontos. Além disso, uma areia nunca poderá apresentar patamar , isto é, a mesma percentagem retida em 2 (duas) ou mais peneiras, pois irá ocasionar sérios problemas de expansão do molde.

Esta areia de módulo AFS 50/60 permitira ao fundidor obter excelentes peças, reduzir o refugo ,diminuir o consumo de ligantes e materiais auxiliares, reduzir ou eliminar adições de areias novas nos sistemas, melhorar o acabamento superficial das peças e conseqüentemente reduzir o tempo de limpeza e consumo de granalhas.

Por isso, a tendência das fundições brasileiras é adotar quanto a distribuição granulométrica, 80 % dos grãos retidos em três peneiras e 90 % em quatro peneiras consecutivas da série padrão. Os caso especiais requerem distribuições específicas.

2.3 Teor de argila AFS

Um outro fator importante, e que deve ser observado na análise granulométrica de uma areia, é o teor de finos que ela contém. Ele corresponde ao valor percentual retido nas duas últimas peneiras e mais o que passa pela última peneira da série padrão, ou seja, é o material de tamanho inferior a 140 mesh.

Há vantagens e inconvenientes na presença desses finos, pois eles formam uma camada em torno dos grãos maiores, separando-os e reduzindo à expansão, mas ao mesmo tempo, diminuindo a permeabilidade do molde.

Há valores ótimos em relação ao teor de finos, sendo que a prática aconselha, para areias grossas e médias, um teor de finos entre 6 a 10 % .

Outra característica a ser observada na areia base é o teor de argila AFS, adotado pela American Foundrymen's Society, o qual é definido pela quantidade de partículas, que quando dispersas em meio aquoso, sedimentam com uma velocidade inferior a uma polegada por minuto. Pela lei de Stokes, a essa velocidade de sedimentação correspondem partículas de dimensão inferior a 20 microns (0,02 mm ou 0,0008 ").

O termo argila adotado neste ensaio preenche unicamente um conceito granulométrico, pois não corresponde à exata definição dos argilo-minerais. A argila AFS detecta, além dos argilo-minerais com características aglomerantes, os finos ou silte sem propriedades aglomerantes. A proporção destes finos inertes tende a aumentar com o uso repetido da mesma areia, devido a queima de argila aglomerante e que, acima de uma temperatura crítica, perde suas características. Também aumenta pela adição de finos inertes, provenientes da abrasão e fraturamentos dos grão de quartzo da areia base.

2.4 Pureza

A pureza de uma areia base é outra característica de interesse, pois o grau em que é medida representa uma função de minerais estranhos e da cobertura de grãos por películas de substâncias aderentes.

Os minerais estranhos são os outros grãos que não os de quartzo, tornando-se nocivos quando constituídos de minerais de baixo ponto de fusão sob altas temperaturas de vazamento, soldando os grãos de quartzo entre si. Estes outros elementos são turmalina, ilmenita, hematita, calcita e feldspato. Provocam maior consumo de ligantes, alteram a fusibilidade da areia, facilitando o fenômeno da sinterização, alteram as características químicas, principalmente o Ph e podem produzir reações metal-molde. Por isso quanto mais pura for a areia, o que pode ser deduzido no campo pelo seu aspecto incolor, maior será a sua

qualidade : elevado ponto de sinterização, maiores valores de expansão por choque térmico, menores problemas de aderência da areia ao molde e menores as reações metal-molde.

Há minerais nocivos que não prejudicam a refratariedade, como a mica, mas dificultam a coesão entre os grãos. Na prática, adota-se um limite de 3 % de impurezas.

Com relação as partículas aderentes, a mais comum é o óxido de ferro, que não é nocivo até um teor máximo de 2 % de Fe_2O_3 . As impregnações de sal nas areias de praia normalmente não são prejudiciais. O caso contrário ocorre com a matéria orgânica, que confere teor cinza a areia, diminuindo a sua resistência de moldagem, já que tende a se queimar em altas temperaturas. O grau de pureza pode ser detectado através do exame da areia com lupa, devendo adicionalmente ser realizada análises químicas.

2.5 Formato e Integridade dos Grãos

Quanto ao formato, os grãos podem ser classificados segundo dois critérios : arredondamento e esfericidade.

O primeiro - arredondamento - consiste na medida do desgaste das arestas dos grãos, abrandando-as e o segundo - esfericidade - está ligado à forma arredondada dos mesmos. Entretanto, de uma maneira genérica, os grãos de uma areia base são classificados em quatro grupos :

grãos angulares - possuem arestas vivas ou muito pouco desgastadas. Estes grãos proporcionam melhor anarração ao

molde;porém, com o socamento, as arestas tendem a se desgastar ou quebrar, produzindo finos e, como partículas menores,tem menor refratariedade e abaixam o ponto de sinterização da areia. Estes finos podem funcionar como "almofadas" de separação entre os grãos maiores e, como consequência, haverá uma diminuição no efeito de expansão,mas diminuindo a permeabilidade do molde.

Os grãos angulares por terem superfícies específicas relativamente maiores,necessitam de maiores quantidades de aglomerantes. Devido ao desgaste e quebra de arestas, para que possam ser aproveitados várias vezes, necessitam de um rebeneficiamento,para a eliminação do excesso de finos que se formam , o que implica em maiores custos além da diminuição da durabilidade dessas areias.

grãos redondos - suas arestas e faces são bastantes desgastadas pelos processos geológicos, adquirindo formas próximas às de esferas. Pelo seu formato,estes grãos apresentam maior rolamento e acomodação, facilitando a socagem. Dão maior colapsilidade aos machos e , por terem superfície específica menor,requerem menos aglomerantes. Por apresentarem um desgaste insignificante durante a socagem, pode-se dizer que sua permeabilidade praticamente não será afetada, inclusive apresentando maior durabilidade. Todavia, os grãos redondos tem maior tendência a expansão,por sua facilidade de compactação;como também os moldes podem apresentar menor amarração, com uma resistência mecânica consequentemente menor.

grãos sub-angulares - são os grãos de arestas já com um certo grau de desgaste, mas preservando a face e grande parte de sua forma original. Apresentam características intermediárias entre os tipos angular e redondo. Tem sido muito recomendados por não apresentarem as desvantagens anteriores com intensidade tão agravantes.

grãos agrupados - são agregados de grãos menores, que podem apresentar as formas acima citadas. Normalmente são ligados por Fe_2O_3 , mas podem apresentar também argila, calcário, etc, que possivelmente funcionam como fundentes. Estes agregados não tem resistência mecânica ao socamento, apresentando grande debilidade e dificultando o controle granulométrico. Como o esboroamento desses agregados implica num "afinamento" da areia com conseqüente diminuição de permeabilidade; é portanto, desaconselhável o uso desse tipo de areia.

A integridade dos grãos é outro aspecto a ser observado nas areias de base. Grãos de areia com trincas ou planos de fratura proeminente diminuem a durabilidade da areia, além de dificultar o controle granulométrico. Quanto a textura superficial é preciso observar que os grãos de superfície áspera e irregular são muito mais vantajosos que os de superfície lisa e polida, pela melhor aderência ao aglomerante que apresentam, conferindo maior resistência ao molde.

Como a areia de base é fundamentalmente o elemento refratário do molde, a refratariedade é muito importante, pois outras

propriedades deficientes de um molde podem ser corrigidas de diversas maneiras, fato difícil de se conseguir com areias pouco refratárias. O ponto em que a areia se sinteriza depende da temperatura de fusão e das dimensões da peça. Quando a refratariedade é insuficiente, parte da areia é sinterizada, produzindo, na peça fundida, superfícies defeituosas.

Por fim, deve-se salientar que é importante para o molde a permeabilidade da areia base seca e isenta de aglomerante. Esta propriedade é influenciada pela forma dos grãos e distribuição granulométrica.

A importância deste fator se deve a necessidade de um molde expulsar os gases que se formam pelo aquecimento da areia úmida, no vazamento. Este vapor deve ter facilidade para sair através do molde e não pelo canal de alimentação e, se possível sem que seja preciso puncioná-lo, fazendo canais de subida. Além da permeabilidade base, a umidade, teor de aglomerante, poeira recirculante, etc, influem na permeabilidade do molde, bem como o socamento.

3. Ensaios e Análises para Caracterização Tecnológica

É indispensável a caracterização tecnológica das areias para moldagem em geral e de areias-base em particular, para facilitar ao fundidor uma escolha criteriosa tanto do ponto de vista técnico como econômico. Trabalho neste sentido realizado pelo IPT apresenta os tipos e métodos de ensaios e análises de areias base, a seguir especificados

3.1 Determinação do Teor de Argila AFS

Determina a porção da areia cujas partículas tem dimensões inferiores a 0,02 mm e que, em suspensão aquosa, sedimentam com velocidade inferior a 2,5 cm/min. Este ensaio precede a análise granulométrica.

3.2 Análise Granulométrica

Consiste em separar uma amostra, isenta de argila AFS, segundo as frações granulométricas correspondentes a uma série de peneiras padronizadas. No IPT utiliza-se a mesma série adotada pela AFS, indicada na tabela abaixo :

Peneira número	Abertura nominal (mm)	nj	Sj (cm ² /g)	nj (unidades/g)
6	3,35	3	-	-
12	1,70	5	9,0	0,0045×10
20	0,85	10	17,8	0,035 ×10
30	0,595	20	31,3	0,191 ×10
40	0,42	30	44,6	0,551 ×10
50	0,30	40	62,9	1,545 ×10
70	0,21	50	88,8	4,346 ×10
100	0,15	70	126,1	12,46 ×10
140	0,105	100	178,3	35,18 ×10
200	0,074	140	253,0	100,53 ×10
270	0,053	200	356,6	281,47 ×10
prato	0,020 *	300	620,3	1482,1 ×10

(*) este valor só tem efeito para cálculo dos coeficientes S_i e n_j , pois evidentemente o prato não tem abertura nenhuma. Ocorre que obrigatoriamente os grãos contidos na amostra são maiores do que 0,020 mm pois anteriormente foi removida a "argila AFS".

A partir da distribuição granulométrica são calculados os seguintes índices :

- módulo de finura AFS : $E = \sum (g_i \cdot m_j) / E g_i$;

- superfície específica teórica : $St = E (g_i \cdot s_i) / g_i$ (cm²);

- número específico de grãos teóricos : $N = E (g_i \cdot s_i) / E g_i$;

- diâmetro representativo : $d_n = \sqrt[3]{St/N}$, em mm ;

- divergência em relação à amostra teórica com grãos de dimensão d_n : $D_n = 100 (St_r - St_r) / St_r$, em %, sendo $St_r = 22,6415/d_n^2$ (cm / g)

São os seguintes os significados destas variáveis :

g_i = quantidade, em g , de material retido na peneira i ; em todos os cálculos indicados pode-se utilizar indiferentemente a quantidade expressa em g ou em porcentagem em relação ao total;

m_i = coeficientes arbitrários definidos pela AFS. Normalmente cada coeficiente é dado por um número igual ou próximo ao da peneira anterior (tabela I);

S_i = superfície específica teórica de cada fração granulométrica, supondo os grãos esféricos, calculada por :

$$S_i = \frac{H \cdot d_{mi}^2}{\frac{H}{6} \cdot d_{mi}^3 \cdot p} = \frac{22,6415}{d_{mi}^2}, \text{ em cm}^2 / \text{g}$$

sendo :

$$d_{mi} = \frac{d_i - d_{i-1}}{2} \text{ em mm};$$

$$p = 2,65 \text{ g} / \text{cm}^3 ;$$

os valores de S_i para a série de peneiras adotadas no IPT estão mostrados na tabela I;

n_i = número específico de grãos teórico de cada fração granulométrica, supondo os grãos esféricos, calculado por :

$$n_i = \left(\frac{H}{6} \cdot d_{mi}^3 \cdot p \right)^{-1} = \frac{720,70}{d_{mi}^3}$$

para d_{mi} expressos em mm.

* Observação : esses valores também aparecem na Tabela I.

Os significados destes índices ficam evidentes, em geral, a partir das respectivas definições. Assim, o módulo de finura AFS indica, grosseiramente, o número da peneira ideal correspondente ao tamanho médio dos grãos.

A superfície específica teórica indica a área da superfície que 1 grama dos grãos de areia da amostra que exibiriam se fossem perfeitamente esféricos. O número específico de grãos teóricos

indica a quantidade total de grãos contidos em 1 grama de amostra.

O diâmetro representativo não tem propriamente um significado físico : trata-se apenas de uma relação entre St e N , expressa como dimensão de comprimento.

A divergência em relação à amostra teórica de grãos unidimensionais, de dimensão dn , é uma forma de medir a dispersão da distribuição granulométrica, exprimindo-a pela diferença em percentagem entre a superfície específica teórica calculada supondo que os grãos são unidimensionais e St .

3.3 Superfície Específica Real

É medida em um permeâmetro em que se toma o tempo de escoamento de um determinado volume de ar através de um leito com 50 gramas de areia de sílica isenta de argila AFS. Os permeâmetros para medida da superfície específica real são construídos de modo a permitir uma avaliação fácil da porosidade do leito de areia através da leitura do volume do leito. Com os valores do tempo de escoamento e do volume do leito, Sr pode ser calculada, desde que se conheça o fator de calibração do aparelho ou lida em àbaco fornecido pelo fabricante. Assim como a superfície específica teórica St , a superfície específica real Sr é expressa em cm^2 / g e a relação entre esses dois valores, Sr/St , resulta num adimensional denominado coeficiente de angularidade, que exprime o quanto a forma do grão real diverge da forma esférica. Trata-se obviamente de uma caracterização da forma dos grãos mais exata do

que a avaliação subjetiva por exame visual.

Para uma avaliação mais precisa do coeficiente de angularidade, tanto Sr como St foram determinadas sobre a mesma amostra lavada de 50 g de areia, evitando-se assim erros decorrentes de diferenças de amostragem.

3.4 Análise Química

As análises químicas que devem ser solicitadas são para SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O e K₂O.

3.5 Demanda de Ácido

Após agitação por 5 min. de uma amostra de 50 gramas de areia à qual se adicionou 50 ml de água destilada e 50 ml de solução de HCl 0,1 N, titula-se o HCl não consumido com solução de NaOH 0,1 N, até Ph 3, 4, 5 ou qualquer outro Ph pré-determinado. Os resultados são expressos em ml de HCl 0,1 N / 50 g de areia, para alcançar o Ph especificado, levando-se em conta os fatores de calibração das soluções empregadas. A demanda de ácido é um índice importante a se considerar no caso de areias a serem empregadas com resinas cuja cura seja dependente da acidez ou basicidade da mistura, como é o caso da maioria das resinas para cura a frio e caixa quente.

3.6 Permeabilidade Base

É determinada pelo processo convencional em corpo de prova de 50,8 mm de altura, formado pela compactação da areia seca, isenta de aglomerante, colocada entre duas peneiras finas, no tubo de 50,8 mm de diâmetro e compactada com tres pancadas de martetele. A permeabilidade é usualmente expressa em $\text{cm}^4 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

3.7 Expansão por Efeito de Choque Térmico

É medida em dilatômetro Dietert na temperatura de 982 C sob carga de aproximadamente $70 \text{ gf} / \text{cm}^2$ (1 psi). Nessas medidas são utilizados corpos de prova cilíndricos com $\emptyset 28,6 \times 50,8$ mm, preparados com areia aglomerada com 2 % de óleo de linhaça e 2,5 % de água e estufados por 2 h a 230 C .

4. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO

4.1 Preços e Produtos

Não existe informações disponíveis compiladas à respeito dos produtos ofertados para a industria paranaense de fundição. Quanto aos preços, os dados foram obtidos no trabalho " Consumo Mineral da Industria de Transformação do Paraná " , ora em desenvolvimento pela Gerência de Fomento e Economia Mineral da Mineropar, a seguir especificados :

04/90	FOB	800,00/t.
04/90	CIF	690,00/t.
05/90	FOB	3.300,00/t
05/90	CIF	1.840,00/t.
08/90	FOB	10.000,00/t.
08/90	CIF	4.800.00/t.

4.2 Mercado Produtor e Consumidor

Os dois maiores fornecedores deste bem mineral são de Araguaí(SC) : Mineração Veiga Ltda e Nilson Pereira. Os demais produtores e distribuidores, abaixo relacionados, abastecem o mercado com quantidades relativamente pequenas (GEFEM,1988).

Nagal Comércio e Representação Ltda - Joenville (SC)

Menom Produtos para Fundação Aciona Ltda -Guarulhos (SP)

Nilson Pereira - Araguaí - Joenville (SC)

Nela Melhoramentos de Metais Ltda - São Paulo (SP)

Mineração Veiga - Araguaí (SC)

Iguaçu Comércio de Areia Ltda - Mandirituba (PR)

Borguezan Comércio de Areia Ltda - Curitiba (PR)

Materias de Construção Santa Candida Ltda - Curitiba (PR)

Conforme dados da GEFEM (1988) cerca de 93 % da areia consumida pela industria de fundição paranaense são provenientes de Santa Catarina. O restante é fornecido pelos Estados do Paraná (5 %) e São Paulo (2 %).

As informações sobre as quantidades consumidas entre os anos de 1986 e 1989 são abaixo discriminadas :

Ano	Quantidades	%
1986	6935	-
1987	4819	(30,5)
1988	5042	4,6
1989	5431	7,7

Os números e valores acima discriminados foram obtidos nas seguintes empresas :

Fundição de Metais Ferro e Mecânica FumeglobalLtda -Londrina

Industrias Langer Ltda - Curitiba

Fundibraki Fundição Ltda - Colombo

Metalurgica Schifer - Ponta Grossa

Agroeste - Ind, de Maquinas para Madeiras Ltda - S.J. dos Pinhais

Moller Industria Metalurgica Ltda - Colombo

Muller Irmãos S/A - Curitiba

Metalpar - Ind. de Metais Paranaense Ltda - S.J. dos Pinhais

Sociedade Artema Ltda - Curitiba

ABS - Industria de Bombas Centrífugas Ltda - Curitiba

Bauger & Cia Ltda - Curitiba

Metalurgia Robert Ltda - Curitiba

Industria de Fogoes Petrycoski Ltda - Pato Branco

Metalurgica Líder Ltda - Curitiba

6. POTENCIAL GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ

A ocorrência de areias para utilização na indústria de fundição pode se manifestar em vários domínios geológicos, os quais podem ostentar distintas favorabilidades

No domínio das rochas sedimentares é que existe as maiores possibilidades de ocorrência de depósitos expressivos, face a preponderância do acúmulo de sedimentos sobre os processos erosivos, bem como a presença de sedimentos não consolidados e de arenitos com os mais variáveis graus de friabilidade.

No domínio das rochas metamórficas, os litotipos apresentam alto grau de consolidação e há maior atuação dos processos erosivos sobre os deposicionais. Deste modo, as possibilidades de ocorrência de rochas que possam produzir areias de boa qualidade são muito menores que do domínio sedimentar, ficando restritas aos afloramentos de quartzitos friáveis.

No domínio das rochas ígneas, praticamente não ocorrem grandes massas rochosas constituídas somente de quartzo, mas sim apenas bolsões e veios. Comumente, formam corpos rochosos de grande resistência e dureza, o que torna difícil a liberação de grãos por processos artificiais.

Depreende-se a partir destas premissas, que numa escala de prioridade para prospecção, os domínios mais favoráveis seriam respectivamente, o sedimentar, o metamórfico e o ígneo.

Todavia, esta forma de priorização é muito genérica e abrangente.

Uma melhor avaliação de áreas potenciais, mesmo assim em nível teórico, pode ser realizada levando-se em consideração o potencial que os domínios sedimentar e metamórfico apresentam considerando-se as características tecnológicas das areias de fundição.

Como ressaltado, quanto melhor forem as características das areias "in natura" maior será a facilidade de lavra, beneficiamento e utilização, e por consequência, a economicidade do empreendimento mineiro. Deste modo, as propriedades naturais das areias que podem ser inferidas a partir das características dos domínios citados, com vistas a uma estimativa de áreas potenciais são : granulometria, distribuição granulométrica, forma e integridade dos grãos, teor de argila AFS e pureza.

Considerando estas propriedades as seguintes considerações podem ser feitas quanto a favorabilidade do domínio metamórfico :

a) como neste domínio é comum o desenvolvimento de processos de recristalização e intercrescimento, é de se esperar que os grãos de quartzo de possíveis depósitos apresentem granulometria e distribuição granulométrica heterogênea. Da mesma forma, a superimposição desses processos podem disseminar elementos nocivos, o que diminui o grau de pureza bem como conferir formatos muito irregulares aos grãos.

b) a ocorrência de falhamentos e dobramentos neste domínio pode impor nos grãos uma baixa integridade (fraturas, planos de cisalhamento) e um maior teor de finos.

Para o ambiente sedimentar a feição mais importante que deve ser verificada na avaliação prévia destas propriedades é o ambiente formacional das areias, abaixo discutidos :

a) areias formadas em paleo-ambientes litorâneos podem produzir materiais com propriedades tecnológicas naturais favoráveis. Neste caso ,o ponto mais importante a considerar são as variações faciológicas,as quais produzem tanto depósitos muito homogêneos de grande extensão como também concentrações com intensas variações nas qualidades físicas e químicas do material.

b) areias formadas em paleo-ambientes eólicos são as mais favoráveis , pois o vento como agente de transporte promove uma seleção natural, favorecendo a ocorrência de depósitos de grande homogeneidade por grandes áreas com a maioria das propriedades acima citadas.

c) areias formadas em paleo-ambientes fluviais podem ser consideradas " a priori " desfavoráveis, face a sua imaturidade textural , granulométrica e composicional e pelas rápidas variações laterais e verticais de fácies , típicas destes ambientes deposicionais.

Apesar das maiores possibilidades de ocorrência de material de melhor qualidade " in natura " no domínio sedimentar, os trabalhos de prospeccão e pesquisa podem ser dificultados por uma série de fatores :

a) as camadas sedimentares estão em atitude horizontal ou próximo disso, possibilitando que uma formação sem interesse para a

pesquisa, recubra ou mascare a unidade de interesse por grandes áreas;

b) ocorrência de espessas camadas de solo;

c) nível freático alto ou aflorante.

Considerando as premissas acima discutidas pode-se inferir que dentre as sequências geológicas que ocorrem no Estado do Paraná, as seguintes unidades podem ser priorizadas para a verificação de potencial :

prioridade 1 - Formações Botucatu e Pirambóia;

prioridade 2 - transição Formação Ponta Grossa/Formação Furnas;

prioridade 3 - Formação Campo do Tenente (Arenito Vila Velha)

prioridade 4 - Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto

prioridade 5 - quartzitos do Pré-cambriano.

6 ANÁLISE DA OPORTUNIDADE DE INVESTIMENTO

6.1 Quanto ao Potencial Geológico

Balizado nas discussões precedentes é possível aventar a hipótese que o Estado do Paraná apresenta boas perspectivas para a ocorrência de areias para fundição. As áreas potenciais são muito extensas e aflorantes, o que aumenta em muito as chances de se localizar alvos potenciais. Vale ainda ressaltar que uma das maiores lavras de areia para fundição e com excelentes qualidades ocorrem nas Formações Pirambóia e Botucatu (Mineração Jundu, Descalvado-SP). Informações disponíveis mostram que nesta

região houve a ocorrência de uma lixiviação e retrabalhamento natural das areias por processos intempéricos, melhorando muito a sua pureza e qualidade. Estas condições no Estado do Paraná poderiam ser analisadas considerando-se áreas de afloramento dessas unidades posicionadas em blocos altos de falhas, àlías muito comuns no eixo do Arco de Ponta Grossa, o que favoreceria uma melhor percolação e saída de fluidos meteóricos. Situações similares poderiam ser encontradas na transição formações Furnas / Ponta Grossa, já que este contacto encontra-se numa extensa superfície de peneplanização.

6.2 Quanto à Areas Produtoras e Consumidoras

Como pode ser verificado na listagem das empresas consumidoras, as que maior demandam areia para fundição situam-se nas cidades de Curitiba e Ponta Grossa. O consumo atual destas empresas (dados de 1989) é da ordem de 5.000 toneladas /ano, o que dá um dispêndio da ordem de 50.000.000,00 /ano, considerando-se o preço da tonelada FOB a 10.000,00. Por outro lado , como o valor da tonelada CIF é de 4.800,00 ,ou seja, 52 % menor, é possível estimar que esta diferença refira-se ao transporte. Neste caso, como a maior quantidade fornecida é de Santa Catarina (Araguaí) distante cerca de 150 e 270 Km de Curitiba e Ponta Grossa respectivamente, uma descoberta no Estado do Paraná para que seja competitiva deve se situar nos seguintes locais :

a) para suprimento das indústrias de Curitiba um depósito somente seria viável se estiver posicionado nos sedimentos da Formação Mafra (Arenito Vila Velha) ou então na transição Furnas / Ponta Grossa, isto é, numa distância inferior a 100 Km. Quartzitos do Pré- Cambriano , desde que próximos de Curitiba e com boa qualidade e friabilidade também seriam alvos interessantes.

b) para suprimento das indústrias situadas em Ponta Grossa possíveis depósitos posicionados nas formações Pirambóia /Botucatu seriam viabilizados. Para o caso da detecção de jazimentos na Formação Mafra e na transição das Formações Furnas e Ponta Grossa as condições seriam excelentes.

Mesmo assim, e para ambos os casos deve ser realizado uma estimativa de custos para o aproveitamento de possíveis depósitos nas áreas consideradas ,para verificação da viabilidade do empreendimento face a demanda atual.

Vale ainda ressaltar que na cidade de Ponta Grossa deverá ser instalada uma grande indústria de fundição (Geólogo Luciano, informação verbal) que deve demandar uma grande quantidade deste bem mineral, cerca de 2.000 toneladas/mês, o que seria uma ótima oportunidade de investimento. Esta informação deve ser corretamente confirmada para tomada de decisão na implementação de algum trabalho de prospecção. Da mesma forma , a Mineropar deve manter contatos com esta Empresa (IMPAR) para verificar o interesse de uma possível associação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Marioto, C. L. - 1981 - **Caracterização de Areias Silicosas para Emprego em Moldagem** XXXVI Congresso Anual da ABM. Contribuição Técnica No 1657. Recife.PE. p.143 -148.

Mineropar - 1988 - **Consumo Mineral na Indústria de Transformação**. Gerência de Fomento e Economia Mineral - GEFEM. 385 p..

Nava,N. - 1979 - **Areia Base para Moldagem** .São Paulo. Fundação e Matérias-Primas.abril/79 .p. 34-37.

Nava,N. - 1986 - **Areia - Pesquisa Geológica e Utilização Industrial**.São Paulo. Mineração e Metalurgia No 477.junho/86 p. 06 - 11.

Papavero Fo, J. - **Manual Técnico de Areias** Sociedade Técnica para Areias de Fundação Ltda. 07 p.