

CONVITE Nº 06/2012 – PROCESSO Nº 3751/2012

**AGREGADOS MINERAIS PARA OBRAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL E INFRAESTRUTURA NAS
PRINCIPAIS REGIÕES METROPOLITANAS DO BRASIL:
DIAGNÓSTICO E CENÁRIOS DA CADEIA PRODUTIVA,
COM SEUS DESAFIOS E OPORTUNIDADES**

Brasília, Dezembro de 2012

Relatório Técnico 01

ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DE AGREGADOS MINERAIS PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DE INFRAESTRUTURA

Produto 01 referente à Etapa 3 da prestação dos serviços: Entrega dos produtos com os devidos ajustes compilados nas Oficinas e no Seminário Nacional de Validação do(s) Relatório(s).

ELABORAÇÃO E COMPILAÇÃO: Inventta Consultoria

REVISÃO TÉCNICA: Prof. Dr. Hildebrando Herrmann

Sumário

1. Estrutura do mercado produtor nacional	8
1.1 Introdução	8
1.2 Nível de concentração da produção e das empresas	9
1.3 Estrutura de mercado	12
1.4 Preço de mercado por tipo de produto e por região	14
1.5 Origens dos insumos	16
1.6 Quantificação da mão-de-obra empregada e dos empreendimentos do setor	17
1.7 Grau de cooperação com outros agentes da cadeia	17
1.8 Grau de formalização da atividade produtiva	17
1.9 Aspectos socioeconômicos e de infraestrutura e logística das principais regiões produtoras	18
2. Centros produtores e distribuição das grandes obras	22
3. Produção e processo produtivo	25
3.1 Tipos de produtos	25
3.2 Destino da produção e aplicações	26
3.3 Produção por segmento e sua evolução e projeção, com estimativa de investimentos requeridos para o aumento da produção	28
3.4 Análise dos fatores que limitam investimentos no setor	31
3.5 Sistemas de produção utilizados	32
a. Areia	32
b. Brita	34
3.6 Consumo de matérias-primas minerais e subprodutos	36
3.7 Principais desafios enfrentados pela produção	37
4. Consumo	38
4.1 Principais usos do produto, evolução e projeção do consumo interno	38
5. Perfil empresarial	39
5.1 Adesão a normas de qualidade do produto	39
5.2 Nível de formalização dos empreendedores	40
5.3 Sistemas de qualidade	40
5.4 Investimentos e endividamento	41
5.5 Capacitação de mão-de-obra	41
5.6 Canais de distribuição	42
5.7 Identificação dos entraves à formalização da atividade produtiva	43
6. Características tecnológicas dos produtos	43
6.1 Qualificação tecnológica dos insumos minerais produzidos e do padrão tecnológico da produção no país	43
a. AREIA	43

b. BRITA	45
6.2 Prospecção sobre inovações tecnológicas	47
6.3 Principais obstáculos e tendências.	47
7. Planos de ordenamento territorial	47
8. Aspectos jurídico-institucionais	49
8.1. Compensação Financeira	52
9. Bibliografia	55

Figuras:

Figura 1 – Cadeia de agregados	13
Figura 2- Mapa das obras do PAC 2	23
Figura 3 - Eixo Transporte: Resumo das obras	24
Figura 4 - Eixo Energia: Resumo das Obras.....	24
Figura 5 - Cidades-sede da Copa de 2014	25
Figura 6 - Distribuição da produção de areia e brita por região em 2009	29
Figura 7 - Principais Agregados Alternativos	Error! Bookmark not defined.

Gráficos:

Gráfico 1 - Distribuição do porte das minas brasileiras (2006)	9
Gráfico 2 - Porcentagem de empresas produtoras de areia e brita por quantidade produzida	10
Gráfico 4 – Preço pedra britada nº 1 ou 19 mm - posto pedreira / fornecedor (sem frete) M³ - Agosto/2012	14
Gráfico 5 - Preço médio dos principais Agregados em Boa Vista (RR)–R\$/m³	15
Gráfico 6 - Preço médio dos principais agregados em São Paulo (SP)–R\$/m³	15
Gráfico 7 – Condições de pavimentação das vias com jurisdição federal	20
Gráfico 8 – Condições de pavimentação das vias com jurisdição estadual (incluindo estadual coincidente)	21
Gráfico 9 - Indicador do Estado Geral das principais rodovias do País	22
Gráfico 14 – Composição do Concreto	27
Gráfico 15 - Produção de agregados total e por segmento (milhões de toneladas)	28

Tabelas:

Tabela 1 – Minas brasileiras classificadas pela produção bruta, rum-of-mine, ton/ano	9
Tabela 2 - Distribuição percentual da produção comercializada de areia por empresa e UF (em 2009)	10
Tabela 3 - Distribuição percentual da produção comercializada de rocha britada por empresa e UF (em 2009).....	11
Tabela 4 – Dados sobre uso de agregados no Brasil	13
Tabela 5 – Principais tipos de rochas das quais podem ser produzidos agregados minerais	16
Tabela 6 – Análise dos estados brasileiros	18
Tabela 7 – Extensão e avaliação das rodovias brasileiras	21
Tabela 8 – Especificação dos tipos de areia	25
Tabela 9 – Especificação dos tipos de brita	26
Tabela 10 – Principais segmentos de consumo de agregados	27
Tabela 11 – Consumo de agregados nas regiões brasileiras em 2010 e 2011	29
Tabela 12 - Produção de brita da região metropolitana de São Paulo no período de 2002 a 2011	30
Tabela 13 – Projeção da produção de areia segundo diversos cenários do PIB	30
Tabela 14 - Projeção da produção de brita segundo diversos cenários do PIB	30
Tabela 15 – Projeção para produção de Areia e Brita até 2022.....	31
Tabela 16 – Projeção de Consumo de areia e brita até 2022	39
Tabela 17 – Ensaios utilizados na caracterização tecnológica dos agregados para construção civil	40
Tabela 18 – Estimativa de consumo de Agregados Minerais até 2030.....	42

1. Estrutura do mercado produtor nacional

1.1 Introdução

O termo “agregados para a construção civil” é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada, granular, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades de uso imediato na indústria da construção civil. Os agregados, mais precisamente, areia e brita, prestam-se para atender demandas significativas da sociedade moderna, especialmente: construção de casas, de indústrias, no saneamento, na construção de rodovias, de ferrovias de portos, de aeroportos, na pavimentação, etc.

Constituem setor peculiar da mineração por estabelecerem forte elo com as áreas urbanas, sendo o mercado brasileiro destes produtos atendido por uma ampla e diversificada gama de produtores. Na própria Região Metropolitana de SP e na Região Metropolitana do RJ, segundo La Serna (2011), existem cerca de 35 e 30 pedreiras, respectivamente e dezenas de portos de areia, evidenciando a presença da mineração em áreas de grandes densidades urbanas. Além disso, é um setor da mineração que necessita operar com o dinamismo que caracteriza toda a cadeia da construção civil, sendo o ciclo de produção e entrega para consumo um dos mais curtos dentre todos os bens minerais.

Suas principais características, segundo Ferreira (2009) podem resumidamente ser elencadas como segue: 1) menor preço unitário; 2) grande número de ocorrências; 3) proximidade das jazidas aos mercados consumidores; 4) grande volume de produção; 5) pesquisa geológica simples, com baixa incorporação de tecnologias; 6) mercado quase exclusivamente regional.

A Norma ABNT NBR 7211:2005 apresenta as definições das ABNT NBR NM 66 e ABNT NBR 9935, que define os agregados segundo sua granulometria:

- Agregado Miúdo: Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μ m, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1.
- Agregado Graúdo: Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1.

As rochas mais usadas para a produção de pedra britada, segundo Frazão (2007) são: Granitos, Sienitos, Monzonitos, Dioritos, Gabros, Diabásios e Basaltos, Gnaisses, Arenitos, Quartzitos, Calcários e Materiais Lateríticos.

Os agregados são considerados basicamente areia (agregado miúdo) e pedra britada (agregado graúdo), e são as substâncias minerais mais consumidas no mundo. Estima-se, segundo IBRAM (2012), que no Brasil existam 2.500 empresas produtoras de areia e 600 empresas produtoras de brita.

O estado de São Paulo é o principal produtor e consumidor de agregados. Segundo a ANEPAC, atualmente são cerca de 900 portos de areia e 350 pedreiras no Estado de São Paulo, que se configuram em cerca de 6 mercados.

1.2 Nível de concentração da produção e das empresas

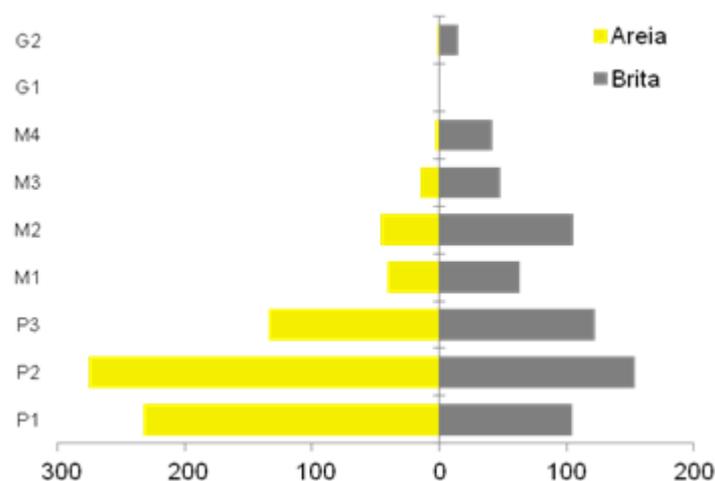
Na produção de agregados numericamente predominam as minas de pequeno porte. No caso da produção de areia, minas de pequeno porte tem significativa relevância. Segundo o documento Universo Mineração Brasileira (Neves e Silva, 2007), que consolida as lavras registradas, em 2006 a produção de areia estava representada por 745 minas, das quais 641 são classificadas como de pequeno porte, e a produção de rochas britadas e cascalho por 654 minas, das quais 380 são consideradas de pequeno porte. O modo como as minas são classificadas e a sua distribuição, segundo porte, no ano de 2006 (último universo da mineração brasileira realizado pelo governo federal), podem ser observados abaixo:

Tabela 1 – Minas brasileiras classificadas pela produção bruta, rum-of-mine, ton/ano

Portes das minas	Classes	Maior que	Menor ou igual a
Grandes	G2	3.000.000	
	G1	1.000.000	3.000.000
Médias	M4	500.000	1.000.000
	M3	300.000	500.000
	M2	150.000	300.000
	M1	100.000	150.000
Pequenas	P3	50.000	100.000
	P2	20.000	50.000
	P1	10.000	20.000

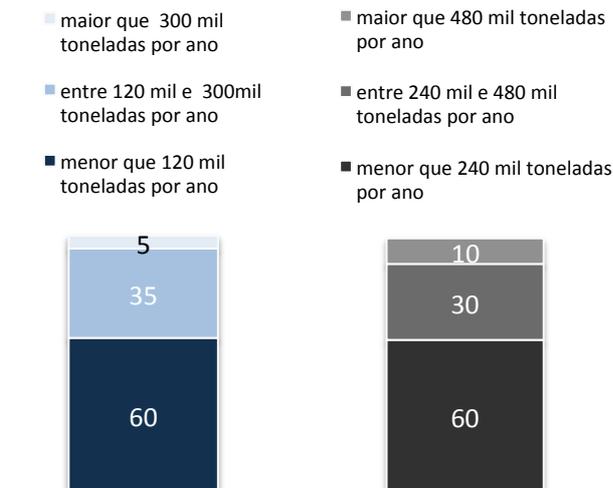
Fonte: DNPM (2007)

Gráfico 1 - Distribuição do porte das minas brasileiras (2006)



Fonte: Adaptado de DNPM (2007). Elaboração Inventta

Gráfico 2 - Porcentagem de empresas produtoras de areia e brita por quantidade produzida



Fonte: ANEPAC

As principais empresas produtoras de rocha britada em 2006, ainda segundo o documento Universo da Mineração Brasileira, estão situadas em São Paulo, destacando-se a Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda e a Embu S/A Engenharia e Comércio. Também entre as grandes empresas produtoras de rocha britada figura a HOLCIM S.A., com ativos em São Paulo e Rio de Janeiro até aquele ano, e do mesmo modo ligada a um grupo cimenteiro. As empresas mais significativas de produção de Areia, no ano de 2006, foram a Itaquareia Indústria Extrativa de Minérios e a Pirâmide Extração e Comércio de Areia Ltda., em São Paulo; e, no Rio Grande do Sul, SOMAR-Sociedade Mineradora Ltda. e SMARJA Sociedade dos Mineradores de Areia do Rio Jacuí.

Devido à existência de micromercados regionalizados, e às características que levaram às suas criações, a distribuição da produção e agregados é alta, comparada com outros setores da mineração. A distribuição percentual das principais empresas produtoras de areia e brita no ano de 2009 pode ser observada abaixo:

Tabela 2 - Distribuição percentual da produção comercializada de areia por empresa e UF (em 2009)

Nº	Areias - Empresas	Local da Comercialização (1)	Participação Nacional - 2009 (2)
1	ITAQUAREIA INDÚSTRIA EXTRATIVA DE MINÉRIOS LTDA.	SP	6,24%
2	PIRÂMIDE EXTRAÇÃO E COMÉRCIO DE AREIA LTDA.	SP	2,01%
3	SOMAR - SOCIEDADE MINERADORA LTDA.	RS	1,97%
4	MINERAÇÃO DE AREIA PARAÍBA DO SUL LTDA	SP	1,57%
5	ARO MINERAÇÃO LTDA	RS	1,46%
6	SOCIEDADE DOS MINERADORES DE AREIA DO RIO JACUÍ LTDA - SMARJA	RS	1,41%
7	ROSEIRA EXTRAÇÃO E COMÉRCIO DE AREIA E PEDRA LTDA	SP	1,25%
8	LEMONS CONSTRUÇÕES TRANSPORTES DE AREIA E CASCALHO LTDA	GO	1,24%

9	PARAÍSO EXTRAÇÃO E COMÉRCIO DE AREIA LTDA - ME	SP	1,23%
10	G.R. EXTRAÇÃO DE AREIA E TRANSPORTS RODOVIÁRIOS LTDA	GO, PR, SC	0,95%
TOTAL			19,33%

Notas: (1) Unidade da Federação onde ocorreu a comercialização e/ou consumo da produção bruta e/ou beneficiada; (2) Participação percentual da empresa no valor total da comercialização Nacional declarada

Fonte: DNPM (2010)

Tabela 3 - Distribuição percentual da produção comercializada de rocha britada por empresa e UF (em 2009)

Nº	Rocha Britada - Empresas	Local da Comercialização (1)	Participação Nacional - 2009 (2)
1	BASALTO PEDREIRA E PAVIMENTAÇÃO LTDA	PR,SP	8,49%
2	EMBU S/A ENGENHARIA E COMERCIO	SP	6,28%
3	VOTORANTIM CIMENTOS BRASIL S.A.	MS, SC, SP	3,16%
4	SERVENG - CIVILSAN S/A EMPRESAS ASSOCIADAS DE ENGENHARIA	MA, SP	2,87%
5	PAUPEDRA-PEDREIRAS, PAVIMENTAÇÕES E CONSTRUÇÕES LTDA	SP	2,17%
6	IUDICE MINERAÇÃO LTDA	SP	1,86%
7	HOLCIM (BRASIL) S. A.	RJ, SP	1,51%
8	MINERADORA PEDRIX LTDA	SP	1,46%
9	PEDREIRA SARGON LTDA	SP	1,35%
10	CONSTRUTORA JÚLIO & JÚLIO LTDA	SP	1,24%
TOTAL			30,39%

Notas: (1) Unidade da Federação onde ocorreu a comercialização e/ou consumo da produção bruta e/ou beneficiada; (2) Participação percentual da empresa no valor total da comercialização Nacional declarada

Fonte: DNPM (2010)

O setor de agregados, como de resto ocorre em alguns setores da indústria mineral, é marcado por informações subestimadas das quantidades produzidas, das quantidades comercializadas e dos preços praticados. Até o fim da década de 90, os RALs (Relatórios Anuais de Lavra) das áreas autorizadas por Registros de Licença não eram incorporados a estas estatísticas, apesar deste ter sido, ao longo do tempo, o regime predominante na regularização das áreas produtoras. Pesquisa do 3º Distrito do DNPM, na década de 70, revelou erro de mais de 90% na produção de areia, hoje razoavelmente corrigido.

Em dezembro de 2007, segundo La Serna e Rezende (2009), havia mais de sete mil licenciamentos ativos no país para aproveitamento desses bens minerais (exploração de lavras), sendo que o Rio Grande do Sul e Minas Gerais contavam cada um, com mais de mil títulos (licenciamentos) ativos. Ainda segundo os autores, três mil dessas autorizações (licenciamentos ativos) destinavam-se à produção de areia e algo em torno de 800 concessões de lavra da substância areia pelo regime de autorizações e concessões.

As reservas nacionais podem ser consideradas abundantes, mas o acesso a elas depende de fatores como legislação socioambiental restritiva, legislação mineral instável, expansão urbana

desorganizada que pode avançar sobre jazidas em processo de regularização junto ao Ministério de Minas e Energia (MME) e, principalmente, a distância entre produção e consumo. Uma jazida, ainda que de boa qualidade, localizada muito distante do mercado consumidor não tem significado para aproveitamento econômico.

Considera-se que, para a maior parte das regiões, as jazidas localizadas fora de um raio de mais ou menos 150 km do mercado consumidor, podem se tornar inviáveis economicamente. Como os custos de transporte, incluindo o valor do pedágio em algumas regiões do País, inviabilizam o comércio entre grandes distâncias, os mercados para os quais cada mina pode destinar sua produção ficam limitados. Nesse caso, a escala de produção fica restrita aos volumes compatíveis com o que cada mercado regional pode absorver.

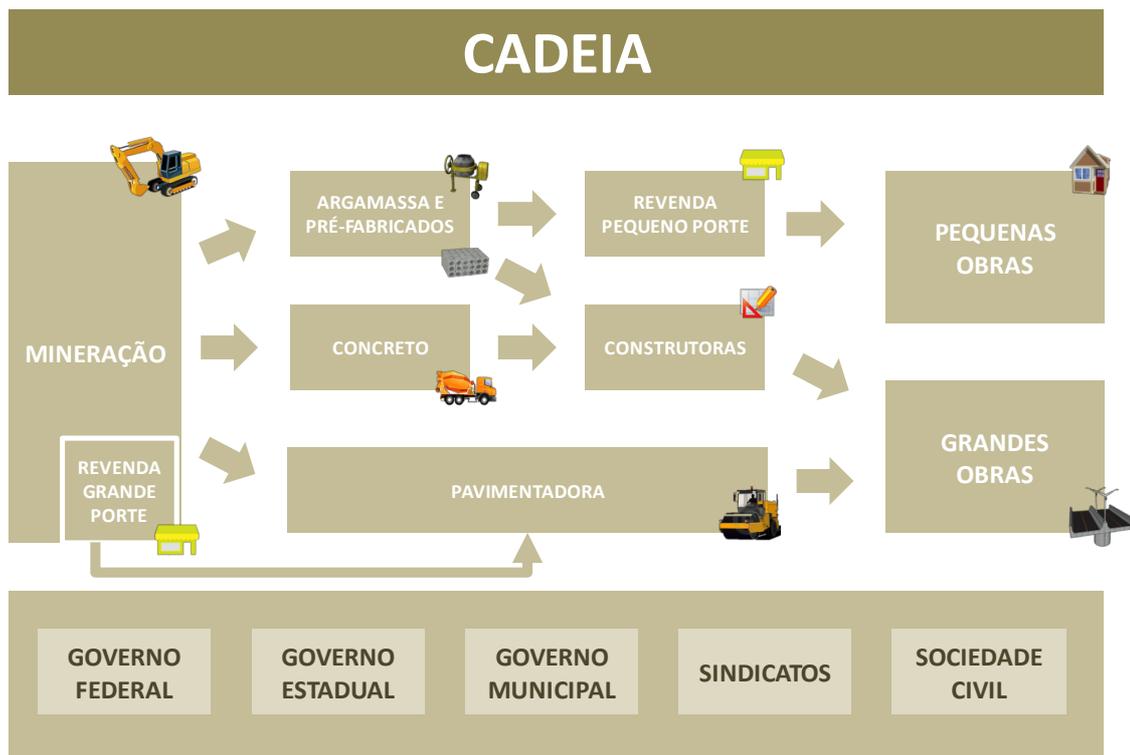
Por outro lado, um grande problema relativo à análise da produção de agregados é a falta de uma base estatística confiável, quer por problemas ocorridos na própria elaboração, algumas vezes irregular, quer pela falta de confiabilidade dos dados fornecidos por algumas empresas no preenchimento dos seus relatórios anuais.

1.3 Estrutura de mercado

O primeiro elo da cadeia produtiva de agregados para construção civil encontra-se na fase extrativa, onde as mineradoras são responsáveis pela exploração da pedra britada e da areia. A produção das mineradoras destina-se, numa escala que vai da mais alta demanda à maior expressão econômica, à produção de concretos hidráulicos, a lastro de ferrovias, a pavimentos betuminosos, a enrocamento, à produção de argamassas, etc.

A produção de agregados ou é usada pelas próprias mineradoras na fabricação de concreto ou é vendida pelas mineradoras principalmente para revendedoras de grande porte, concreteiras, produtoras de pré-fabricados, pavimentadoras, e para produtoras de argamassas. Os outros elos da cadeia são as revendas de pequeno porte, que abastecem as pequenas obras, e as construtoras que abastecem o mercado de pequenas obras. A cadeia produtiva dos agregados pode ser observada na figura abaixo:

Figura 1 – Cadeia de agregados



Fonte: Análise Inventta

Uma tendência de estruturação de mercado é a verticalização das empresas. Grandes cimenteiras e concreteiras como Holcim, Lafarge, Polimix, Grupo Estrutural e Votorantim estão adquirindo empresas de produção de areia e/ou brita ou requerendo tais substâncias para suprir suas demandas na fabricação de concreto, ou, ainda, comprando ou arrendando títulos minerários de empresas concessionários ou licenciadas. Outra tendência de estrutura de mercado é a formação de blocolândias em torno de pedreiras para a utilização do pó de pedra para a construção de blocos. Porém esse arranjo só ocorre em torno de pedreiras muito grandes, onde a produção de pó de pedra (subproduto da produção de brita, que é utilizado como insumo para produção de blocos) é grande o suficiente para justificar o investimento da instalação de uma indústria.

Segundo dados da FIPE, disponibilizados no site da ANEPAC, temos no Brasil que:

Tabela 4 – Dados sobre uso de agregados no Brasil

Unidades de Auto-construção de até 35 m ²	21 t de agregados
Habitações populares de 50 m ²	68 t de agregados;
Manutenção de vias municipais	100 t/km
Estradas	3 mil t/km
Pavimentação urbana	varia de 0,116 m ³ /m ² a 0,326 m ³ /m ²
Escola de 1.200 m ²	1000 m ³ de agregados (1.680 t)

Fonte: Adaptado de ANEPAC. Elaboração Inventta.

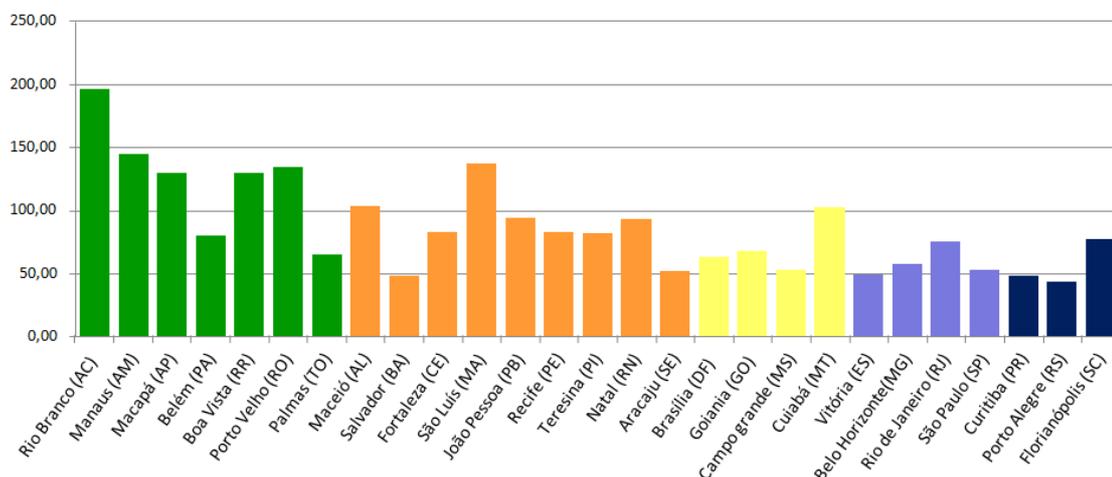
O setor de agregados está subordinado em grande medida ao Governo Federal, que atua por meio do Ministério de Minas e Energia e de sua autarquia DNPM, na outorga de títulos minerários de sua

competência (autorização de pesquisa ou concessão de lavra) ou no registro daqueles emitidos pelas prefeituras municipais, na fiscalização do exercício da atividade, na cobrança dos royalties específicos, na aplicação das sanções de sua atribuição, na declaração de áreas disponíveis e da seleção das empresas que se habilitaram ao edital de disponibilidade, dentre outros. O Governo Estadual ou o IBAMA são responsáveis pela outorga de licenças ambientais específicas para atividades de impactos locais, regionais, nacionais ou interestaduais, respectivamente. Aos municípios cabe editar leis sobre uso e ocupação do solo municipal, fiscalizar a atuação das mineradoras e fornecer estudos técnicos ambientais para Estados e IBAMA, dependendo da competência de um ou de outro na tarefa licenciadora. Sindicatos, Associações Profissionais, Conselhos Municipais e Estaduais e Sociedade Civil atuam como fiscais dos órgãos públicos referenciados. Por fim, vale ressaltar a atuação da ABNT, que institui as normas técnicas com vistas à padronização, ainda incipiente, do setor.

1.4 Preço de mercado por tipo de produto e por região

Os preços dos agregados para construção civil, diferentemente de alguns produtos da indústria mineral, apresentam a peculiaridade de serem determinados localmente, ou seja, em cada um dos micromercados regionalizados. Isso se deve ao baixo valor unitário desses produtos, vis a vis com as despesas do seu transporte a médias e longas distâncias. Exceção é o Estado do Acre, que por não ter jazida de rocha dura, importa de Rondônia a brita que utiliza na construção civil.

Gráfico 3 – Preço pedra britada nº 1 ou 19 mm - posto pedreira / fornecedor (sem frete) M³ - Agosto/2012

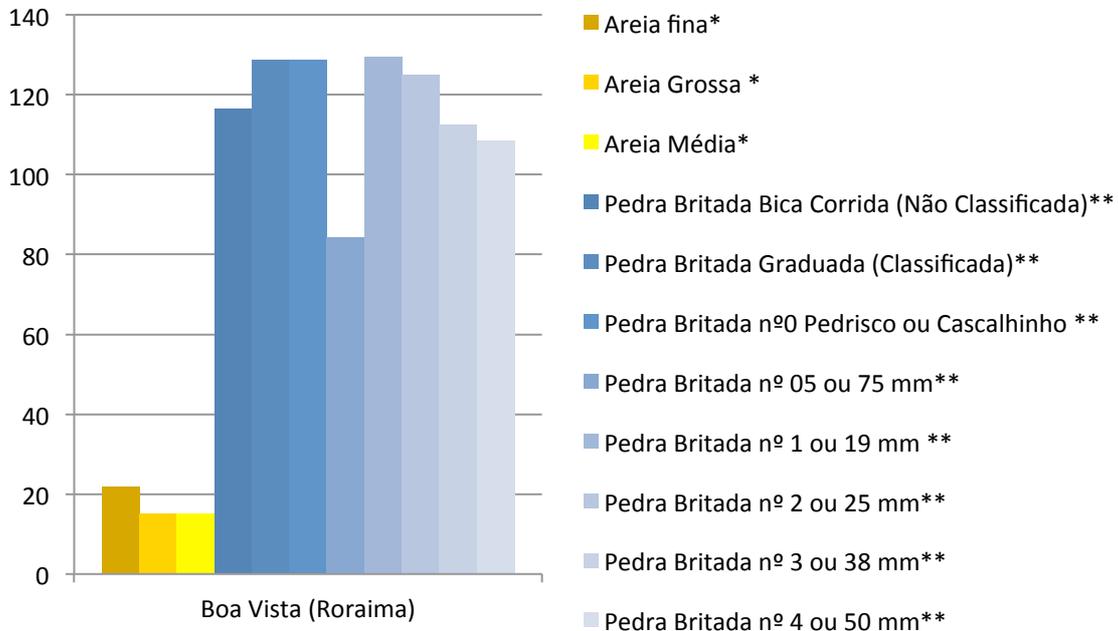


Fonte: Adaptado de SINAPI. Elaboração Inventta

A grande quantidade de ocorrências e empreendimentos, bem como o fato de os produtos serem razoavelmente homogêneos, criam as condições para que a concorrência dentro dos mercados regionais consiga manter tanto grande, como pequenos empresários em condições concorrenciais. A implicação disso é que as forças que mais atuam para a formação dos preços é o estado da demanda e a capacidade do parque produtor em atendê-la num dado período.

A diferença de preço para o mesmo produto pode chegar a grandes valores, como por exemplo, a diferença entre o preço da areia média em São Paulo e Boa Vista chegou a mais de 500% em Agosto de 2012, como apresentado nas figuras a seguir:

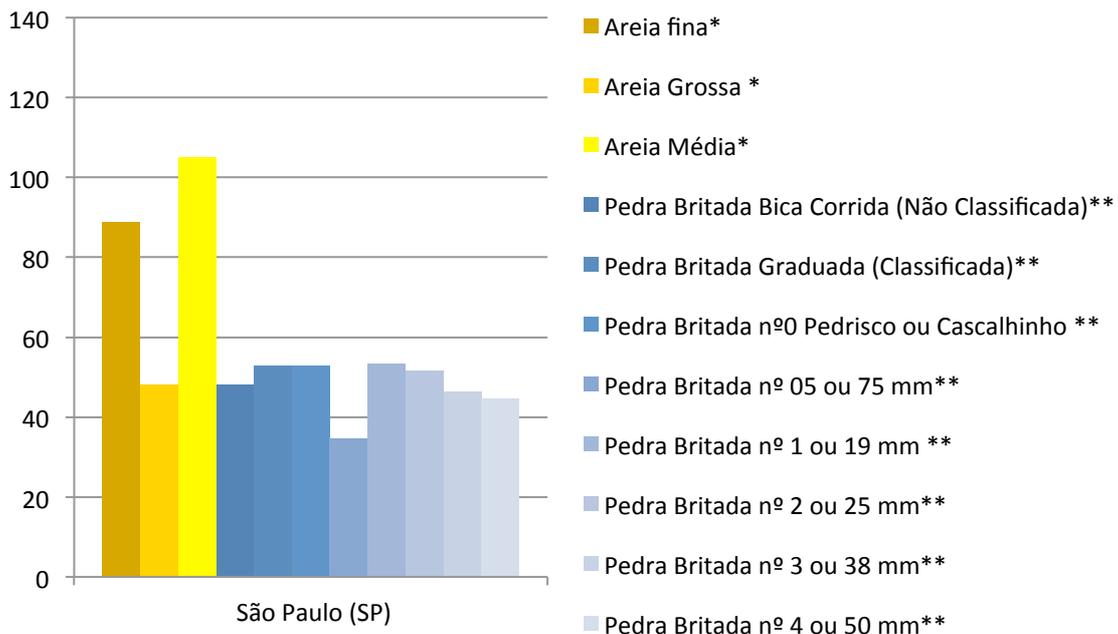
Gráfico 4 - Preço médio dos principais Agregados em Boa Vista (RR)–R\$/m³



* Posto Jazida/Fornecedor (sem frete) ** Posto Pedreira/Fornecedor (sem frete)

Fonte: Adaptado de SINAPI. Elaboração Inventta

Gráfico 5 - Preço médio dos principais agregados em São Paulo (SP)–R\$/m³



* Posto Jazida/Fornecedor (sem frete) ** Posto Pedreira/Fornecedor (sem frete)

Fonte: Adaptado de SINAPI. Elaboração Inventta

No setor de agregados minerais, um fator relevante no custo é o transporte, que em média representa entre 1/3 a 2/3 do valor. A tecnologia, por outro lado, não um item tão relevante na estrutura de custos de uma empresa, uma vez que é baixa a intensidade tecnológica da mineração. Por fim, devemos considerar também, na composição do custo, as diferenças salariais da mão de obra utilizada na atividade.

Nas capitais menos populosas, onde o setor privado de construção civil não é tão representativo, o preço é muito influenciado pelas obras públicas e programas de melhorias na infraestrutura implementados pelos governos que se sucedem a cada 4 anos. A trajetória da tendência dos preços pode mudar de altista para estabilidade em curto período de meses.

1.5 Origens dos insumos

Areia é definida, segundo La Serna e Rezende (2009), como o material granular de dimensões entre 4,8mm e 0,075mm, enquanto que o pedregulho e cascalho, segundo os autores, são materiais naturais, em estado solto, provenientes da fragmentação das rochas e que têm dimensões entre 100mm e 4,8mm. Quando elas apresentam formas arredondadas, são denominados de seixos.

Como nos mostra La Serna e Rezende (2009), esses agregados podem ser obtidos de materiais rochosos variados, consolidados ou granulares, fragmentados naturalmente ou por processo industrial. De maneira geral, os agregados são obtidos de rochas sedimentares como arenitos e siltitos; metamórficas como os quartzitos, calcários e gnaisses; ígneas como o granito, sienitos, basaltos e diabásios. A seguir, detalharemos um pouco mais alguns desses tipos de rochas.

Tabela 5 – Principais tipos de rochas das quais podem ser produzidos agregados minerais

ARENITOS	Constituídos por grãos de quartzo a partir de uma matriz argilosa ou siltosa, aglomerados por sílica amorfa, óxidos de ferro ou carbonatos, sendo que os ferruginosos são os menos resistentes. Somente os arenitos silicosos se prestam como rocha britada, mas a sílica presente pode reagir com os álcalis do cimento Portland ou causar má adesividade a ligantes betuminosos
SILTITOS	Arenitos de grãos extremamente finos, formados de silt, ou seja, depósitos de lama e sedimentos muito finos
QUARTIZITOS	Arenitos metamorfizados em que o cimento que ligava os grãos de areia e que também eram de sílica se recristalizou. Podem apresentar micas ou feldspatos como acessórios comuns
CALCÁRIOS	Podem ter origem metamórfica ou sedimentar com composição mineralógica principalmente calcítica (cálcio) ou secundariamente dolomítica (magnésio). De origem metamórfica são mais resistentes mecanicamente, mas com dureza inferior aos silicatos. Apresentam boas propriedades como pedra britada para concreto hidráulico, mas sua baixa dureza não os credencia para uso como revestimento betuminoso em rodovias
GNAISSES	São também rochas metamórficas com composição variada, dependendo da rocha original, podem ser gnaisses graníticos, gnaisses dioríticos e gnaisses sieníticos
GRANITOS	São rochas plutônicas ácidas constituídas por cristais de feldspatos potássicos, plagioclásio, quartzo e mica. Há variedades de granitos. Podem apresentar

	coloração avermelhada, cinza, amarela e rosada, entre outras. Têm resistência mecânica relativamente alta e pequena alterabilidade, são, portanto muito adequados para uso como pedra britada
SIENITOS	São rochas hipoabissais constituídas por feldspatos potássicos, o quartzo raramente atinge mais que 5% da composição desta rocha para uso como rochas britadas, têm características semelhantes aos granitos
BASALTOS E DIABÁSIOS	São compostos principalmente de plagioclásio e piroxênios, podem estar presentes a olivina ou anfibólio. São rochas básicas. Têm alta resistência mecânica. Caso ocorra sílica amorfa na sua composição, poderá gerar reações com álcalis do cimento Portland e ter adesividade insatisfatória a ligantes betuminosos. Para uso como pedra britada têm boas propriedades físicas e mecânicas, mas apresentam características indesejáveis como fragmentos achatados e angulosos nas frações mais finas

Fonte: Adaptado de La Serna e Rezende (2009). Elaboração Inventta.

1.6 Quantificação da mão-de-obra empregada e dos empreendimentos do setor

O setor produtor de areia emprega cerca de 47 mil empregados direto e mais de 150 mil indiretos em cerca de 2.500 empresas, que em sua maioria são de pequeno porte e familiar. Já o setor de brita, as cerca de 600 empresas que compõem o setor emprega diretamente cerca de 21 mil pessoas e mais de 100 mil indiretamente. De modo geral, a mão de obra tem qualificação baixa, sendo, na maioria das vezes, formada dentro da própria empresa, com a experiência sendo passada pelos funcionários mais velhos.

1.7 Grau de cooperação com outros agentes da cadeia

A qualidade dos agregados que é de certa forma homogênea entre os concorrentes e a existência de uma alta demanda do produto acarretam um padrão de concorrência mais voltado à eficiência nos custos, com baixo grau de cooperação entre os agentes da cadeia. As estratégias mais adotadas são redução no custo de transporte e nos métodos operacionais, ou adoção de arranjos organizacionais que reduzam custos de processos internos, como fusões e aquisições.

Apesar da importância de aglomerações e cooperação entre empresas do setor, ela ocorre de forma informal entre micro e pequenas empresas, tendo em vista que até o momento apenas um APL de agregados foi reconhecido pelo Ministério de Minas e energia, o APL de areia de Piranema. Embora os APLs sejam, teoricamente interessantes, na prática dos agregados os arranjos são pouco praticados. Sua viabilidade dependerá da dimensão da cadeia produtiva.

1.8 Grau de formalização da atividade produtiva

O setor de agregados conta com grande índice de informalidade, principalmente para empresas de produção de areia. Os principais fatores que motivam isso são (a) a pequena vida útil de maior parte dos empreendimentos, (b) o baixo valor dos equipamentos necessários à sua extração e (c) a baixa demanda de inovações tecnológicas necessárias à sua viabilização, a não ser no caso de fontes alternativas à sua produção: argilas expandidas, escórias de alto forno, areia de britagem de

rochas (pó de pedra) e resíduos de construção e demolição. Para empresas produtoras de brita, a formalização é maior devido, devido, entre outros, ao alto custo dos equipamentos e ao maior tempo de duração de uma jazida, o que motiva o investimento necessário para a saída da informalidade.

1.9 Aspectos socioeconômicos e de infraestrutura e logística das principais regiões produtoras.

Abaixo, mostraremos relevantes aspectos sócio-econômicos dos estados brasileiros.

Tabela 6 – Análise dos estados brasileiros

São Paulo (2010)		
População 2010	11.253.503	Habitantes
Área da unidade territorial *	1523,278	(Km ²)
Densidade demográfica	7387,69	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	4,5	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	548.047	Unidades

Rio de Janeiro (2010)		
População 2010	6.320.446	Habitantes
Área da unidade territorial *	1200,279	(Km ²)
Densidade demográfica	5265,81	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	4,4	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	188.399	Unidades

Belo Horizonte (2010)		
População 2010	2.375.151	Habitantes
Área da unidade territorial *	331,4	(Km ²)
Densidade demográfica	7167,02	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,6	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	106.050	Unidades

Salvador (2010)		
População 2010	2.675.656	Habitantes
Área da unidade territorial *	693,292	(Km ²)
Densidade demográfica	3.859,35	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,5	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	58.921	Unidades

Curitiba (2010)		
População 2010	1.751.907	Habitantes
Área da unidade territorial *	435,274	(Km ²)
Densidade demográfica	4.024,84	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,9	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	97.994	Unidades

Porto Alegre (2010)		
População 2010	1.409.351	Habitantes
Área da unidade territorial *	496,684	(Km ²)
Densidade demográfica	2.837,52	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	4,2	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	89.262	Unidades

Recife (2010)		
População 2010	1.537.704	Habitantes
Área da unidade territorial *	218,498	(Km ²)
Densidade demográfica	7.037,61	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,3	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	41.071	Unidades

Goiania (2010)		
População 2010	1.302.001	Habitantes
Área da unidade territorial *	732,801	(Km ²)
Densidade demográfica	1.776,75	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,2	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	53.286	Unidades

Brasília (2010)		
População 2010	2.570.160	Habitantes
Área da unidade territorial *	5.787,78	(Km ²)
Densidade demográfica	444,07	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	6,5	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	89.857	Unidades

Campo Grande (2010)		
População 2010	786.797	Habitantes
Área da unidade territorial *	8.092,97	(Km ²)
Densidade demográfica	97,22	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,6	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	22.743	Unidades

Belém		
População 2010	1.393.399	Habitantes
Área da unidade territorial *	1.059,40	(Km ²)
Densidade demográfica	1.315,27	(hab/Km ²)
Salário médio mensal	3,5	Salários Mínimos
Número de empresas atuantes	19.105	Unidades

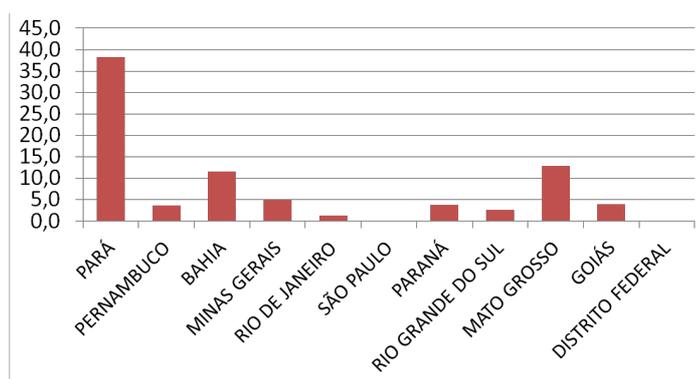
Fonte: IBGE

O sistema de Viação das maiores regiões produtoras de agregados do país, (localizadas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Goiás-Brasília, Mato Grosso e Pará) têm um total de 1.129.165,6 km de extensão, considerando-se, nestes casos, as rodovias de jurisdição federal, estadual, e municipal, pavimentadas e não pavimentadas. Esse número corresponde a cerca de 67% do sistema viário total existente no País, segundo Rede Rodoviária do PNV, atualizado em Julho de 2012.

Os Estados com maior malha rodoviária são os de Minas Gerais, com 272.802,9 km, São Paulo, com 195.398,8 mil km e Rio Grande do Sul, com 155.124,2 km de extensão. No que diz respeito à pavimentação das rodovias, quando consideradas apenas as rodovias de jurisdição federal e estadual, que são aquelas por onde há um maior fluxo de média e longa distância, observa-se que os estados de Minas Gerais e São Paulo são os que mais se destacam nesse aspecto. Aquele com problemas sérios de conservação, o que encarece o seu transporte.

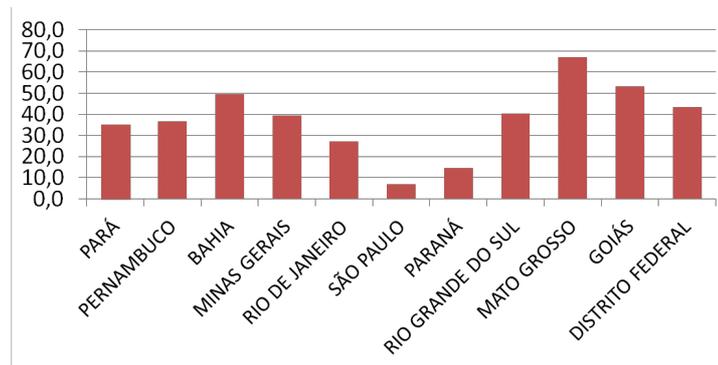
Nos gráficos a seguir, podem ser observados a extensão e as condições das vias de jurisdição federal e estadual dos estados das principais regiões produtoras. O estado do Pará apresenta o pior resultado em relação às vias de jurisdição federal, com 38,3% de suas rodovias sem pavimentação em leito natural, em obras de implantação, implantadas, ou em obras de pavimentação. Já em relação às vias de jurisdição estadual (incluindo estadual coincidente), Mato Grosso apresenta o pior resultado, com 67% das suas vias sem pavimentação.

Gráfico 6 – Condições de pavimentação das vias com jurisdição federal



Fonte: Adaptado de CNT. Elaboração Inventta

Gráfico 7 – Condições de pavimentação das vias com jurisdição estadual (incluindo estadual coincidente)



Fonte: Adaptado de CNT. Elaboração Inventta

A Confederação Nacional do Transporte (CNT) realiza anualmente uma pesquisa com o objetivo de mapear as condições dos principais trechos rodoviários nacionais, baseado em três aspectos: Pavimentação, Sinalização e Geometria. A partir desse levantamento, é possível chegar a um indicador do Estado Geral das principais rodovias do País. Na Tabela a seguir, segue a extensão pesquisada em cada um dos Estados da Área de Influência.

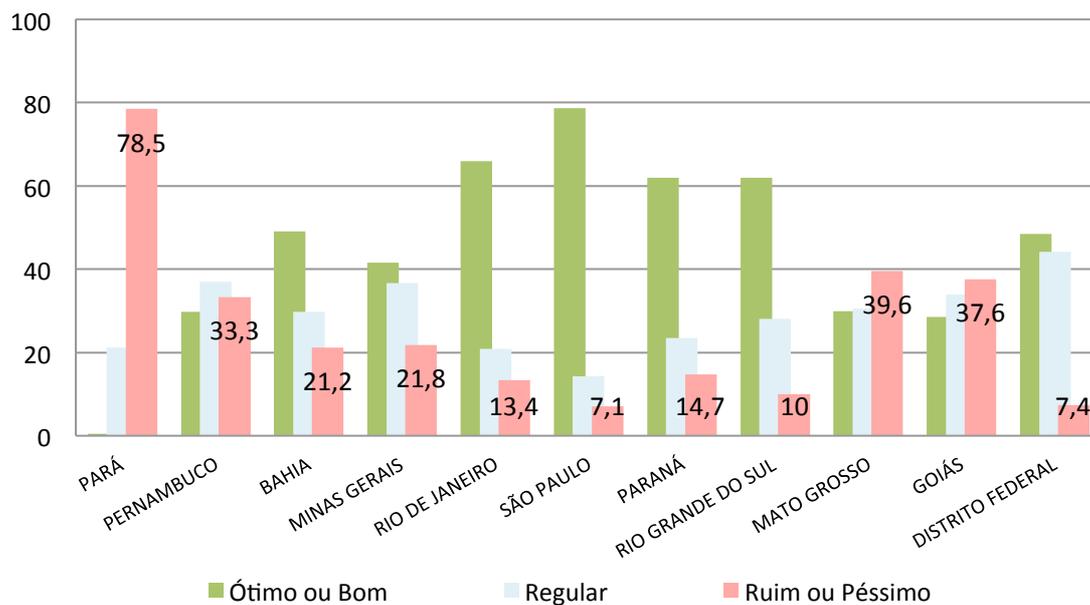
Tabela 7 – Extensão e avaliação das rodovias brasileiras

REGIÃO	UF		Extensão Pesquisada	Porcentagem				
				Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Norte	PA	PARÁ	2.551	0	0,4	21,1	42,9	35,6
Nordeste	PE	PERNAMBUCO	3.108	4,2	25,6	37	17,8	15,5
	BA	BAHIA	7.494	3,2	45,8	29,8	13,2	8
Sudestes	MG	MINAS GERAIS	14.176	9,7	31,8	36,7	17,1	4,7
	RJ	RIO DE JANEIRO	2.274	17,6	48,3	20,8	10,5	2,9
	SP	SÃO PAULO	8.762	54,4	24,3	14,2	6,3	0,8
Sul	PR	PARANÁ	5.326	21,4	40,5	23,4	11,5	3,2
	RS	RIO GRANDE DO SUL	7.958	18,4	43,6	28,1	7,6	2,4
Centro-Oeste	MT	MATO GROSSO	4.460	9,1	20,8	30,5	29,3	10,3
	GO	GOIÁS	5.270	6,1	22,4	33,9	24,6	13
	DF	DISTRITO FEDERAL	407	17,4	31	44,2	7,4	0

Fonte: Adaptado de CNT. Elaboração Inventta

Com 54,4% das rodovias avaliadas como “Ótimo”, o Estado de São Paulo foi o que apresentou, com bastante vantagem em relação aos outros Estados, as melhores notas em relação às condições do seu sistema rodoviário. Por outro lado, as rodovias do estado do Pará apresentaram o pior desempenho na avaliação realizada, o percentual de rodovias com notas “Ruim” e “Péssimo” foi de 78,5%, como apresentado no gráfico a seguir:

Gráfico 8 - Indicador do Estado Geral das principais rodovias do País



Fonte: Adaptado de CNT. Elaboração Inventta

2. Centros produtores e distribuição das grandes obras

Criado em 2007, no segundo mandato do presidente Lula (2007-2010), o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) promoveu a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável.

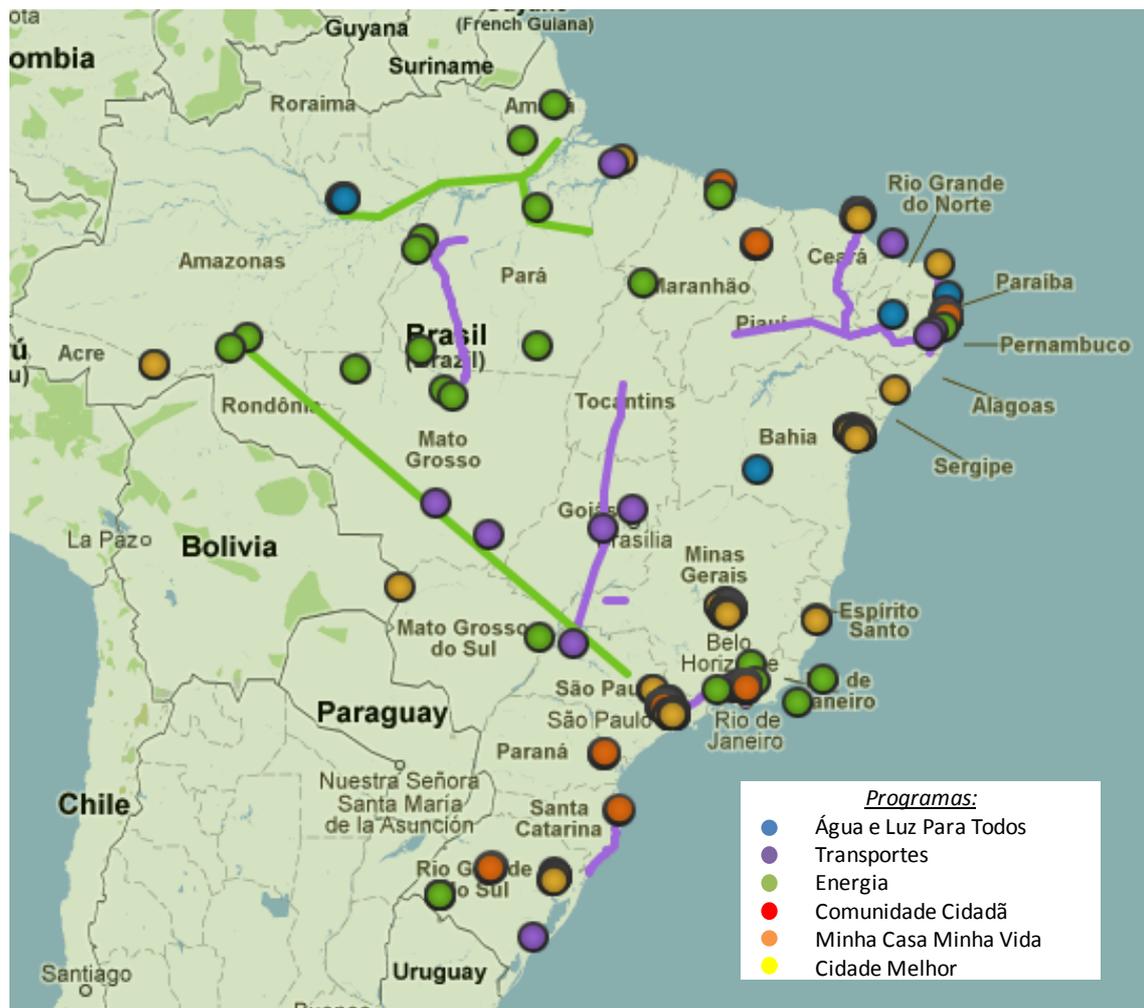
Em 2011, o PAC entrou na sua segunda fase. No primeiro semestre deste ano, foram executados R\$ 324,3 bilhões atingindo 34% do previsto para o período 2011- 2014, que é de R\$ 955 bilhões. O valor total das ações concluídas do PAC 2 é de R\$ 119,9 bilhões, sendo 39% superior ao mesmo semestre do ano passado.

O valor pago com recursos do Orçamento Geral da União (OGU) até o dia 23 de julho foi de R\$ 19,7 bilhões, 32% maior do que os R\$ 14,9 bilhões pagos até 31 de julho de 2011. E o empenho, na comparação nesses mesmos períodos, teve aumento de 57%, alcançando R\$ 18,3 bilhões.

A execução global e o conjunto das obras concluídas representam indicadores do bom andamento do PAC 2. O crescimento da execução em 2012 mostra que o PAC 2 entra em um ciclo mais acelerado das obras, após o ciclo de preparação de ações, entre planejamento, licenciamentos, licitações e contratações, ocorrido em 2011

A distribuição das principais obras do PAC pode ser observada no mapa a seguir:

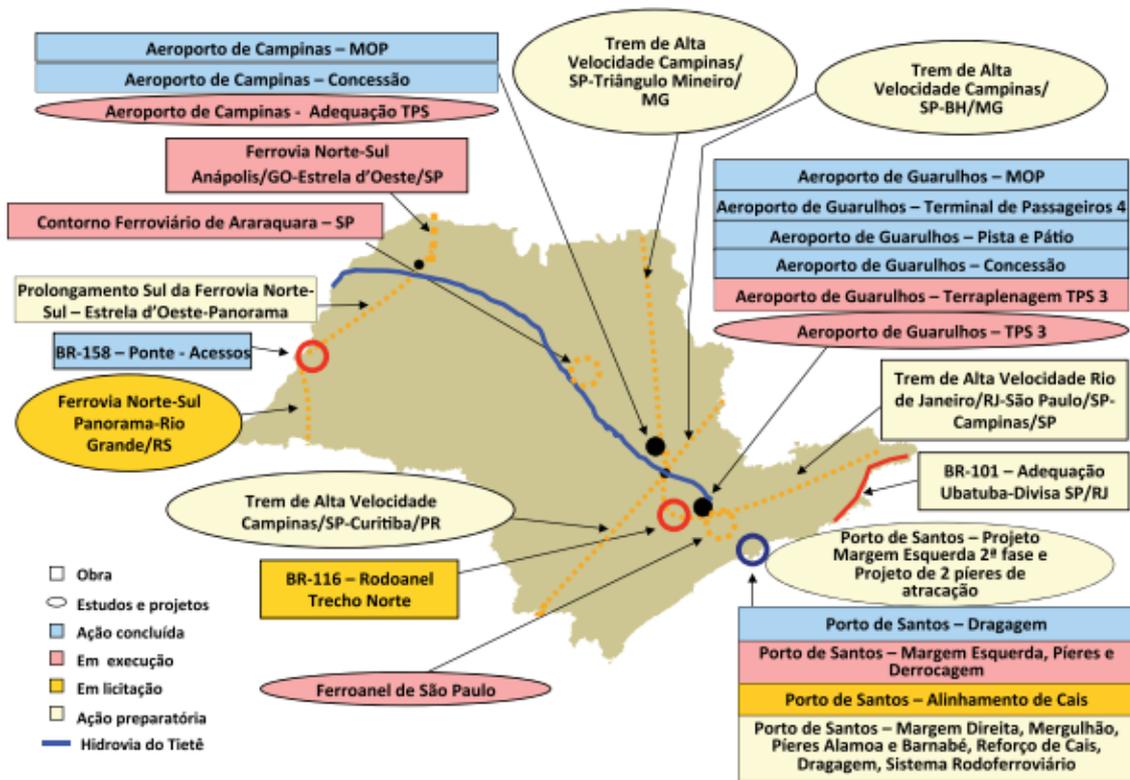
Figura 2- Mapa das obras do PAC 2



Fonte: Adaptado de Ministério do Planejamento – Programa de Aceleração do Crescimento. Elaboração Inventta

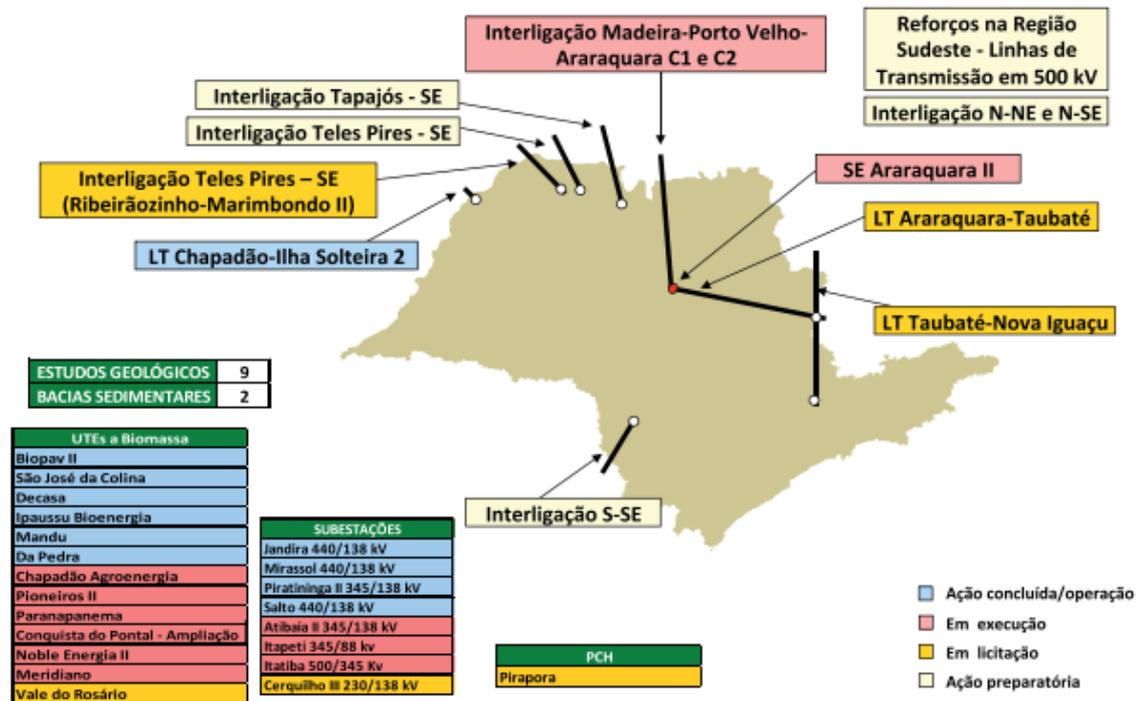
Além das obras de transporte e energia, o PAC também engloba obras nos Eixos Cidade Melhor, Comunidade Cidadã, Minha Casa Minha Vida e o Eixo Água e Luz para todos. Para análise das condições de abastecimento dessas grandes obras é preciso realizar uma análise micro regional, através do cruzamento da distribuição das obras, com a distribuição e oferta das jazidas brasileiras. Os mapas do estado de São Paulo são apresentados a seguir para as principais obras de transporte e energia do PAC2.

Figura 3 - Eixo Transporte: Resumo das obras



Fonte: Ministério do Planejamento – Programa de Aceleração do Crescimento

Figura 4 - Eixo Energia: Resumo das Obras



Fonte: Ministério do Planejamento – Programa de Aceleração do Crescimento

Além das obras mostradas acima, o setor da construção civil está aquecido devido à Copa do Mundo que será realizada em 2014 no Brasil. Estima-se que a este evento agregará 183 bilhões de reais ao PIB do país e mobilizará 33 bilhões de reais em investimento em infraestrutura, com destaque para a área de transporte e sistemas viários. As cidades sede da Copa são 12 (Belo Horizonte, Brasília, Cuiabá, Curitiba, Fortaleza, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo), conforme o mapa a seguir:

Figura 5 - Cidades-sede da Copa de 2014



Fonte: Governo Federal – Portal da Copa

3. Produção e processo produtivo

3.1 Tipos de produtos

A classificação mais utilizada para os agregados é a que considera o tamanho dos fragmentos:

Tabela 8 – Especificação dos tipos de areia

<i>Areia grossa</i>	<i>(-2,0mm +1,2mm)</i>
<i>Areia, média</i>	<i>(-1,2mm +0,42mm)</i>
<i>Areia fina</i>	<i>(-0,42mm +0,074mm)</i>

Fonte: Site da ANEPAC, acesso: Outubro/2012

Tabela 9 – Especificação dos tipos de brita

<i>Gabião: ou “rachão de gabião”, com dimensões entre 100 mm e 150 mm.</i>
<i>Brita graduada: mistura de tamanhos de zero (0) até máximo especificado com controle de granulometria definida pelo consumidor.</i>
<i>Brita 0 ou pedrisco: granulometria variando de 4,8 mm a 9,5 mm.</i>
<i>Brita 1: granulometria variando de 9,5 mm a 19 mm.</i>
<i>Brita 2: granulometria variando de 19 mm a 25 mm.</i>
<i>Brita 3: granulometria variando de 25 mm a 50 mm.</i>
<i>Brita 4: granulometria variando de 50 mm a 76 mm.</i>
<i>Brita 5: granulometria variando de 76 mm a 100 mm.</i>
<i>Bica corrida: mistura de tamanhos sem exigência de composição granulométrica com dimensões variando de zero (0) a 50 mm.</i>
<i>Pó de pedra: fração de finos de britagem, com dimensões variando de zero (0) a 5 mm, com alto teor de finos (máximo de 20%) passantes na malha 200 (0,074 mm).</i>
<i>Areia de brita: pó de pedra sem partículas abaixo da malha 200 (0,074 mm), sendo a retirada dos finos é feita por lavagem do pó.</i>

Fonte: Site da ANEPAC, acesso: Outubro/2012

Nas minerações de areia que exploram o manto de alteração de rochas granitóides, segundo a ANEPAC, o material resultante varia da fração grossa até a fina, dependendo da demanda do mercado. Nas minerações com exploração a partir de rochas sedimentares, a areia é comercializada nas frações grossa e média (conjuntamente), sem classificação, e a areia fina é produzida em pequena escala, apenas quando a demanda exige. Nos portos de areia em leito de rio e cava submersa, praticamente todo o material extraído é comercializado, e os resíduos (predominantemente silicosos, granulometria menor que 0,074 mm) retornam ao local em lavra, para preenchimento da cava. Já nas minerações de brita, o granulometria é produzida pelas explosões ou pelas britagens primária e secundárias e pela rebitagem em uma ou duas etapas de acordo com a granulometria desejada, que segue para a separação e classificação.

3.2 Destino da produção e aplicações

Os agregados são, em geral, segundo a ANEPAC, utilizados como ingredientes na fabricação do concreto (85%), ou como constituintes de estradas e pavimentos (15%). Por isso a maior parte da produção de agregados é destinada para construtoras e concreteiras, e especificamente para a produção de areia, destinada à mistura com cimento para composição de argamassas.

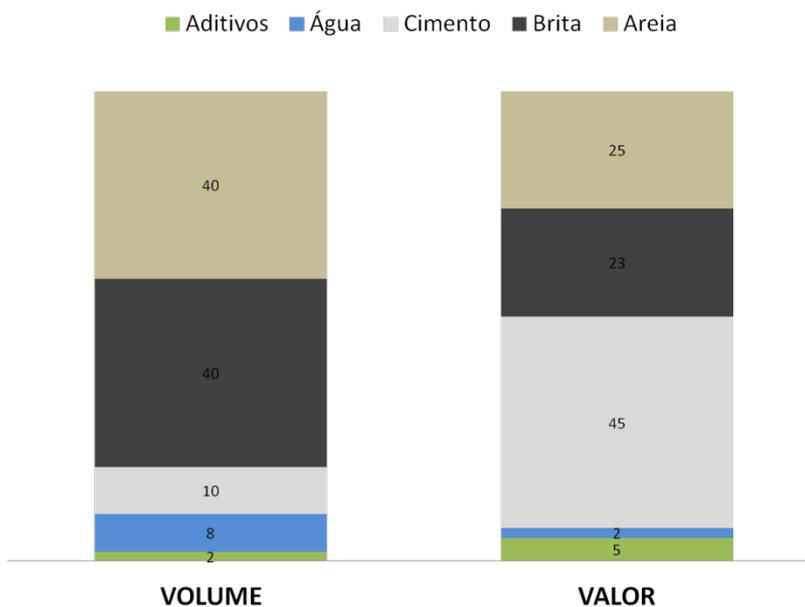
Tabela 10 – Principais segmentos de consumo de agregados

AREIA (%)	CONSUMO DOS AGREGADOS POR SEGMENTO	BRITA (%)
35	Argamassas	-
20	Concreteiras	32
15	Construtoras	24
10	Produção de pré-fabricados	14
10	Revendedores	10
5	Usinas de asfalto	9
3	Órgãos públicos	7
2	Outros	4

Fonte: site ANEPAC

O concreto, uma das misturas resultantes de cimento com agregados, em média, contém 42% de brita, 40% de areia, 10% de cimento, 7% de água e 1% de aditivos químicos por metro cúbico. Apesar do grande volume de agregados (80%) utilizado para produção de concreto, o valor gasto em agregados (47%) é baixo, devido ao já mencionado, baixo valor unitário do produto:

Gráfico 9 – Composição do Concreto



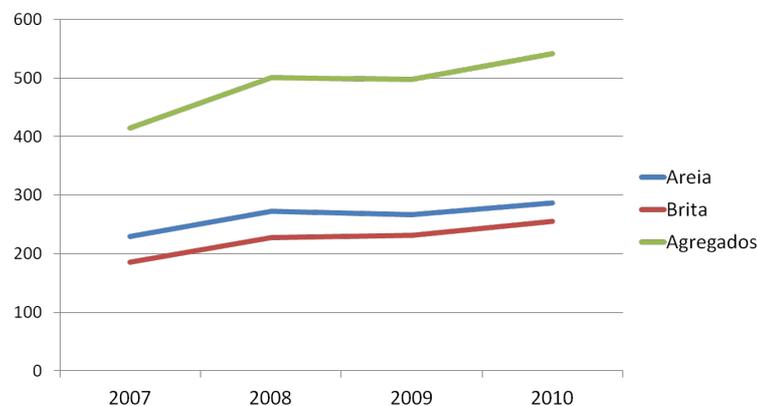
Fonte: Adaptado de ANEPAC. Elaboração Inventta

A mistura asfáltica é constituída, em peso, de 95% de agregados. Usa-se cerca de 40% de agregados miúdos (0 a 5 mm) e 60% de agregados graúdos (6 a 12 mm).

3.3 Produção por segmento e sua evolução e projeção, com estimativa de investimentos requeridos para o aumento da produção

A produção de agregados entre 2007 e 2010 pelo DNPM foi estimada através do consumo de Cimento e de Cimento Asfáltico de Petróleo (DNPM, 2011a). O crescimento do PIB em 2010 (7,5%) e a elevação da formação bruta de capital fixo (FBCF) de 21,8% significaram também crescimento no consumo de agregados de construção. Como obras de construção civil é o item que mais prevalece no cálculo da FBCF, novos investimentos costumam representar aumento potencial consumo de agregados de construção. No ano de 2010 o consumo de agregados de construção cresceu 8,7%.

Gráfico 10 - Produção de agregados total e por segmento (milhões de toneladas)



Fonte: Adaptado de DNPM(2011). Elaboração Inventta

Em 2010 nenhum estado brasileiro decresceu sua produção/consumo relativamente ao ano anterior. Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná são os maiores produtores e consumidores de rocha britada. Quanto a divisão regional da produção de agregados, temos que a região norte é a que teve maior destaque nos últimos 5 anos.

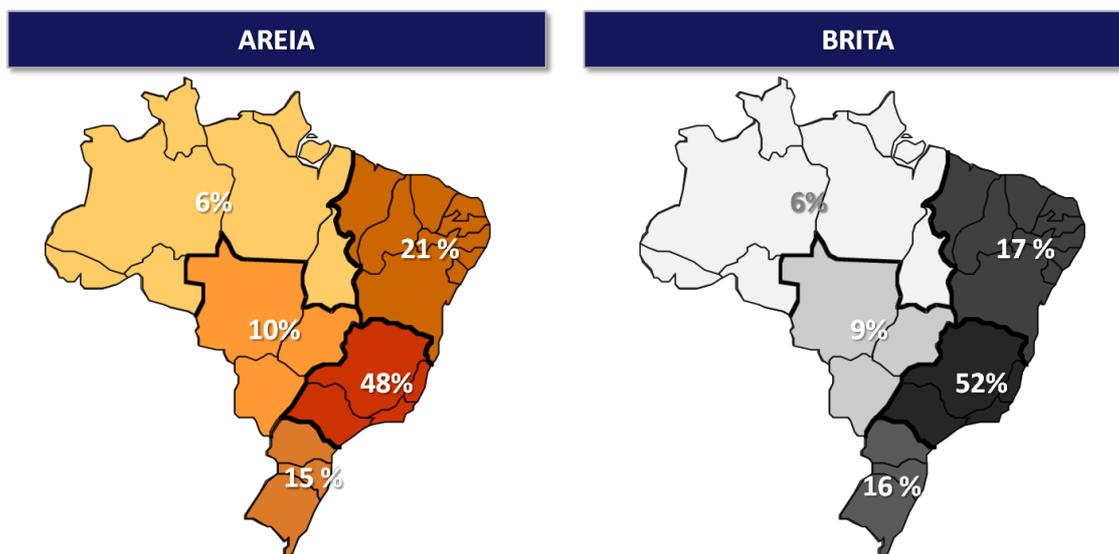
Nacionalmente, Rondônia é o estado que mais evoluiu a sua produção nos últimos 5 anos (188%), bem como no último ano (93%). Deste modo, Rondônia tornou-se o segundo maior produtor da região Norte, superando o Amazonas. O maior produtor da região é o Pará, possuindo uma produção 50% maior do que Rondônia.

Esse crescimento da produção de agregados na região foi impulsionado pelas obras das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau. O mesmo ocorreu nos estados do Maranhão e do Tocantins, que tiveram um incremento da produção por causa da hidrelétrica de Estreito no rio Tocantins.

Por outro lado, temos que a região Nordeste foi a que mais elevou sua produção total nos últimos 5 anos. Todos os estados nordestinos tiveram crescimentos superiores à média nacional de 55% nos últimos 5 anos. A Bahia é o maior produtor regional, e nacionalmente foi o 5º maior produtor de brita em 2010.

Na região Centro-oeste, Goiás é o maior produtor, mas os estados de MT e MS foram os que apresentaram maiores evoluções nos últimos 5 anos. Já a região Sudeste, onde se encontram as maiores taxas de urbanização nacionais, estão os maiores mercados e a maior produção nacional.

Figura 6 - Distribuição da produção de areia e brita por região em 2009



Fonte: Adaptado de DNPM (2010). Elaboração Inventta

Por iniciativa da ANEPAC, e com colaboração do SINDIPEDRAS/SP, foi elaborada uma estimativa do consumo de agregados no ano de 2010 e 2011, a partir de indicadores do consumo de cimento, consumo de asfalto, consumo de concreto e pré-moldados para a construção civil, além de dados da atividade econômica e índices populacionais:

Tabela 11 – Consumo de agregados nas regiões brasileiras em 2010 e 2011

ESTADOS	Consumo de Agregados 2010 (t)	Representatividade 2010	Consumo de Agregados 2011 (t)	Representatividade 2011
Norte	43.175.411	7%	45.999.319	7%
Nordeste	128.122.364	20%	135.519.961	20%
Centro Oeste	55.832.105	9%	58.509.721	9%
Sudeste	303.345.237	48%	324.042.493	48%
Sul	101.265.270	16%	109.670.369	16%
BRASIL	631.740.387	100%	673.741.863	100%

Fonte: ANEPAC (2012)

A variação entre o valor previsto pela ANEPAC para o consumo do ano de 2010 (631,7 milhões de toneladas), e o valor previsto pelo DNPM para a produção de agregados para o ano de 2010 segundo o DNPM (541,5 milhões de toneladas), é grande devido aos indicadores considerados

pelos órgãos, a ausência de informação divulgada pelas empresas e a informalidade de muitas empresas do setor.

Tabela 12 - Produção de brita da região metropolitana de São Paulo no período de 2002 a 2011

Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Janeiro	1.863.693	1.608.670	1.665.794	1.603.792	2.320.408	2.094.421	2.689.087	2.596.791	3.503.410	2.135.785
Fevereiro	1.885.689	1.704.379	1.871.601	1.874.591	2.063.983	2.124.200	2.555.820	2.393.996	3.672.795	2.513.400
Março	2.225.100	1.769.375	2.248.776	2.008.082	2.263.536	2.467.494	2.762.717	2.833.674	4.294.624	2.600.954
Abril	2.511.648	1.884.854	1.986.158	2.024.141	1.946.887	2.348.825	2.978.685	2.715.366	2.849.090	2.515.769
Mai	2.214.568	1.882.548	2.123.749	2.090.669	2.305.264	2.487.159	3.039.419	3.006.451	3.167.767	2.846.077
Junho	2.053.735	1.888.786	2.188.499	2.121.359	2.190.557	2.468.944	2.988.721	3.139.809	2.956.565	2.805.468
Julho	2.109.034	2.038.577	2.376.837	2.218.245	2.203.890	2.270.908	3.246.451	3.096.961	2.890.029	2.861.107
Agosto	2.535.326	2.053.243	2.621.948	2.371.400	2.504.511	3.057.219	3.082.300	3.316.095	3.025.687	3.078.216
Setembro	2.419.995	2.037.237	2.527.178	2.129.837	2.494.099	2.455.628	3.214.931	3.148.434	2.817.179	3.196.319
Outubro	2.300.877	2.177.789	2.130.433	2.251.902	2.341.504	2.764.093	3.301.146	3.482.815	2.588.830	2.953.780
Novembro	1.926.159	1.911.829	2.030.842	2.531.928	2.257.819	2.702.986	2.827.363	3.695.510	2.543.376	2.981.331
Dezembro	1.799.561	1.828.486	1.985.099	2.527.987	2.083.530	2.523.071	2.471.772	3.457.299	2.271.306	2.531.683
Ano	25.845.385	22.785.773	25.756.914	25.753.933	26.975.988	29.764.948	35.158.412	36.883.201	36.580.658	33.019.889

Fonte: SINDIPEDRAS (2012)

O Produto Interno Bruto da construção civil brasileira fechou em 2010 com avanço de cerca de 11%, nível recorde no setor. O nível de crescimento alcançado dificilmente será repetido nos próximos anos conforme projeções apresentadas pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do estado de São Paulo (Siduscom – SP). Isso se deve, em princípio, pela desaceleração do PAC Minha casa, minha vida, dada a falta de recursos destinados ao programa.

Para calcular a estimativa de produção, foram elaborados 3 cenários para a PIB da construção civil no país, considerando um cenário pessimista de crescimento médio anual do PIB da construção civil de 4%, um cenário realista de crescimento médio anual do PIB da construção civil de 6% e um cenário otimista de 8%, tendo como base o cálculo da produção de agregados divulgada pelo DNPM.

Tabela 13 – Projeção da produção de areia segundo diversos cenários do PIB

Produção de Areia (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Frágil (PIB = 4% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
229,4	272,4	266,9 (r)	286,8	298,27	310,2	322,61	335,52	348,94	362,89	377,41	392,51	408,21	424,53	441,52	459,18
Produção de Areia (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Mais provável (PIB = 6% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
229,4	272,4	266,9 (r)	286,8	304,01	322,25	341,58	362,08	383,8	406,83	431,24	457,12	484,54	513,62	544,43	577,1
Produção de Areia (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Otimista (PIB = 8% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
229,4	272,4	266,9 (r)	286,8	309,74	334,52	361,29	390,19	421,4	455,12	491,52	530,85	573,31	619,18	668,71	722,21

Fonte: Elaboração Inventta

Tabela 14 - Projeção da produção de brita segundo diversos cenários do PIB

Produção de Brita (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Frágil (PIB = 4% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
185,2	227,9 (r)	231,2 (r)	254,8	264,99	275,59	286,62	298,08	310	322,4	335,3	348,71	362,66	377,17	392,25	407,94
Produção de Brita (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Mais provável (PIB = 6% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
185,2	227,9 (r)	231,2 (r)	254,8	270,09	286,29	303,47	321,68	340,98	361,44	383,12	406,11	430,48	456,31	483,69	512,71
Produção de Brita (e) 10 ⁶ t				Projeção de Produção - Cenário Otimista (PIB = 8% a.a.)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
185,2	227,9 (r)	231,2 (r)	254,8	275,18	297,2	320,97	346,65	374,38	404,34	436,68	471,62	509,35	550,09	594,1	641,63

Fonte: Elaboração Inventta

O plano nacional de Mineração 2030, projetando o crescimento de agregados, utilizou uma taxa de 5,6% ao ano até 2022, considerando o esperado crescimento em infraestrutura, saneamento e habitações, e mais moderado, 4,6% ao ano, para o período de 2023 a 2030 (DNPM, 2010).

Para cálculo do custo de investimento estima-se que o investimento por tonelada de capacidade instalada varia de R\$ 5,00 a R\$ 7,00, segundo trabalho apresentado no I Congresso Argentino de Agregados pela ANEPAC. Foi utilizada a média de R\$ 6,00 para cálculo do investimento necessário para que a capacidade produtiva atinja da produção projetada e obteve-se os seguintes valores:

Tabela 15 – Projeção para produção de Areia e Brita até 2022

Previsão	Areia	Brita
Cenário Frágil (PIB = 4% a.a.)	2011-2022	2011-2022
	R\$ 1.034.256.241	R\$ 918.858.055
Cenário Mais Provável (PIB = 6% a.a.)	2011-2022	2011-2022
	R\$ 1.741.787.688	R\$ 1.547.445.966
Cenário Otimista (PIB = 8% a.a.)	2011-2022	2011-2022
	R\$ 2.612.467.137	R\$ 2.320.978.474

Fonte: Elaboração Inventta

3.4 Análise dos fatores que limitam investimentos no setor

O setor de agregados é formado por uma grande parcela de empresas com algum nível de informalidade. Isso aliado a um perfil de empresas familiares, onde muitas vezes, o próprio empresário é também parte da operação da indústria, e prefere acumular o dinheiro à adquirir um empréstimo, resulta em um baixo nível de investimento. A maioria dos investimentos é feito com capital próprio dos pequenos empreendedores.

Como é sabido, os investimentos são um fator determinante para o crescimento do setor e para que a demanda seja totalmente atendida nos próximos anos. Apesar da grande necessidade de recursos, o financiamento não alcança a grande maioria das pequenas empresas por requerer garantias reais, além de um excessivo procedimento burocrático.

Outro fator que desestimula as empresas a utilizar financiamentos é a obrigatoriedade de ter que seguir restrições que não se observam em outras atividades econômicas, pois a inversão de capitais deverá ser compatível com a vida provável da jazida e, em grande medida, com a obrigação constitucional de recuperação ambiental da área minerada, de modo a assegurar a remuneração e amortização nesse prazo; e esse aspecto raramente é levado em conta pelo pequeno minerador.

Podemos ainda citar como inibidores fatores como o alto risco de investimento da atividade, por conta da insegurança dos resultados no caso da pesquisa mineral, além da instabilidade da outorga mineral e da precariedade do título outorgado, quando fundamentada em Regime de Licenciamento.

3.5 Sistemas de produção utilizados

a. Areia

As areias são relativamente abundantes em quase todas as regiões do País, apesar disso, seu aproveitamento fica, muitas vezes, condicionado às restrições ambientais, sociais e políticas, especialmente em áreas urbanas, onde a mineração disputa espaço, sempre em desvantagem, com grandes empreendimentos imobiliários.

A areia é quase sempre comercializada na forma como é extraída, passando, na maioria das vezes, apenas por grelhas fixas que separam as frações mais grossas (cascalho, pelotas, concreções) e eventuais sujeiras (matéria orgânica, folhas, troncos), e por uma simples lavagem para retirada de argila e secagem por métodos rudimentares.

As etapas do processo de produção podem ser resumidas nas seguintes etapas:

1. Extração:

Os processos de extração variam de acordo com a natureza do depósito. São normalmente três métodos de extração:

- O ***método de cava seca*** é empregado na lavra de depósitos de planície fluvial, formações sedimentares, coberturas indiferenciadas e mantos de alteração de rochas cristalinas. A extração é feita por desmonte hidráulico com a mina evoluindo para o formato de uma cava ou de um talude irregular. Para otimizar o desmonte hidráulico, quando possível, existe uma etapa prévia, que compreende a escarificação da frente de lavra. O decapeamento antecede a operação de desmonte hidráulico, e geralmente é feito com tratores de esteiras e pás-carregadeiras, dependendo da compactação do capeamento. O desmonte hidráulico consiste na desagregação da areia utilizando-se jatos d'água de alta pressão. Estes jatos incidem na base dos taludes da cava provocando desmoronamento dos sedimentos ou rochas alteradas. Outra operação de jateamento sobre o material desmoronado promove a desagregação dos sedimentos ou rochas e forma a polpa (suspensão constituída por material sólido + água), que desce por gravidade até uma pequena bacia de acumulação. Essa técnica vai, pouco a pouco, sendo abandonada, haja vista as inúmeras restrições e proibições estabelecidas em desfavor da mineração.
- No ***método de cava submersa***, a extração é feita na base e nas paredes laterais de uma cava preenchida com água, sendo realizada por uma draga instalada sobre um barco e

equipada com bombas centrífugas. Esta cava geralmente é formada pelo desvio de rios, e trabalha material inconsolidado ou com pouca coesão. Tubos acoplados às bombas servem como condutores da água necessária à escavação e como meio de transporte da polpa até os silos, servindo também para conduzir a polpa até as câmaras das barças que transportam a areia até as instalações de lavagem. À medida que a polpa é descarregada nas câmaras, os finos (silte e argila) nela presentes são eliminados em suspensão na água de transbordo. Quando as barças estão com as suas câmaras cheias, são rebocadas até as margens, onde a areia é depositada no leito da cava mediante a abertura de comportas do fundo. Em seguida, a areia é novamente succionada por uma draga montada em uma estação fixa que conduz a silos de classificação / estocagem.

- A **extração em leito de rio** consiste na dragagem dos sedimentos ativos existentes nos leitos dos rios, em profundidades não muito elevadas. A dragagem é feita através de bombas de sucção instaladas sobre barças ou flutuadores. As bombas de sucção são acopladas às tubulações que efetuam o transporte da areia na forma de polpa até os silos. O processo da extração por este método é semelhante ao método de cava submersa. Esse método também vem sofrendo restrições das autoridades ambientais por conta dos impactos produzidos.

2. Estocagem:

A areia é conduzida aos locais de estocagem – temporários ou não – denominados caixotes, paióis e, ou, silos. Os locais de estocagem são temporários quando a areia retirada ainda passará por um processo de lavagem, peneiramento/classificação ou drenagem e somente depois será conduzida aos locais de estocagem permanente, onde ocorrerá o carregamento para o seu transporte. São usadas também estruturas de beneficiamento que possuem peneiras e silos de estocagem temporária, onde já são feitas a separação do mineral, por granulometria, a drenagem inicial e a lavagem.

- **Lavagem:** pode ser considerada como uma operação de beneficiamento nos métodos da lavra da cava seca e da cava submersa, com sucessivas movimentação e lavagem da areia. No método de lavra em leito de rio, pelo fato da areia ser succionada diretamente da jazida até as peneiras dos silos, não chega a se caracterizar de fato uma operação de beneficiamento. Na lavra da cava seca, a lavagem é mais intensa e feita mediante o jateamento d'água na areia armazenada nos tanques de decantação, proveniente da caixa de acumulação. Esse procedimento também sofre restrições das autoridades ligadas às políticas de recursos hídricos, tendo em vista eventuais comprometimentos dos corpos d'água por lançamento dos resíduos resultantes da lavagem da areia, especialmente do material argiloso devolvido à água.
- **Drenagem:** Após a areia ser conduzida aos locais de estocagem, ela recebe drenagem natural, quando as águas e as partículas finas dissolvidas vão direto para o curso d'água ou retornam, através de canaletas e/ou, canais coletores, à lagoa de decantação de finos, para posteriormente entrarem em contato com o rio. Idem às observações anteriores.
- **Peneiramento/classificação:** O peneiramento pode ocorrer antes da estocagem da areia ou após a sua drenagem, o que vai depender das técnicas empregadas na extração. O peneiramento é importante para melhorar a qualidade da areia, tendo em vista os diferentes usos que se pode ter desse material, segundo a sua granulometria. A classificação dos

produtos é iniciada por um peneiramento, com a retirada do material mais grosso (concreções / pedrisco / cascalho)

3. Carregamento:

Consiste no carregamento dos caminhões, que farão o transporte da areia para a fonte de consumo. São comumente usadas carregadeiras de pneus e retroescavadeiras para essa atividade. Se o local de estocagem for elevado, esse carregamento se dá por esteiras.

4. Transporte:

Refere-se à entrega do produto final na fonte de consumo; o meio rodoviário é o mais empregado, sendo utilizados normalmente caminhões com caçambas de um ou dois eixos traseiros. Esse processo também vem recebendo críticas dos cidadãos, das autoridades e dos próprios mineradores, tendo em conta, dado o número de viagens necessárias para atender as várias demandas, os riscos socioambiental que oferecem e o alto custo desse modo de transporte. Por conta disso, discute-se a possibilidade de sua substituição (rodoviária) pela ferroviária e/ou fluvial, onde isso for possível.

b. Brita

A brita ou pedra britada é um bem mineral que se caracteriza pelo seu uso in natura, ou misturada com outros insumos (cimento, asfalto, areia, etc.) e utilizado na construção civil. As etapas para a extração do mineral são:

1. Limpeza do local de exploração

Na eventualidade de existir uma camada vegetal no local a ser explorado, essa deve ser removida juntamente com o solo (argila, areia etc), tornando o maciço rochoso apto para ser perfurado e evitando que o produto final seja contaminado com um mineral diferente e com resíduos orgânicos. O material não vegetal removido geralmente é utilizado como aterro (expurgo) ou, dependendo do PRAD, com material orgânico para o futuro plantio da área minerada.

2. Perfuração

A perfuração do maciço rochoso é efetuada com o emprego de perfuratrizes pneumáticas ou hidráulicas. Determinada a altura da bancada a ser detonada é iniciado o processo de perfuração com o uso de hastes de aço e brocas conhecidas como bit.

3. Carregamento dos furos

O carregamento consiste na colocação de explosivos nos furos, em quantidades previamente determinadas. O correto cálculo da quantidade de explosivos a ser empregada no carregamento é determinante para a obtenção de pedras no tamanho ideal para o beneficiamento primário.

4. Desmonte do maciço rochoso

Comumente conhecido como “fogo”, o desmonte do maciço rochoso é obtido após o acionamento do cordel (pavio). O tamanho do cordel deve ser calculado para oferecer segurança à equipe que está efetuando a detonação. Sua queima deve oferecer tempo suficiente para que a equipe se desloque para local seguro, livre do risco de atingimento pelas pedras que serão arremetidas com a explosão. O carregamento, também, é calculado para que o desmonte siga uma “direção” pré-determinada. A equipe de detonação é chefiada pelo profissional conhecido como “Cabo de Fogo” ou “Blaster”. O Blaster é um profissional habilitado para o exercício da função, contando com registro junto aos órgãos de segurança pública. Hoje estão sendo usadas novas técnicas de desmonte, sem ou com pouco uso de explosivo.

5. Desmonte secundário das rochas;

O desmonte do bloco maciço nem sempre garante que a totalidade das pedras terá o tamanho adequado para lançamento direto na abertura do britador primário (existem diversos tipos de britadores primários disponíveis no mercado, com diversas aberturas). São vários os fatores que podem acarretar em pedras com tamanho superior ao esperado:

- a) Dureza da rocha;
- b) Fragmentações ocultas;
- c) Perfuração com tamanho inadequado;
- d) Carregamento inadequado etc.

O desmonte secundário pode ser executado de diversas maneiras. As mais empregadas são:

- Rompedor: Máquina de impacto, geralmente hidráulica, que quebrará o bloco de rocha em pedaços menores e adequando-o ao emprego no britador primário;
- *Drop-Ball*: Esfera de aço de peso elevado, que é lançada sobre o bloco de rocha, quebrando-o em pedaços menores e adequando-o ao emprego no britador primário;
- Fogacho: Os blocos de rocha são perfurados com o emprego de martelo pneumático. Os furos são carregados com pequena quantidade de explosivo para serem detonados e se obter o tamanho final desejado. Essa é uma operação que requer muitos cuidados, pois ao contrário do desmonte do maciço rochoso é impossível controlar a “direção” que seguirão as pedras detonadas por fogacho. A equipe de detonação deve tomar todos os cuidados necessários na execução dessa tarefa.

6. Britagem primária

O material resultante do desmonte primário é recolhido por uma escavadeira hidráulica, que deposita em caminhões para descarregamento no alimentador do britador primário. Esse britador é composto por duas mandíbulas que trituração a rocha por esmagamento (tipo moinho). A pedra após passar pelo britador primário terá seu tamanho reduzido para a dimensão mais adequada ao processo final de britagem. Essas pedras podem ser imediatamente transportadas para a rebitagem ou destinadas à formação de uma pilha intermediária, conhecida como pilha pulmão. A pilha pulmão tem a finalidade de manter material em estoque para rebitagem.

7. Rebitagem

As pedras presentes na pilha pulmão são geralmente transportadas para a rebitagem através de transportadores de correia. Os rebitadores são equipamentos que moem a pedra por atrito. O rebitador deve ser regulado para permitir a quebra da pedra em conformidade com a

granulometria final desejada. O transporte de brita entre os britadores e/ou rebitadores é feito, normalmente, por um sistema de correias transportadoras, sempre procurando aproveitar o desnível topográfico para economia na planta de beneficiamento. Para diminuir o pó em suspensão, gerado pela atividade de britagem, algumas das pedreiras valem-se de sistemas de aspersores de água, instalados nas bocas dos britadores e nas correias transportadoras.

8. Classificação final

A classificação final do material resultante da rebitagem é efetuada pelo conjunto de peneira vibratória, composto por uma ou mais peneiras. A brita retida é devolvida ao rebitador de forma sucessiva até que se obtenha o produto na granulometria desejada. A brita que passou na peneira cai numa bica e desta é conduzido por um transportador de correia para formação da pilha final do produto. Geralmente, a fração retida nas peneiras superiores retorna aos rebitadores, para produzir pedra 01, e atender à demanda atual, e a fração passante compõe as pilhas, principal forma de estoque dos produtos.

3.6 Consumo de matérias-primas minerais e subprodutos

Atualmente, segundo o Centro de Tecnologia Mineral – CETEM (2009), 90% da produção nacional de areia natural têm sido obtida a partir da extração em leito de rios e os 10% restantes, de outras fontes. Nos portos de areia em leito de rio e cava submersa, praticamente todo o material extraído é comercializado, e os resíduos (predominantemente silicosos, granulometria menor que 0,074 mm) retornam ao local em lavra, para preenchimento da cava.

Essa tendência (extração em leito de rios) está fortemente comprometida pelas resistências presentes e futuras estabelecidas por órgãos ambientais e pelo Ministério Público.

Já a participação dos tipos de rochas utilizadas na produção de brita é a seguinte:

- *Granito e gnaisse: 85%*
- *Calcário e dolomito: 10%*
- *Basalto e diabásio: 5%*

Pesquisadores do CETEM, do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, em parceria com a COPPE/UFRJ, tendo por objetivo minimizar os impactos ambientais resultantes da extração de areia, do destino final dos subprodutos (pó-de-pedra) e visando encontrar alternativas econômicas viáveis para ambos os produtos, propuseram-se a estudar a viabilidade de produzir areia artificial a partir de finos de brita. O projeto visa solucionar dois problemas distintos a partir da produção de areia artificial: um ambiental e o outro de ordem econômica. Segundo publicação Manual de Agregados para a Construção Civil (CETEM, 2009), duas unidades produzem areia manufaturada a partir do pó de pedra em função do projeto em parceria do Departamento de Engenharia Civil e Metalurgia/Materiais da COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro com o CETEM: a Pedreira CONVEM, localizada no município de Magé, no Estado do Rio de Janeiro, e a Pedra Sul, localizada no Município Matias Barbosa, próximo à Juiz de fora. Essa fonte alternativa (pó-de-pedra) é de domínio público há muitos anos. A resistência havida se devia ao seu preço, considerado superior às extrações convencionais. Hoje isso praticamente não existe, sendo praticada por inúmeras pedreiras no Estado de São Paulo (Pedreira Embu) e sul Minas Gerais. Além disso, há outras fontes alternativas que estão sendo estudadas com sucesso: resíduos de altos fornos, lodo de rios ou barragens.

Nomes como areia artificial, areia industrial ou areia manufaturada, são nomenclaturas utilizadas para o pó de pedra beneficiado, mas que também são utilizados para outros produtos que substitutos da areia, a fim de gerar um apelo comercial para o produto.

O aproveitamento dos finos gerados pelo processo de britagem não é um assunto inovador. Esse processo já é utilizado há vários anos por alguns países, tendo-se como exemplos, os Estados Unidos e o Canadá. Nos dias atuais, esses finos podem ser utilizados na confecção de concretos com finalidade estrutural, na produção de blocos de concreto, de camadas de sub-base asfáltica e de camadas de concreto compacto a rolo (CCR).

Durante o processo de extração de areia para construção civil, também podem ser rejeitadas grandes quantidades de argila vermelha, o que poderia ser reaproveitado para a produção de peças de cerâmicas vermelhas, como blocos estruturais e telhas. Nos portos de areia em leito de rio e cava submersa, praticamente todo o material extraído é comercializado, e os resíduos (predominantemente silicosos, granulometria menor que 0,074 mm) retornam ao local em lava, para preenchimento da cava. Outro subproduto também pode ser o cascalho que é comercializado. No método de extração em leito do rio, a maior parte do rejeito, constituído por partículas finas de composição silto-argilosa, é um material gerado no vertedouro dos tanques de decantação e é armazenado em reservatórios (bacias de decantação / contenção de rejeitos) especialmente constituídos para este fim.

3.7 Principais desafios enfrentados pela produção

Dentre os problemas que afetam a produtividade do setor de agregados minerais para construção civil, destacam-se os seguintes:

I. Falta de capital de investimento:

De modo geral, as características marcantes da mineração de areia e brita, como o uso intensivo de capital, o alto risco financeiro e o longo prazo de maturação do capital investido continuam sendo fatores adversos à atuação dos pequenos.

A atividade mineral, tanto na fase de pesquisa quanto de lava, depende de métodos e equipamentos às vezes dispendiosos e inacessíveis ao pequeno empresário. Os investimentos relativos a essa fase são bastante variáveis, dependendo da complexidade da jazida, da localização, das condições de acesso, e da infraestrutura disponível, entre outros. Para areia, contudo, nem tanto.

Com o objetivo de manter ou fomentar os empreendimentos no setor, o governo procura atenuar os riscos da iniciativa privada, investindo diretamente nas fases de pesquisa básica e intermediária.

II. Dificuldades na obtenção de financiamento:

O financiamento não alcança a grande maioria das pequenas empresas por requerer garantias reais, além de um excessivo procedimento burocrático. Quando elas têm acesso ao financiamento, sujeitam-se a restrições que não se observam em outras atividades econômicas, pois, na mineração, a inversão de capitais deverá ser compatível com a vida provável da jazida, de modo a assegurar a remuneração e amortização nesse prazo; e esse aspecto raramente é levado em conta

pelo pequeno minerador. A maioria dos investimentos é feita com capital próprio dos pequenos empreendedores, e que, no caso da pesquisa mineral, corre risco de insucesso.

III. Barreiras do sistema regulatório e legislativo

Sob o ponto de vista regulatório e legislativo, evidencia-se a incompatibilidade da legislação com a realidade do setor de agregados. Os produtores, à semelhança do que ocorre com outras substâncias minerais, enfrentam problemas principalmente com a complexidade de processos de licenciamento ambiental e dos regimes de uso e ocupação do solo. Outro importante aspecto, é quanto à instabilidade da outorga mineral, quando fundamentada em Regime de Licenciamento, que além de inibir investimentos, incentiva o aumento a irregularidade e gera conflitos.

IV. Resistência das autoridades municipais, dos conselhos específicos e da comunidade.

A postura desses segmentos decorre de duas razões principais: 1) baixo retorno financeiro e social da atividade e 2) conflito com outras formas de uso e ocupação do solo.

4. Consumo

4.1 Principais usos do produto, evolução e projeção do consumo interno

Os usos das areias e britas, segundo La Serna e Resende (2009), estão relacionados ao seu tamanho e granulometria. O maior consumo de agregados ocorre com a sua mistura com cimento; outras formas de este produto chegar ao consumidor são misturado ao asfalto e sem nenhuma mistura aglomerante, em drenos, em filtros, em ferrovias (na forma de lastro), na fabricação de gabiões, de muros de contenção, em base e sub-base de pisos e estradas, e outras aplicações.

As principais aplicações para cada produto, segundo Kulaif (2001) são:

- **Areia Artificial e Areia Natural:** Assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, embolso, podendo entrar na composição de concreto e asfalto;
- **Pedrisco:** Confecção de pavimentação asfáltica, lajotas, bloquetes, intertravados, lajes, jateamento de túneis e acabamentos em geral;
- **Brita 1:** Intensivamente na fabricação de concreto, com inúmeras aplicações, como na construção de pontes, edificações e grandes lajes;
- **Brita 2:** Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas;
- **Brita 3:** Também denominada pedra de lastro utilizada nas ferrovias;
- **Brita 4:** Produto destinado a obras de drenagem, como drenos sépticos e fossas;
- **Rachão, Pedra de mão ou pedra marroada:** Fabricação de gabiões, muros de contenção e bases.
- **Brita graduada:** Em base e sub-base, pisos, pátios, galpões e estradas.

Dado que praticamente inexistente comércio exterior brasileiro de agregados para construção, a produção nacional coincide com o consumo interno, resultando em um balanço de produção-consumo nulo. O consumo de areia e brita nos período de 2007 a 2010 pode ser observada abaixo, com uma projeção de crescimento de 6% ao ano:

Tabela 16 – Projeção de Consumo de areia e brita até 2022

Produção de Areia (e) 10 ⁶ t				Projeção de Consumo (considerando o crescimento de 6% a.a. do PIB da construção civil)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
229,4	272,4	266,9 (r)	286,8	304,01	322,25	341,58	362,08	383,80	406,83	431,24	457,12	484,54	513,62	544,43	577,10

Produção de Brita (e) 10 ⁶ t				Projeção de Consumo (considerando o crescimento de 6% a.a. do PIB da construção civil)											
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
185,2	227,9 (r)	231,2 (r)	254,8	270,09	286,29	303,47	321,68	340,98	361,44	383,12	406,11	430,48	456,31	483,69	512,71

Fonte: Elaboração Inventta

Contudo, afirmar que a produção interna se iguala ao consumo não significa que toda a demanda nacional por agregados está atendida. O déficit habitacional de 2008 estimado em 5,5 milhões de moradias, segundo a Fundação João Pinheiro, ilustra a existência de uma grande demanda reprimida. Porém a demanda habitacional não tem sido atendida, não pela falta de oferta de agregados, mas por outros fatores relativos ao desenvolvimento do país.

5. Perfil empresarial

5.1 Adesão a normas de qualidade do produto

Algumas empresas do setor possuem certificação ambiental (Basalto, Embu, Mairiporã, etc.) e outras estão se credenciando para tanto.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no país, uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24.08.1992.

O CB-18 é o Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, grupo responsável pela normalização no campo de cimento, concreto e agregados compreendendo dosagem de concreto, pastas e argamassas; aditivos, adesivos, águas e elastômeros, no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades. Segundo o site do comitê, ele responde há mais de 30 anos pela Normalização Técnica Brasileira de cimento Portland e produtos à base de cimento Portland. Sua função é de desenvolver trabalhos por meio de Comissões de Estudo, que congregam representantes da sociedade (produtores, consumidores e neutros), interessados na normalização técnica em seu campo de atuação.

A partir das Normas ABNT e de normas do DNER (DNIT), são relacionados os principais ensaios utilizados na caracterização tecnológica dos agregados para construção civil:

Tabela 17 – Ensaio utilizados na caracterização tecnológica dos agregados para construção civil

Propriedades	Usos		
	Concreto Hidráulico	Concreto betuminoso	Lastro
Amostragem	NBR NM 26	nn	NRB 11541
Terminologia	NBR 7225/9935/9942	NBR 6502	nn
Petrografia de materiais naturais	NBR 7389	NBR 7389	nn
Granulometria	NBR 7217	NBR 7217	nn
Materiais Pulverulentos	NBR 7219	np	NBR 7219
Impurezas orgânicas	NBR NM 49/7221	np	NBR 7220
Argilas e torrões e materiais friáveis	NBR 7218	np	NBR7218
Massa específica, porosidade e absorção d'água	NBR 6458	NBR 6458	NBR 6459
Forma	NBR 7809	ME 86	NBR 6954
Massa unitária	NBR 7251/7810	np	nn
Adesividade	np	NBR 12583/12584	np
Reatividade	NBR 9773/9771/10340	np	np
Sais solúveis	NBR 9917	np	np
Alterabilidade	NBR 12696/12697	ME 89	NBR 7702
Abrasão	NBR 6465	NBR 6465	NBR 6465
Impacto	nn	nn	nbr 8938
Esmagamento	NBR 9938	ME 42	nn
Compressão	nn	nn	NBR 6953
Polimento			BS.812 Parte 114

Fonte: CETEM (2009)

Segundo especialistas, a adesão às normas de qualidade não é um problema para o setor. Apesar da alta adesão às normas, já foram noticiados alguns acidentes pela utilização de agregados fora das normas de especificação, como por exemplo, utilização de areia de praia para composição de concreto.

5.2 Nível de formalização dos empreendedores

A falta de capacitação gerencial e profissional tem limitado a consolidação no mercado de inúmeros pequenos empreendimentos, em geral conduzidos sem nenhuma técnica moderna de produção, portanto, impondo uma perda de competitividade no mercado, com reflexos na expansão das atividades.

5.3 Sistemas de qualidade

Para atender aos requisitos da indústria de construção civil, os agregados devem ser previamente submetidos a uma caracterização tecnológica, de forma a avaliar as suas principais propriedades físicas, mecânicas, petrográficas/mineralógicas, químicas, visando diferentes aplicações (SMITH & COLLIS 2001; LOMECO, 2003). Nessa caracterização tecnológica, para obter resultados confiáveis e reprodutíveis, torna-se necessário a utilização de procedimentos laboratoriais normalizados, que, no caso do Brasil são as Normas ABNT, homologadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO já citadas. Existem outras instituições internacionais que servem como referência para a realização dos ensaios tecnológicos (ASTM, DIN, BS).

5.4 Investimentos e endividamento

Segundo pudemos observar no site do BNDES, não existem incentivo específico, financeiro ou fiscal, para a produção de agregados. O sistema BNDES e bancos estaduais de fomento podem, contudo, atribuir financiamentos aos produtores de areia nas carteiras convencionais destes bancos.

É difícil quantificar investimentos e endividamentos neste setor. Durante muitos anos, a produção esteve estagnada e poucos ousaram investir. Há uma tendência à concentração com alguns grupos ligados à indústria do cimento e a empreiteiros de obras adquirindo empresas produtoras de brita. Há também grupos fortes, nacionais e estrangeiros, se desfazendo ou arrendando suas propriedades na área de produção de brita. No entanto, com a perspectiva do aumento da demanda, investimentos na substituição de máquinas e equipamentos devem ser feitos pela maioria das pedreiras. Hoje, a produção começa a concentrar-se em grandes grupos empresariais, que garantem a produção utilizando recursos próprios, mas também de agências financiadoras. O sistema está mais profissionalizado.

No modelo empresarial antigo, as empresas investiam à medida que o retorno capital surgia, e assim acontecia o aprimoramento do setor. Esse perfil cultural ainda permanece no setor de agregados, principalmente pelo alto risco de investimento e à dificuldade de acesso a linhas de crédito devido ao certo grau de informalidade presente em grande parte das empresas. As grandes empresas, que apresentam alto índice de formalidade, não têm dificuldade para conseguir financiamento. O maior problema encontrado por elas é a legislação instável, como por exemplo, a possibilidade de não renovação de licença no regime de registro de licença. As grandes empresas só utilizam o regime de licenciamento, dada a rapidez para a outorga e o pouco desembolso para a entrada da mina em operação, para garantir a prioridade, em seguida mudam o regime para o de autorização e concessão que é permanente, ainda que mais oneroso.

Apesar do perfil de não investimento, o quadro de crescimento dos últimos anos gerou, segundo reportagem do jornal Valor Econômico (2011), expectativas de investimento expressivos das empresas do setor. Segundo a matéria, um estudo elaborado pela Anepac e pelo Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram) projeta que entre 2011 e 2014, cerca de 3 mil empresas de agregados investirão aproximadamente R\$ 2 bilhões, distribuídos por todo o país.

5.5 Capacitação de mão-de-obra

As empresas produtoras de agregados não utilizam diretamente, na atividade extrativa, mão-de-obra significativa, mas as etapas subsequentes, sim. A relação ultrapassa 1 emprego direto para 15 indiretos.

De modo geral, a mão de obra tem qualificação média inferior a empresas de outros setores. Na maioria das vezes, ela é formada dentro da própria empresa, com a experiência sendo passada pelos funcionários mais velhos.

Existe uma carência na oferta de mão-de-obra qualificada de nível operacional. Na medida em que equipamentos mais sofisticados passam a fazer parte do dia a dia das pedreiras, a falta de qualificação torna-se um problema sério. A solução encontrada por essas empresas são treinamentos de 10 a 15 dias para os operários na tentativa de criar mão de obra interna, porém existe uma concorrência com as grandes obras e a construção civil tradicional, que atraem os profissionais, principalmente os operadores de equipamentos e máquinas.

Já em relação ao nível técnico, segundo os especialistas do SINDIPEDRAS/SP, o ideal seria que cada pedreira tivesse pelo menos um profissional de formação superior técnica, o que resultaria em um melhor aproveitamento da jazida e economia no processo de produção. As pequenas empresas não possuem condições financeiras para atrair e manter esses profissionais.

A previsão de empregos diretos, nas atividades fins, mineração e beneficiamento de agregados, face aos aumentos de produção previstos, agravarão a necessidade de mão de obra especializada em todos os níveis do setor. A tabela a seguir mostra a previsão até 2030, diferente da estimativa apresentada anteriormente segundo a ANEPAC, dos empregos diretamente ligados à produção do setor de agregados segundo o Plano Nacional de Mineração 2030:

Tabela 18 – Estimativa de consumo de Agregados Minerados até 2030

Agregados	2008	2015	2022	2030
Areia	11.634	17.055	24.936	35.736
Brita	19.767	28.967	42.358	60.758
Total	31.401	46.022	67.294	96.494

Fonte: DNPM (2011b)

5.6 Canais de distribuição

A areia produzida pelas mineradoras é carregada diretamente dos silos de areia e destes para os caminhões fora de estrada ou para os pátios de estocagem, mediante o uso de pás carregadoras. O transporte para distribuição é feito por caminhões. Os caminhões fora de estrada usados no transporte da areia para os consumidores têm volumes variáveis de 10 a 20 m³. Em algumas situações a areia é transportada por barco ou por trem.

O carregamento e transporte em pedreiras, em geral é feito com carregadeira frontal/ caminhão. O transporte por caminhão é vai desde a frente de lavra, até a unidade de britagem e depois para o mercado consumidor. Segundo SINDIPEDRAS/SP, até início da década de 80, as pedreiras ainda tinham sua frota própria e faziam o seu transporte. Estima-se que atualmente 85% do transporte de brita seja feito por terceiros.

O dimensionamento do transporte de agregados no Brasil em 2011, segundo mostra reportagem da revista Areia & Brita, produzida pela ANEPAC (2012), indicou que ocorreram 24,1 milhões de viagens no ano, o que representou, em média, 2,4 bilhões de quilômetros percorridos e um consumo total de óleo diesel da ordem de 1,2 bilhão de litros. A reportagem ainda ressalta que o transporte diário de agregados gira ao redor de 2,5 milhões de toneladas em nível nacional e envolve a utilização de uma frota de cerca de 26 mil veículos com necessidade periódica de renovação e ampliação

Só na região metropolitana de São Paulo, que abrange 39 municípios, foram feitas 4.300 viagens diárias para o transporte de brita. Considerando conservadoramente que em média, cada viagem tenha 30 km de distancia pra ida e 30 km para volta, calcula-se que são percorridos diariamente 288.000 km para o transporte de brita, o que totaliza aproximadamente 7 voltas no eixo da terra. Há previsão política e justificativa técnica para utilização de areioduto para transporte desse bem mineral, que, acoplado a água necessária ao seu transporte resolveria, dois problemas de áreas densamente povoadas: a oferta de areia, de um lado, e do abastecimento de água de outro. Outra

solução para reduzir o risco de acidentes rodoviários seria usar o transporte ferroviário e aquático, onde isso fosse possível.

5.7 Identificação dos entraves à formalização da atividade produtiva

O setor de agregados carece de política específica para o desenvolvimento sustentável dessa atividade tão importante para o mundo moderno. Existe um desencontro de atribuições entre diversos órgãos na regulamentação do setor.

Essa falta de entrosamento tem causado problemas aos mineradores, principalmente aos pequenos, que não sabem a quem recorrer.

Um fator que compromete a vida útil das pedreiras e portos de areia é o político-institucional. As Prefeituras, comprometidas com atividades geradoras de tributos e, desconhecendo a importância do setor, preferem, mediante edição de leis de uso e ocupação do solo fomentadoras de loteamentos e de empreendimentos imobiliários, esterilizar ou restringir significativamente a atividade mineral em seus municípios.

6. Características tecnológicas dos produtos

6.1 Qualificação tecnológica dos insumos minerais produzidos e do padrão tecnológico da produção no país

A qualidade do produto e das reservas brasileiras é alta; 85% do produto são originárias de granito e gnaíse. Pode-se afirmar que a tecnologia da areia e brita já está amplamente difundida e dominada, tanto em termos de produção como na sua aplicação no concreto, salvo algumas questões pendentes – como a extração de excesso de microfios em processo a seco, por exemplo. A tecnologia aplicada na produção de areia de brita está muito difundida no país. Contudo, não há uma tecnologia dominante, de modo que é ainda muito variável qual a tecnologia utilizada, o que depende das condições de produção.

Abaixo mostraremos as tecnologias que são usualmente utilizadas para produção de areia e brita.

a. AREIA

Para a produção de areia, as operações realizadas são relativamente simples, sendo usadas na maioria das vezes dragas semi-estacionárias com bomba de sucção para lavar o sedimento, e peneira fixa para classificação e formar uma pilha de areia desaguadora para esta seque. O processo só é diferente nas operações em reservatórios ou rios mais largos, onde são usados vários tipos de dragas, e em jazidas com características que demandem equipamentos mais específicos.

Um exemplo é o modo de extração utilizado no sistema lacustre-fluvial da Bacia do Rio Guaíba, Segundo o MME (2009a), neste local são usadas principalmente dragas de sucção autotransportadoras e dragas de alcatruzes. As **dragas de sucção autotransportadoras** executam todas as etapas da mineração (extração, carregamento, transporte e descarregamento). Possuem grande agilidade, necessitam de poucos funcionários e podem carregar grandes quantidades de material, tornando economicamente viáveis jazidas situadas a mais de 100 km do mercado. Já **as dragas de alcatruzes** não têm propulsão própria, precisando de rebocadores para se deslocar. A

lavra é feita por caçambas acopladas em esteira sem fim que está montada em uma lança que extrai o sedimento e o leva a barcas ancoradas ao seu lado que fazem o transporte do material até o porto, onde guindastes com caçamba “clam-shell” fazem o descarregamento.

O relatório do MME (2009a) também mostra o exemplo de jazidas com características especiais. Segundo o documento, outros métodos e diferentes equipamentos são usados em outros países de acordo com as características das jazidas que eles possuem. Os mais comuns são as escavadeiras do tipo “*bucket-wheel*”, *dragline*, de arraste (*drag-scraper*), dragas de alcatruzes, dragas de sucção e dragas pneumáticas. Abaixo segue uma breve descrição de cada um desses equipamentos:

- **Escavadeiras compactas tipo *bucket-wheel*:** Utilizadas com mais frequência em condições especiais na Europa, ela consiste de uma roda com várias caçambas que executa uma operação contínua de escavação do sedimento. Correias transportadoras levam o material até o beneficiamento. Não são muito comuns em operações de areia e cascalho, pois são muito pesados.
- **Escavadeiras tipo *dragline*:** Usadas tanto em operações secas como em operações com água. Equipamento montado em esteira com seção superior que gira com lança que atira a caçamba e o arrasta de volta após o enchimento, gira a esteira e descarrega a caçamba em caminhões ou em pilha. Consegue cortar depósitos até 15 m de profundidade e pode produzir de 40 a 300 m³/h.
- **Escavadeiras de arraste (*drag-scraper*):** Podem ser utilizadas em operações secas ou com água. A diferença em relação à *dragline* consiste na necessidade de sistema de ancoramento onde corre o cabo da caçamba. A máquina fica de um lado da escavação e o sistema de ancoramento do outro. A caçamba vazia é movida pelo sistema de cabo até o outro lado da cava e é puxada de volta para a máquina para extrair o material. O material é descarregado em silo ou peneiras por meio de um chute. As caçambas podem ter de 2 a 10 m³. Podem ir até 25 m de profundidade com extração de 50 a 260 m³/h, dependendo da potência do equipamento
- **Dragas de alcatruzes:** Comumente usadas para operações contínuas. Existem dois tipos: escavadeiras e dragas flutuantes. A profundidade máxima de escavação em operações de areia e cascalho é de 15 m para uso em terra firme (escavadeira) e de 21 m para equipamento flutuante. A produção varia entre 100 e 400 m³/hora dependendo da potência do equipamento. O maior problema para sua utilização é o alto nível de ruído. Esses equipamentos podem ser operados de duas formas. Uma, por meio de corte paralelo e que ocorre quando o equipamento se move paralelamente durante a escavação, removendo o material a profundidade constante e sua lança onde estão acopladas as caçambas permanece na mesma posição durante o corte. A outra forma, corte em queda, é caracterizado pelo fato de que a lança que está inicialmente levantada é baixada e pressionada durante a extração até que a profundidade planejada é atingida. As duas formas podem ser usadas tanto em operações em terra como em água. A diferença básica é que as caçambas da escavadeira de alcatruzes ficam em ação por quase todo o comprimento da lança, enquanto no caso da operação flutuante somente a caçamba que está na ponta penetra. Neste caso, a vantagem está na possibilidade de penetração maior. Além disso, no caso da draga flutuante, a direção de rotação da esteira com as caçambas é invertida, de modo que as caçambas cheias sobem pela parte de cima da lança. Diferentemente das escavadeiras de caçambas usadas em outros tipos de minerações é que a ponta da esteira de caçambas não se move a uma trajetória definida, mas fica suspensa livremente

- **Escavadeira com caçambas tipo “clam-shell”:** Usada na Europa montada em embarcação. Ela pode atingir profundidades superiores a 100 m, podendo produzir de 60 a 500 m³/h de acordo com a potência. Como se trata de operação descontínua, a produção depende do tamanho da caçamba e da profundidade de extração. Quando escava material sem coesão, a caçamba produz uma cratera e ela é pressionada até atingir a profundidade desejada. Se for material consolidado, esse tipo de ação não é possível, pois forma-se uma parede muito inclinada e há o perigo da caçamba ficar enterrada. Nesse caso, trabalha-se com cortes menos profundos e com maior frequência de alçamentos. Hoje em dia, escavadeiras operadas hidráulicamente também estão sendo usadas juntamente com as operadas por cabo. Bomba hidráulica acionada eletricamente é instalada na cabeça da caçamba e dois ou quatro cilindros agem para abrir e fechar as mandíbulas. A vantagem dos acionados hidráulicamente é a maior pressão de fechamento e maior preenchimento da caçamba, principalmente em material consolidado como jazidas de cascalho
- **Dragas de sucção:** São equipamentos de escavação contínua. A profundidade de extração, dependendo do tipo de material sólido pode chegar a 20 m. Com o uso de bomba submersa, pode chegar a 30 m. Dependendo da potência, a produção pode variar de 75 a 500 m³/h. A bomba é o item mais importante da draga de sucção. A função do projetista é combinar de forma mais adequada necessidade de baixo desgaste, alta eficiência e limite da maior partícula admitida. Em operação, a draga produz um buraco no qual o cano de sucção vai baixando conforme a profundidade aumenta. Se o material permite, o buraco é aprofundado até a profundidade planejada antes que a draga se desloque alguns metros após levantar o cano de sucção. Se a pressão produzida pela bomba não é suficiente para remover o material de sua estrutura natural, ajuda mecânica ou hidráulica pode ser usada
- **Dragas pneumáticas:** Nesse tipo de draga, um tubo injeta ar através de um cano paralelo ao cano de extração de material. O ar comprimido é injetado na parte inferior do cano de extração que deve ficar em posição vertical para evitar segregação. Ele é projetado para permitir ação telescópica para que ele possa ser baixado durante a operação. A altura da cabeça do cano de produção fora da água por onde o material sai e o comprimento da parte imersa do cano estão relacionados e por esse motivo dragas pneumáticas precisam de uma profundidade mínima de extração de 6 a 8 metros. A profundidade máxima, teoricamente, não tem limite, embora nas versões atuais cheguem a 90 m. Dependendo da potência, atingem produções entre 65 e 420 m³/h. O perigo de entupimento tem limitado o uso dessas dragas

b. BRITA

A produção de rocha para brita, segundo MME (2009b), envolve desmonte de rocha, britagem e classificação. Nas operações unitárias de perfuração, desmonte, carregamento e transporte, a evolução da atividade segue os mesmos padrões de qualquer mineração de rocha dura.

Quando observamos a tecnologia usualmente utilizada na perfuração da rocha nos últimos anos, podemos observar, como nos mostra o relatório do MME (2009), que há uma tendência da substituição de perfuratrizes pneumáticas por perfuratrizes hidráulicas. Nos casos de desmonte por explosivos, podemos observar que a emulsão bombeada vem tomando o lugar de explosivos encartuchados. Isso pode ser justificado pelas exigências ambientais, já que pedreiras muitas vezes estão em áreas urbanizadas. Deste modo, tem-se utilizado com frequência sistemas de iniciação não-elétrica.

A extração de rocha sem o uso de explosivo, segundo MME (2009b), embora possível e desejável, ainda não é usada, em grande escala, no Brasil, para produzir brita. Contudo, esta prática é muito usada na Europa, dada a existência de restrições ao uso de explosivos e os impactos produzidos pelas detonações. Os equipamentos mais comumente usados nesse caso são os rompedores hidráulicos, mineradoras de superfície, tratores de esteiras com escarificadores e escavadeiras.

Já no processo de carregamento da rocha detonada, a carregadeira sobre pneus ainda é predominante, apesar de estar aumentando o uso de escavadeiras hidráulicas. Quando há muitas frentes de lavra, carregadeiras sobre pneus são mais vantajosas, pois têm mais mobilidade e podem deslocar-se rapidamente de uma frente a outra. No transporte da rocha, caminhões de estrada de 25 t a 35 t são os mais comuns. Equipamentos de carregamento e transporte de grande porte não são empregados mesmo nas pedreiras maiores que têm produção nominal anual acima de um milhão de toneladas trabalhando em um turno.

Outra máquina também utilizada na produção de brita é a mineradora de superfície. Essas, como nos mostra MME (2009b), são máquinas de fresagem com porte maior e grande potência. Eliminam a necessidade de explosivos, britagem primária e oferecem a descarga contínua dos materiais nos caminhões de transporte. No Brasil, é possível encontrar em operação um exemplo desta máquina na pedreira que abastece a fábrica de cimento da Cimpor, em João Pessoa na Paraíba. O uso do equipamento deu sobrevida à pedreira de calcário que estava para ser fechada.

Um outro ponto interessante na produção de pedra britada refere-se ao tipo de planta utilizado. Em sua maioria, as plantas são fixas; contudo o uso de equipamentos móveis tem cada vez mais se difundido. Segundo o MME (2009b), em pedreiras onde há uma demanda muito específica, o uso deste tipo de máquina pode ser uma alternativa interessante. Algumas poucas pedreiras comerciais já os estão utilizando e há muito interesse entre os empresários sobre o assunto. Na Europa e na América do Norte, essa tendência está bastante difundida. Como nos mostra o relatório do MME (2009b), as empresas que comercializam essas máquinas argumentam que a vantagem dos sistemas móveis está na rapidez de implantação, não sendo necessário a elaboração de projetos uma vez que quem compra sabe quais são os modelos oferecidos e podem verificar se os desenhos foram aprovados e comprovados em situação de operação. Além disso, o início da operação é quase imediato após a entrega do produto. O relatório ainda apresenta outras vantagens deste equipamento, como podemos ver abaixo:

- Planta vai à rocha com economia em transporte, já que a frota existente transporta material já britado e não rocha;
- Alimentação e operação feitas por uma só pessoa, pois conjunto trabalha com controle remoto que fica com o operador da carregadeira ou escavadeira;
- Não necessita de projeto elétrico ou de construção civil;
- Maior valor residual.

Outra vantagem deste tipo abordada pelos autores do relatório do MME (2009b), além de uma planta móvel ser mais econômica que uma planta fixa equivalente de mesma potência em britagem primária, eles garantem que, dentro do máximo de capacidade do semimóvel, elas são viáveis, levando-se em conta que a planta fixa precisa de outros investimentos. Por fim, eles acabam admitindo que, na britagem secundária, as plantas fixas possam ser mais econômicas.

Na América do Norte, também é possível encontrar plantas com britagem e classificação totalmente automatizadas. Como nos mostra MME (2009b), essas plantas funcionam da seguinte maneira: o carregamento e o transporte da rocha são feitos durante o dia acumulando a rocha em pilhas. Essas pilhas são retomadas automaticamente e as plantas totalmente automatizadas aproveitam as horas de energia fora do pico para britar e classificar, reduzindo o custo operacional.

Por fim, temos também as pedreiras subterrâneas, que são cada vez mais comum nos Estados Unidos e Canadá. São lavradas geralmente no sistema salão e pilar, com a britagem sendo feito também em sub-superfície. Com isso, reservas que seriam inaproveitáveis devido à resistência dos habitantes das cidades podem ser lavradas, com confinamento de ruídos e poeira.

6.2 Prospecção sobre inovações tecnológicas

Segundo artigo publicado por Toshihiko Ohashi no Anuário ANEPAC 2011, com o título de “Aplicação de Britagem *Truckless* com *Glory Hole*”, dentro do conceito de britagem *in-pit* a modalidade denominada *truckless*, ou seja, o transporte do ROM feita sem o uso de caminhões vem ganhando maior destaque.

Segundo este artigo, no processo de Britagem In-Pit, vem sendo cada vez mais utilizada pois permite diminuir os custos operacionais da operação mineira. Junto com este novo tipo de processo, está se tornando cada vez mais comum o uso de de gloryhole ¹, que possibilita a exploração jazidas de difícil acesso, com reduzido custo operacional, baixo impacto ambiental e alto nível de segurança. Outras vantagens do uso deste método são a redução significativa do custo de transporte, visto que a movimentação vertical, que é o componente mais dispendioso no transporte do ROM quando envolve grandes desníveis, sai a custo zero. Mesmo tendo um alto custo de implantação, uma vez que além do glory-hole, é necessário também construir um túnel horizontal, várias minerações ao redor do mundo, incluindo plantas para produção de agregados de médio porte.

6.3 Principais obstáculos e tendências.

O principal obstáculo para o desenvolvimento das atividades das pequenas empresas no setor de agregados, segundo nos mostra o Ferreira e Silva (2004), é a falta de tecnologia adequada, de modo a permitir o melhor aproveitamento dos minérios explorados. Esse fator é ainda mais relevante nas atividades de lavra, em céu aberto, no qual se utilizam pouca ou quase nenhuma tecnologia. Ainda segundo o CETEM (2004a), outro problema é que a maioria das tecnologias utilizadas são importadas e não necessariamente as mais adequados para se explorar os minerais brasileiros. Existem tecnologias brasileiras, contudo o país ainda continua a importar grande parte dos processos minerais que utiliza.

7. Planos de ordenamento territorial

O ordenamento territorial visa planejar o crescimento municipal, de forma a atender às expectativas da sociedade, em concordância com aspectos físicos, bióticos e econômicos da região. São frequentes os conflitos entre este ordenamento e a produção de agregados. Os grandes centros consumidores ainda contam com importantes reservas de areia e brita em suas proximidades, porém, a maior parte dessas jazidas não está acessível ao aproveitamento por falta de um ordenamento territorial.

¹ Glory-hole. É um poço vertical construído usando o método de “raise boring”.

Na prática, a Mineração de Agregados está impedida de promover um planejamento adequado de investimentos e de produção em áreas próximas aos mercados consumidores, pois esbarra em restrições legais e resistências de grupos sociais que impedem o aproveitamento racional das jazidas. Sem poder produzir nas proximidades das manchas urbanas - uma regra básica em países desenvolvidos e com elevada consciência ambiental -, a mineração de agregados em algumas regiões metropolitanas, principalmente no estado de São Paulo vem gradativamente se deslocando para áreas mais afastadas, invariavelmente para locais que só seriam viáveis técnica e economicamente dentro de 20 a 30 anos.

O ordenamento territorial deve ser administrado pelo governo, porém os próprios órgãos públicos não entendem a necessidade do ordenamento territorial. O DNPM, por exemplo, não tem as estatísticas necessárias para a realização de um ordenamento e não há um alinhamento entre os próprios órgãos, e entre a mineração e o governo. De outro lado, é imperioso conscientizar as autoridades municipais sobre a necessidade de se proteger as jazidas minerais existentes em seu território, dada a sua importância socioambiental e principalmente pela diminuta área a ser utilizada e pela recuperação obrigatória da área minerada. Ademais, não fornece às Prefeituras a perfeita localização dessas jazidas, o que permitiria protegê-las de usos impróprios do solo. Essa postura subsidiária eventuais planos diretores de mineração em seus territórios.

No Brasil, a Constituição Federal estabelece que a competência para legislar sobre recursos minerais é exclusiva da União. Portanto, os Estados e os Municípios não podem legislar sobre matérias e aspectos relacionados diretamente com os recursos minerais. Um aspecto controverso, todavia, é o que se refere à atribuição dos municípios para atuar no interesse local. Ora, sob a égide desse princípio os municípios introduzem em seus planos diretores e nas leis de uso e ocupação do solo, regras que esterilizam a atividade mineral, matéria só resolvida mediante pronunciamento do judiciário. Destaca-se também no Brasil, que as questões ambientais, entre elas o modelo de uso e ocupação do solo pela indústria de mineração são regulamentadas por um conjunto de valores, princípios, leis e regulamentos codificados sob a legislação ambiental e sob a legislação com repercussão ambiental.

Não se pode esquecer que a mineração é considerada pela Constituição Republicana de 88 como sendo de interesse nacional e pelo Código Civil, pela Lei nº e pela Resolução CONAMA 369/2006 como de utilidade pública ou de interesse social, merecendo, por isso mesmo as devidas proteções legais.

A mineração de agregados, por ser aquela que gera produtos que tem uso direto na construção civil, deveria merecer tratamento diferenciado do governo, desde a desoneração tributária, passando pela valorização da atividade, a desburocratização dos licenciamentos e, principalmente, a disponibilização de novas áreas de mineração próximas aos centros urbanos, que se encontram escassas por decorrências das fortes restrições legais. Recentemente a Presidente Dilma Roussef editou medida reduzindo taxas aplicadas ao segmento, o que repercutirá favoravelmente ao setor. Alguns Estados também o fizeram com os impostos estaduais.

Segundo o artigo "Sinal de alerta para a mineração de agregados em São Paulo: precisamos planejar e atualizar as leis" da revista Areia & Brita, a maioria dos municípios brasileiros não tem um ordenamento territorial adequado às necessidades e demandas atuais, e a mineração, invariavelmente, tem que competir com outras atividades que não tem a mesma rigidez locacional. Como principal resultado, temos o desenvolvimento de um processo de esterilização das jazidas. Um exemplo citado pelo artigo é o do Canadá, onde a mineração é vista como uma atividade indutora do desenvolvimento sustentável das províncias, e seu estabelecimento próximo e/ou junto aos centros urbanos se deve, principalmente, ao respeito à rigidez locacional das reservas minerais.

Durante todo o estudo foram realizadas análises e conclusões quanto ao sistema regulatório, ao processo produtivo de agregados e quanto ao produto em si, gerando grandes insumos para a realização de um ordenamento territorial. Foi constatado nos últimos anos migração das unidades produtoras do regime de **menor estabilidade** (licenciamento) para o de **maior estabilidade (concessão)**, e também migração quanto a métodos produtivos, como por exemplo, para o método de bancada na produção de brita, devido a exigências ambientais. Verifica-se que mudanças de cunho legal podem estimular importantes aprimoramentos tecnológicos, com relevantes contribuições em termos de ordenamento territorial e melhoria ambiental.

Falta à incipiente política de agregados promover uma interação entre União, Estados e Municípios, visando definir competências e atribuições de cada um deles, eliminando superposições e lacunas, agilizando o processo de outorga dos títulos correspondentes. Uma bandeira a ser desfraldada é a da descentralização para os Estados de algumas das competências federais, especialmente porque esses produtos são de uso local ou regional. Ademais, Estados e Municípios cuidam dos desafios sociais e ambientais e, por isso, devem ter participação efetiva nos atos de outorga e de fiscalização da atividade mineral, ela também um recurso ambiental.

8. Aspectos jurídico-institucionais

A legislação mineral indica os regimes para exploração e aproveitamento das substâncias minerais do Brasil, estabelecendo os requisitos e condições para a obtenção dos títulos minerários, por meio de um procedimento administrativo adequado.

Os regimes são os seguintes: autorização de pesquisa; concessão de lavra; licenciamento; permissão de lavra garimpeira, registro de extração; monopólio (minerais nucleares e parcialmente petróleo e gás) e as chamadas leis especiais.

No regime de autorização de pesquisa, que é preparatório para a lavra futura, objetiva-se investigar o depósito mineral por determinado prazo (de 1 a 3 anos, prorrogável), visando descobrir, conhecer, definir geometricamente e avaliar economicamente o depósito mineral. Os trabalhos de pesquisa, segundo o § 1º do art. 14 do Código de Mineração, compreendem, entre outros, levantamentos geológicos pormenorizados da área, estudos dos afloramentos, levantamentos geofísicos e geoquímicos, aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens, amostragens sistemáticas, análises físicas e químicas das amostras, ensaios de beneficiamento, trabalhos estes de baixíssimo impacto ambiental. O aproveitamento dos bens minerais, neste regime, só é possível excepcionalmente por meio de Guia de Utilização, extração condicionada à outorga da licença ambiental. Disto resulta que este regime, embora mais consistente tecnicamente, é mais oneroso e moroso, já que depende de trabalhos técnicos e desembolso de dinheiro em três momentos diferentes: 1) previamente, vale dizer, antes do início da atividade; 2) concomitante, quando desenvolvidos na vigência da autorização e 3) posteriormente, ao final do prazo de validade da pesquisa autorizada. Neste regime, a outorga do título é ato vinculado, mas a aprovação do relatório final é discricionária.

O Alvará de Pesquisa, por ser mera expectativa de direito, não assegura legalmente ao seu titular direitos econômico-financeiros sobre ele. É expectativa de direito, exatamente porque se trata, primeiro, de uma atividade geologicamente aleatória e, segundo, por se tratar de ato discricionário da Administração Pública, conforme estabelece o artigo 42 do Código de Mineração, aplicado analogicamente e por antecipação ao caso presente, que diz *“in verbis”*:

“Art. 42 – A autorização será recusada, se a lavra for considerada prejudicial ao bem público ou comprometer interesses que superem a utilidade da exploração mineral, a juízo do Governo.”

Aprovado o relatório de pesquisa, passa-se ao segundo regime previsto no Código, que é o da Concessão de Lavra, cuja definição encontra-se assim transcrita no art. 36 do referido Diploma Legal:

“Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas”.

Trata-se de regime exclusivo de pessoas jurídicas. Para tanto, há a necessidade de o requerimento de lavra vir acompanhado do competente Plano de Aproveitamento Econômico da Jazida – PAE (art. 38, VI, do Código de Mineração). Este plano prevê a apresentação dos diversos projetos de engenharia, incluindo as ações necessárias à preservação ambiental, à recuperação da área degradada, bem como o projeto de fechamento da mina.

Nessa fase, contrariamente à anterior, há realmente intervenção significativa na natureza, pois ela compreende a extração de recursos minerais existentes em determinado local e que levaram milhares de anos para se formarem. Da mesma forma, pelas características da atividade, também é um regime oneroso porque depende para sua liberação e manutenção de inúmeros trabalhos técnicos e administrativos, mas contrariamente ao que se disse para fase da pesquisa mineral, este regime atribui à jazida um valor econômico-financeiro, que 12 deverá constar do ativo imobilizado da empresa, consoante obriga o art. 1º do Decreto 69.885/71, assim redigido:

“Art. 1º - As empresas de mineração registrarão em sua contabilidade os direitos de lavra. § 1º - O valor original, a eventual reavaliação e a correção monetária dos direitos de lavra constarão discriminadamente do Ativo Imobilizado”.

Outro regime voltado ao aproveitamento mineral é o Licenciamento, previsto no inciso III, do art. 2º do Código de Mineração e regulamentado pelas leis 6.403/76 e 6567/78. É um regime previsto, mas não exclusivo, para o aproveitamento das seguintes substâncias minerais: areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção Civil; no preparo de agregados e argamassas; rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins; argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha; rochas quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivos do solo na agricultura. Estas substâncias podem ser lavradas indiferentemente pelo regime de autorização e concessão ou pelo regime de licenciamento.

A área a ser licenciada não pode ultrapassar 50 ha. É um regime exclusivo do proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização e depende da obtenção do interessado de licença específica expedida pela autoridade administrativa municipal e do seu registro no DNPM. A licença municipal deverá contar obrigatoriamente o prazo de sua validade, que é contada da data de sua expedição. Expirando esse prazo ou vencidas as autorizações necessárias à instrução processo, é assegurado ao titular o direito de prioridade, desde que ele apresente, dentro de 30 dias, as suas

respectivas renovações e desde que não haja descontinuidade nos prazos estabelecidos originalmente. Faculta-se ao titular do regime de autorização e concessão e de licenciamento transformar aqueles regimes neste, ou vice-versa, sem que a mudança pleiteada suspenda o exercício da atividade extratora.

Sobre este regime, que foi instituído com vistas ao desenvolvimento de pequenos núcleos minerários e por pressão legítima de inúmeras Prefeituras, há posições doutrinárias que o condenam, com destaque para dois argumentos básicos, um legal e outro econômico-institucional. O primeiro refere-se a eventual inconstitucionalidade da lei 6.567/78. O argumento básico é que o § 1º do artigo 176 da Constituição Federal de 1.988 ao estabelecer que

“A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o caput deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização e concessão da União, (...)”

revogou expressamente aquele diploma legal; o segundo argumento afirma que o licenciamento mineral, ao dispensar os trabalhos de pesquisa mineral, sub aproveita o recurso eventualmente existente na área.

Ainda que ponderáveis tais argumentos, não podem ser aceitos porque são extremamente pontuais. Assim, a questão da inconstitucionalidade fica prejudicada porque não houve dispensa da autorização federal, apenas dividiu-se a anuência pública em dois graus de jurisdição, a municipal, por meio de licença específica, aqui entendida como sendo a adequação da atividade às leis de uso e ocupação do solo municipal e, portanto, preparatória para a liberação efetiva da atividade mediante a autorização federal, erroneamente denominada de registro da licença municipal. Não se questiona o poder discricionário do DNPM para recusar o registro solicitado, se assim entender conveniente e necessário, numa demonstração inequívoca da sua competência exclusiva e preponderante sobre a matéria.

Quanto a eventuais prejuízos pelo desconhecimento técnico-econômico decorrente da ausência de trabalhos de pesquisa, é verdade que isso pode ocorrer, mas não é menos verdade que o regime foi idealizado para atender micros empresários do setor que, sem condições econômico-financeiras para os onerosos custos da empreitada, mas com conhecimentos empíricos sobre a realidade mineralógica dos pequenos depósitos onde atuam, suprem convenientemente aquela lacuna. Ademais, via de regra é um regime para pequenos depósitos minerais, quase sempre aflorantes o que possibilita conhecê-los empiricamente. Este regime, por ser ágil, econômico e permitir uma atuação imediata sobre o depósito mineral, ainda que não ofereça a mesma segurança jurídica, é o mais procurado por pequenos mineradores, receosos do custo do regime de autorização e concessão e da inevitável demora na tramitação de seu processo junto ao órgão federal.

Por outro lado, é um regime que, por cuidar de substâncias minerais, cuja economicidade está diretamente ligada à localização da jazida, possibilita uma interação proveitosa e harmônica entre os diversos órgãos responsáveis pela atividade mineral. A vingar a tese de sua substituição por outros regimes, corre-se o risco de comprometer inexoravelmente a mineração em áreas urbanas e suburbanas pela eventual esterilização de depósitos minerais determinada pelos órgãos municipais receosos do prazo indeterminado do regime de concessão de lavra.

Por fim, tratando-se de aproveitamento de agregados para construção civil há o regime denominado de Extração Mineral, instituído pela Lei 9.827, de 28/08/1999, regulamentada pelo decreto 3.358, de 02/02/2000, pela MME 23/2000, pelo art. 5º da Instrução Normativa nº 5/2000 do DNPM e pela Portaria DNPM 268/05. Este regime, fruto de reivindicações de diversos órgãos

públicos do País, os quais, buscando reduzir o preço de insumos minerais necessários às obras públicas obtidos, muitas vezes, por licitações espúrias, propuseram a criação de um regime que lhes permitisse extrair diretamente os agregados para construção civil. Este regime, a nosso ver, é absolutamente inconstitucional, pois inova e contraria a Lei Maior ao permitir que pessoas jurídicas de direito público da administração direta sejam titulares de títulos minerários, contrariando o que dispõe o parágrafo 1º do artigo 176 da Carta Magna, que assim se refere sobre o assunto:

*“art.176 - (...). § 1º - A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o caput deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, **por brasileiros ou empresa constituída sobre as leis brasileiras (...).**”* Nosso o grifo.

Este regime autoriza o poder público das três esferas de Governo a extrair 1) areia, cascalhos e saibro, quando utilizados in natura na construção civil e no preparo de agregado e argamassas; 2) material sílico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo; 3) rochas, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento; 4) rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil. A autorização contempla áreas consideradas livres, podendo, excepcionalmente, ser autorizado o registro em áreas oneradas, desde que haja anuência do titular do direito mineral.

A área máxima permitida para o exercício desta atividade é de 5 ha e o prazo será aquele necessário à conclusão da obra pública a que se destinam os bens minerais, podendo, excepcionalmente ser esse prazo prorrogado, uma única vez. São vedadas: a cessão ou transferência do registro da extração, bem como do seu respectivo requerimento e a contratação de terceiros para execução das atividades de extração de que trata a legislação aplicável ao caso. É possível aditar-se nova substância mineral ao registro autorizado, desde que a nova substância se enquadre na lista dos minerais relacionados na legislação. É bem verdade e a lei é clara, que a atividade só pode ser desenvolvida em áreas livres ou, estando oneradas, mediante autorização expressa do seu titular. Infelizmente, não é isso que vem ocorrendo na prática. A persistirem tais procedimentos irregulares, a segurança jurídica, pilar fundamental nas relações sociais, ficará comprometida e com ela o setor e os pequenos mineradores estarão inexoravelmente prejudicados.

Em que pesem os argumentos contrários, tanto em relação ao licenciamento mineral quanto ao regime de extração, é certo que um e outro, a despeito de as eventuais críticas, cumprem uma salutar tarefa político-econômica e, nesse sentido, merecem sobreviver, ainda que condicionados às necessárias reformas legais.

Em suma, os regimes de exploração e aproveitamento mineral estão sujeitos a ato unilateral da Administração ou contrato administrativo (de adesão), dependendo do caso.

8.1. Compensação Financeira

Compensação financeira é uma espécie de royalty, na modalidade de preço público pelo fato de a CFEM ter sido instituída para compensar a perda dominial da União sobre os recursos minerais

extraídos e a perda de receita pelos municípios com jazidas e minas em seu território, tendo em vista a inexorável cessação desta atividade econômica quando exaurida a jazida mineral concedida.

Nas palavras do Juiz de Direito Dr. Olinto Menezes, do Egrégio Tribunal Regional Federal da 1ª Região – AC nº 93.01.28881-8 DF

“Trata-se de uma receita originária do estado, que sendo titular do domínio dos recursos minerais (art. 20, IX – CF), permite ao particular a sua exploração, recebendo por isso uma contrapartida deferida à entidade política em cujo território, plataforma continental ou zona econômica exclusiva se situa a atividade exploratória.

O embasamento jurídico para sua criação pode ser encontrado no parágrafo 1º do artigo 20 da Constituição Federal que estabelece que “É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.” Quem definiu a alternativa compensatória (pagamento em espécie), o percentual devido (até 3%), bem como a base de sua aplicação (faturamento líquido) foi a Lei 7.990/89 (arts. 1º e 6º).

Esta lei foi alterada pela Lei 8.001/90, que sofreu modificações por meio da Lei 9.993/00, especialmente no que se refere à definição de faturamento líquido, ao percentual da compensação financeira relativo às diversas substâncias minerais extraídas e à distribuição dos valores arrecadados. A definição de faturamento líquido é a mais imprópria possível (total das receitas de vendas, excluídos os tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, as despesas de transporte e as de seguro).

Por esta definição é bem provável que algumas minerações paguem a CFEM, mesmo tendo prejuízo econômico-financeiro. Os percentuais ficaram assim distribuídos: minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio: 3%; ferro, fertilizantes, carvão e demais substâncias minerais: 2%; pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres: 0,2%; ouro: 1% quando extraído por empresas mineradoras, isento os garimpeiros.

A distribuição da receita da CFEM será feita da seguinte forma: 23% para os Estados e Distrito Federal, 65% para os Municípios e 12% para órgãos da Administração Federal (DNPM, IBAMA e FNDCT).

A matéria, além das leis citadas, está regulamentada pelas seguintes legislações: Lei 8.177/91, que extinguiu a BTN; Lei 8.383/91, que criou a UFIR; MP 1.973-67, de 26/10/2000, que extinguiu a UFIR; Lei 10.406/2002 - novo Código Civil Brasileiro -, que reduziu os prazos prescricionais; Lei 9.993/2000; Portaria 353/2003 do Diretor Geral do DNPM, que determinou a aplicação da Lei 9.993/2000; Portaria 311/2005 do Diretor Geral do DNPM, que alterou o art.8º da Lei 7.990/1989.

Por outro lado, onerando o minerador, há outras obrigações pecuniárias previstas na legislação mineraria, aqui considerada na sua forma mais abrangente, especialmente aquelas enumeradas na Portaria 304/2.004 do Sr. Diretor Geral do DNPM.

Ademais, justo reconhecer que algumas dessas cobranças ferem dispositivos constitucionais, como por exemplo, a cobrança por certidões que informem direitos pessoais ou de grupos, consoante determina o inciso XXIV, letra “b”, do artigo 5º da Constituição Federal. Por outro lado, ainda que previsto no artigo 20 do Código de Mineração com a redação dada pela Lei 9.314/96 e, portanto, de aplicação correta, o valor da multa pelo não pagamento da TAH fere também aos princípios do Direito Administrativo, especialmente o da finalidade, da razoabilidade, da motivação, da proporcionalidade e o da gradação da pena, previstos na própria lei 9.314/96 que deu nova redação ao artigo 64 do Código de Mineração e no artigo 2º da lei 9.784/99.

Alguns desses pontos levantados merecem uma análise com vistas à sua revisão urgente, porque atingem, quase sempre, os pequenos mineradores.

9. Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *CB-18 Comitê Brasileiro de cimento, concreto e agregados*. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/cb18/>. Acessado em 02/02/2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL - ANEPAC. *Anuário ANEPAC 2011*. São Paulo, ANEPAC, 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL - ANEPAC. *Revista Areia & Brita*. Edição 57, Abril/Maio/Junho 2012, página 16. Disponível em: <http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/05/Revista57.pdf>. Acessado em: 02/05/2013.

BAUERMEISTER, K. H. *Distribuição e Disponibilidade das Áreas de Extração de Areia para a Construção Civil, Visando o Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo*. IG/USP, Orientador: Arlei Benedito Macedo, 1996;

BRASIL. *Portal da Copa*. Disponível em: <http://www.copa2014.gov.br>. Acessado em: 02/05/2013.

CABRAL JR. M. *Caracterização dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) de Base Mineral no Estado de São Paulo: subsídios à mineração paulista*. Tese de Doutorado, IG/UNICAMP, Orientador, Saul Suslick, Coorientador, Wilson Suzigan, 2008

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI*. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp. Acessado em: 02/05/2013

CÂMARA DOS DEPUTADOS. *Setor Mineral Rumo a um Novo Marco Legal*. Relator: Jaime Martins, Brasília: Câmara dos Deputados, Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica, 2011;

CAMPOS, E. E.; FRAZÃO, E. B.; CALAES, D. G.; HERRMANN, H. *Agregados para a Construção Civil no Brasil – Contribuições para Formulação de Políticas Públicas*. Belo Horizonte: CETEC, 2007.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM. *Manual de Agregados para Construção Civil*. CETEM, 2009. Disponível em: [http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Manual%20de%20Agregados%20-1a%20Edicao\(Adao%20e%20Salvador\).pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Manual%20de%20Agregados%20-1a%20Edicao(Adao%20e%20Salvador).pdf). Acessado em: 02/05/2013

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. Disponível em: www.cnt.org.br/. Acessado em 02/05/2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. *Anuário Mineral Brasileiro 2010*. Brasília, Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral, 2011a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. *Plano Nacional de Mineração 2030*. Brasília, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2011b.

FANTIM, M. *Gestão de Agregados Minerais: análise e subsídios para políticas públicas*. Tese de Doutorado, IG/UNICAMP, Orientador, Hildebrando Herrmann, Coorientador, Richard Poulin, Campinas: 2011;

FERNANDES, A. L. *Oferta e Demanda de Agregados para a Construção Civil no Município de São Carlos*. Dissertação de Mestrado, UNIARA, Orientador: Hildebrando Herrmann, 2007.

FERREIRA, G. C. *Estudos do Mercado Produtor e Consumidor de Areia Industrial no Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado, IGCE/Rio Claro, Orientador, Kenetiro Suguio, 1996;

FERREIRA, G. E.; SILVA, V.S. *Mercado brasileiro de agregados minerais e o estudo do CETEM para obtenção de Areia Manufaturada*. Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia Mineral, 2004;

FRAZÃO, E. B. *Tecnologia para Produção e Utilização de Agregados*. In: *Agregados para Construção Civil no Brasil: contribuições para formulação de políticas públicas*. Belo Horizonte: CETEC/SGM/MME, 2007;

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Déficit Habitacional no Brasil 2008*. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/indicadores-sociais/deficit-habitacional-no-brasil>. Acessado em 02/05/2013.

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. *Plano Estadual de Logística de Cargas do Estado do Rio De Janeiro*. Rio de Janeiro, Secretaria de transporte, Governo do Rio de Janeiro, 2011.

HERRMANN, H et alii. *Código de Mineração de "A" a "Z"*. Campinas: Millennium Editora, 2010;

HERRMANN, H. *Legislação Mineral, Ambiental e Tributária*, in: *Agregados para a Construção Civil no Brasil: contribuições para formulação de políticas públicas*. Belo Horizonte: CETEC/SGM/MME, 2007;

HERRMANN, H. *Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: dos conflitos existentes às soluções possíveis*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 1992;

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. *Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira*. IBRAM, 2012.

LA SERNA, H. A. *Sumário Mineral 2009 - Agregados para Construção Civil*. Departamento Nacional De Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2010.

LA SERNA, H. A. *Sumário Mineral 2010 - Agregados para Construção Civil*. Departamento Nacional De Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2011.

LA SERNA, H. A.; REZENDE, M. M. *Agregados para a Construção Civil*. Departamento Nacional De Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2009.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO – *Programa de Aceleração do Crescimento*. Disponível em: <http://www.pac.gov.br>. Acessado em 02/05/2013.

NEVES, C. A. R.; SILVA, L. R. *Universo da Mineração Brasileira*. Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral, Departamento Nacional De Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2007.

QUARESMA, L. F. *Perfil de areia para construção civil*. Ministério de Minas e Energia – MME, JMendo Consultoria, 2009.

SILVA, A. J. A. *A Produção de Agregados Pétreos na Região Metropolitana de Salvador: Panorama Econômico, Perspectivas e Alternativas*. Dissertação de Mestrado, IG/UNICAMP. Orientador: Luiz Augusto Milani Martins. 2000;

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO DE PEDRA BRITADA DO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDIPEDRAS. Disponível em www.sindipedras.org.br/. Acessado em: 11/10/2012

VALOR ECONÔMICO. *Demanda por areia continuará firme até 2015*. Caderno F, Especiais, página 4. Edição de 26/11/2011. Disponível em: <http://anepac.org.br/wp/noticia/demanda-por-areia-e-brita-continuara-firme-ate-2015/>. Acesso: 16/10/12