

Capítulo III

Materiais e Métodos

3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica foi direcionada para os setores geológico (cartas e mapas geológicos), tecnológico (no que tange a petrografia de pedra britada e implicações), e mineração de pedra britada principalmente. A busca e coleta de dados foram feitas consultando base de dados na USP, no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Associações (ANEPAC – Associação Nacional dos Produtores de Agregados para Construção Civil, SINDIPEDRAS – Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra no Estado de São Paulo, SINDIBRITA – Sindicato da Indústria da Mineração de Brita no Estado do Rio de Janeiro, AGABRITA – Associação Gaúcha dos Produtores de Brita, PEDRAPAR – Associação Paranaense dos Beneficiadores de Material Pétrico), diretamente com produtores de pedras britada nos locais, e banco de dados de domínio público na rede mundial de informática (INTERNET).

A pesquisa foi atualizada e revisada durante todo o desenvolvimento do projeto, projeto, e permitiu definir a situação do panorama regional do setor de pedra britada, geologia, e a petrografia de pedra britada (trabalhos e normas técnicas).

Como resultado da análise preliminar dos dados e a síntese das informações obtidas, foram feitos:

- ☛ elaboração de mapas temáticos (mapas geológicos regionais e de localização das minerações)
- ☛ seleção das minerações;
- ☛ planejamento da etapa de campo e amostragem.

3.2. SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas para estudo foram selecionadas de acordo com os aspectos econômicos (*produtividade, representatividade no contexto nacional, e mercado produtor*), aspectos geológicos (*representatividade dos litotipos ou rocha-fonte explorados*).

Consultando o Anuário Mineral Brasileiro e Sumário Mineral (DNPM), chegou-se a uma seleção estadual, a partir da qual se buscou informações dos mercados ou pólos produtores de pedra britada juntamente com as associações, que no caso são as regiões metropolitanas relativas à capital de cada estado. Entretanto, nem sempre a malha municipal da região metropolitana oficial é exatamente composta pelos municípios que abastecem e consomem o mercado de pedra britada, podendo sofrer variações dependendo da disponibilidade de rocha, consumo e produção de pedra britada.

Outra informação gerada diz respeito ao tipo de rocha-fonte mais utilizado para produção de pedra britada, informação complementada posteriormente com os mapas geológicos baseados em cartas da CPRM.

3.3. CONFECÇÃO DOS MAPAS GEOLÓGICOS COM A LOCALIZAÇÃO DAS PEDREIRAS

Primeiramente levantou-se os municípios que constituem as diversas regiões metropolitanas dos cinco estados. Com base nas informações das associações e sindicatos dos produtores de brita de cada estado, obteve-se um panorama geral do mercado de brita, acrescentando alguns municípios às RMs oficiais, como no caso da RMRJ e RMBH que passaram a ser denominadas de RMERJ e RMEBH.

A partir das informações fornecidas pelas associações de produtores de pedra britada, PEDRAPAR (PR); AGABRITA (RS); SINDIPEDRAS (SP); e de produtores locais em MG e RJ; obteve-se uma relação das empresas produtoras de pedra britada em cada RM.

Consultando-se o “*Cadastro Mineiro*”, serviço gratuito disponível no domínio do DNPM na Internet, aferiu-se as informações das associações e produtores com as informações oficiais disponíveis, para determinar a localização de cada pedreira nas RMs. Esse cruzamento de informações é necessário, pois, infelizmente há muita informalidade no setor, dificultando saber a localização precisa das pedreiras e os processos ainda ativos no DNPM.

A última etapa na confecção dos mapas foi a compilação das cartas geológicas, optou-se por utilizar cartas com não menos que 1:400.000 de escala, cartas essas da CPRM, DRM-RJ, EMPLASA, e planos diretores. No caso da RMBH, utilizou-se as cartas geológicas DNPM (1982) e DNPM (1984), todas em escala de 1:250.000; na RMRJ utilizou-se a carta geológica do estado (DNPM, 1998), na escala 1:400.000; na RMSP, as cartas Projeto Alto Tietê (1990) e EMPLASA (1985); na RMC utilizou-se o mapa do DNPM-MINEROPAR (2004); e na RMPA utilizou-se as cartas da CPRM (1998), CPRM (2000a), CPRM (2000b), e CPRM (2000c).

As cartas foram digitalizadas e georeferenciadas através dos Softwares *AutoCAD® autodesk® 2004* e *ESRI® ArcMap™ 9.1*; com essas bases geológicas, foi sobreposta a malha municipal e vetorizou-se todas as feições geológicas, rodoviárias e hidrográficas referentes a cada RM e a localização das pedreiras; por fim as edições finais foram feitas no software *CorelDRAW® versão 12*. Um resumo de todo esse processo pode ser mais bem visto através do fluxograma na **FIGURA 3.1**.

Ao final, gerou-se cinco cartas geológicas com a localização das pedreiras em escalas entre 1:350.000 a 1:500.000.

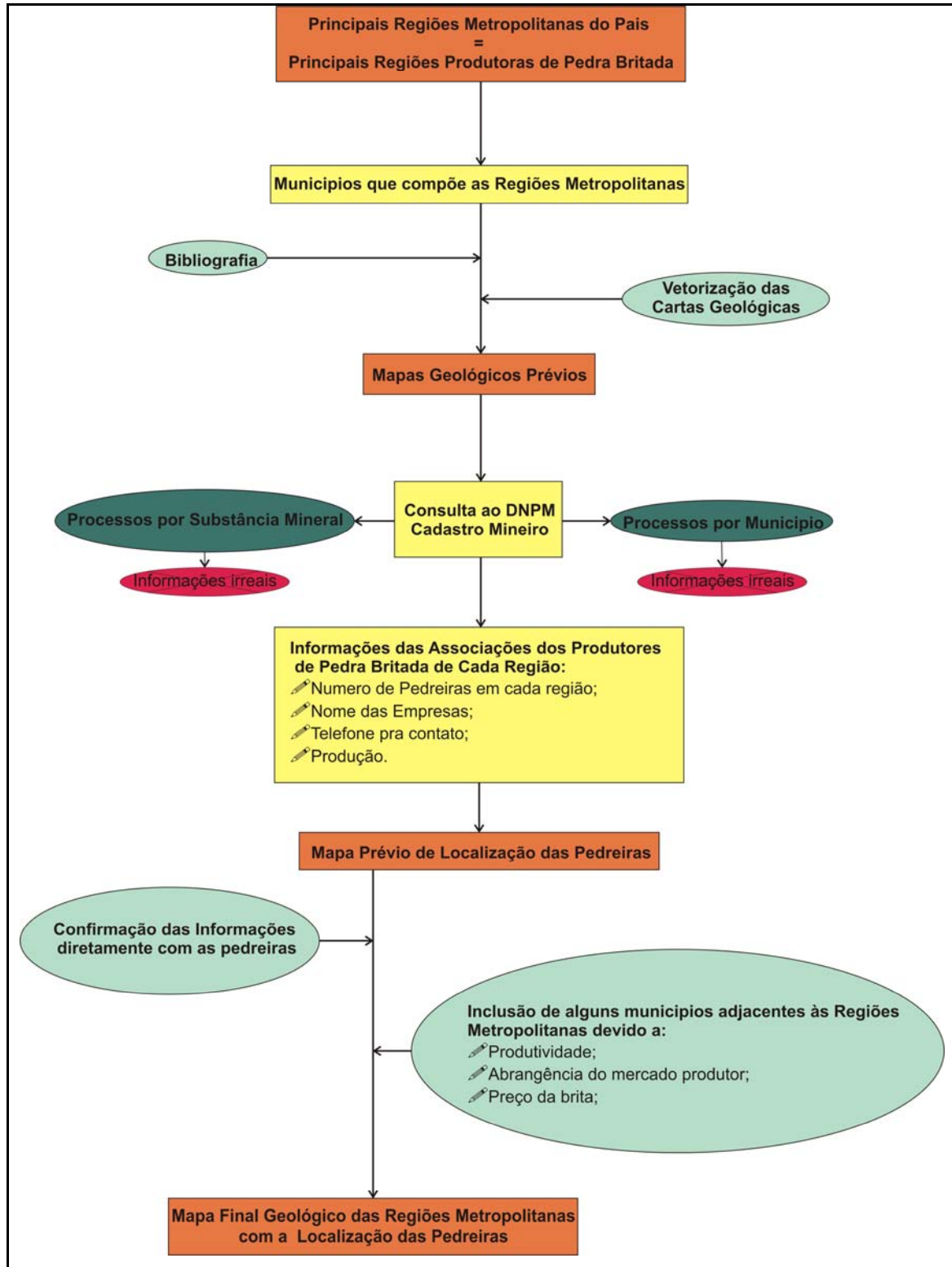


FIGURA 3.1: Fluxograma de todo o processo de confecção das cartas geológicas e de localização de pedreiras das Regiões Metropolitanas.

3.4. AMOSTRAGEM

As visitas as minerações foram feitas em três etapas; a primeira na região sul, abrangendo as RMPA e RMC; a segunda na região sudeste, abrangendo as RMERJ e RMEBH; e a terceira no Estado de São Paulo, abrangendo a RMSP. Os critérios na escolha das minerações a serem visitadas foram primeiramente, o *litotipo*, e em segundo a representatividade de acordo com a *produção*. Este segundo critério nem sempre pode ser levado em consideração uma vez que, as minerações de maiores produtividades pertencem a grandes grupos e corporações de empresas, que por vezes dificultam muito o acesso, ou muito não estão interessadas em participar de projetos acadêmicos.

A amostragem na frente de lavra foi feita segundo, primeiramente identificando visualmente os diferentes litotipos presentes, partindo então, para escolha da frente ou frentes de lavra mais representativa. Na frente de lavra escolhida, optou-se por coletar as amostras de 5 em 5 metros, ou de 10 em 10 metros dependendo do comprimento total da linha de amostragem, numa altura de 1,60 ou 0,8 metros, vide **FIGURA 3.2**. Foram coletadas as coordenadas UTM de cada local de amostra utilizando um GPS da marca GARMIN® modelo etrex vista, com precisão de 5 m.

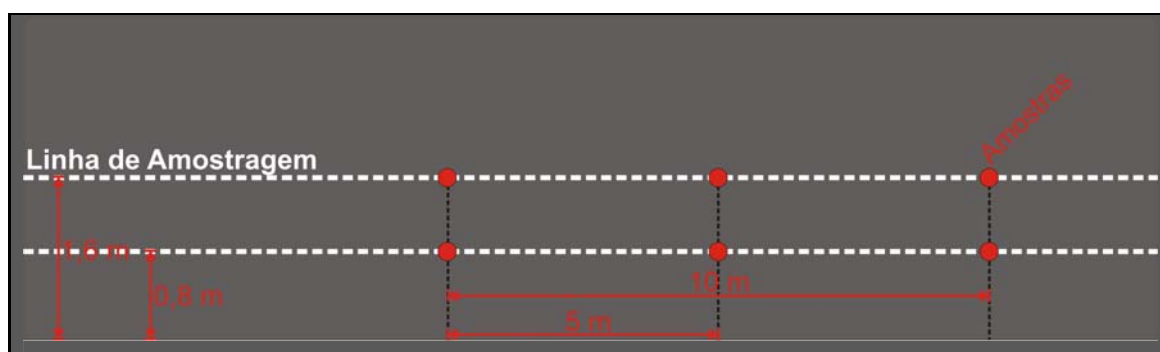


FIGURA 3.2: Esquema da disposição das amostras, nas amostragens em frente de lavra.

Como a coleta das amostras foi feita em minerações ativas, por vezes não foi possível seguir estritamente a amostragem proposta, ou por motivo de trânsito de veículos

de carga, ou pela presença de desmonte de lavra ainda não removido, ou por falta de acesso em determinadas bancadas.

Paralelamente a amostragem realizou-se o mapeamento de detalhe da frente de lavra, que definiu os melhores locais de coleta das amostras, respeitando as feições geológicas distintas. Esse mapeamento gerou diversos perfis geológicos feitos a partir da montagem de fotos tiradas de 10 em 10 m, sobrepondo-se as feições geológicas definidas e descritas em campo, editadas no software *CoreIDRAW® versão 12*, onde foram localizados nas cavas a partir de imagens de satélite do Google EARTH 4.0 24 16 (versão Beta) e georreferenciados no software *ESRI® ArcMap™ 9.1*. Perfis que serviram de base na descrição macroscópicas dos tipos petrográficos.

3.5. ESTUDOS PETROGRÁFICOS

Os estudos de petrografia das amostras coletadas foram feitos de acordo com as Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, dentre elas, “Agregados – Constituintes Mineralógicos dos Agregados Naturais” NBR NM 66 (ABNT, 1998); “Apreciação Petrográfica de Materiais Naturais, para Utilização como Agregado em Concreto” NBR 7389 (ABNT, 1992a); “Rochas para Revestimento – Análise Petrográfica” NBR 12768 (ABNT, 1992b) e de acordo com a análise petrográfica realizada no Laboratório de Petrologia e Tecnologia de Rochas, do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP.

As amostras foram descritas e classificadas de acordo com Folk (1980), para rochas sedimentares; Winkler (1974) e Juliani et al. (2002), para rochas metamórficas; e IUGS (1989) para rochas ígneas. As fotos macroscópicas foram obtidas com uma câmera digital da marca SONY, modelo *Cyber-Shot de 5.0 Megapixels DSC-V1*.

Primeiramente as amostras foram agrupadas cada qual por sua semelhança e descritas macroscopicamente, depois foram selecionadas determinadas amostras

representativas de cada grupo para laminação e depois realizadas suas descrições microscópicas.

3.1.1. Confeção das Seções Delgadas e Descrição Microscópica

Nas descrições petrográficas microscópicas além das normas ABNT citadas, utilizou-se algumas recomendações sobre os minerais deletérios mencionados pela norma americana da *Association of Standard Testing Materials – ASTM*, mais especificamente a norma “Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Natural Mineral Aggregates” C294-86 (ASTM, 1991).

Sobre a preparação, algumas amostras precisaram ser previamente serradas, e em outras foram apenas retirada uma pequena alíquota não maior que um punho para confecção das seções delgadas ou lâminas petrográficas, que foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências da USP. As seções foram feitas primeiramente serrando-se um paralelogramo de 4 cm de largura, por 3 cm altura, por 1 cm de espessura, a partir da alíquota de rocha selecionada; depois se lixando uma das faces do paralelogramo e colando-o em uma lâmina de vidro de 2 mm de espessura, com resina epóxi. A seção em paralelogramo de rocha foi então cortada até uma espessura de 5 mm, desgastada ao rebolo até uma espessura de 70 μm , e então desgastada numa placa de vidro com abrasivo gradualmente mais fino até se obter por fim uma espessura de 30 μm . A superfície debastada foi então limpa com reagente e colada lamínula de vidro com 0,2 mm de espessura por cima, com mesma resina epóxi.

As amostras de rochas carbonáticas (provenientes de Sete lagoas e Rio Branco do Sul) foram feitas sem lamínula, pois foram submetidas a tingimento para identificação de dolomita. Este tingimento consiste em mergulhar a lâmina por 1 a 3 minutos em uma solução aquecida com 0,2 g de azul de tripan, 25 ml de metanol, e 15 ml de soda cáustica a 30% de NaOH. Após este tratamento, tudo que tiver composição dolomítica na rocha obterá uma coloração azulada.

As descrições microscópicas foram feitas em microscópio ótico da marca *Olympus*, modelo BX50, com uma câmera digital acoplada, da marca *Olympus*, modelo *Camédia C-5050*, no Laboratório de Óptica do Departamento de Mineralogia e Geotectônica - GMG, do Instituto de Geociências da USP. Em complemento, utilizou-se microscópio estereográfico de luz refletida, no Laboratório de Preparações de Amostras do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental – GSA, do Instituto de Geociências da USP, no intuito de observar o os minerais metálicos ou opacos, e seu grau de alteração.

Para complementar a análise microscópica, quando necessária, foi realizada análise mineralógica de argilominerais por Difração de Raios X, no intuito de descobrir o caráter deletério, no caso expansivo do argilomineral.

Análise feita no Laboratório de Difractometria de Raios X, no Depto. De Mineralogia e Geotectônica – GMG, do Instituto de Geociências da USP, pelo método do pó. Para identificação de argilo-minerais separa-se a fração fina da amostra previamente cominuída, através de decantação sobre uma pequena lâmina de vidro. Após a completa evaporação da água a amostra é analisada pelo difratômetro, depois submetida a ambiente saturado em etilenoglicol por 12 horas, analisada novamente no intuito de se observar a presença de expansão através da mudança de distância interplanar, se necessário é aquecida para observar-se transformações de fase.

Ao final do trabalho utilizou-se uma nomenclatura de abreviações minerais modificadas de Kretz (1994) e Spear (1995), conforme **TABELA 3.1.**

TABELA 3.1: Abreviações minerais.

AF	feldspato alcalino	Mc	microclínio
Aln	allanita	Mnz	monazita
Amp	anfíbólio	Ms	muscovita
Ap	apatita	Ol	olivina
Bt	biotita	Pl	plagioclásio
Cal	calcita	Px	piroxênio
Chl	clorita	Py	pirita
Cpy	calcopirita	Qtz	quartzo
Czo	clinozoizita	Qtz (e.o.)	quartzo com extinção ondulante
Dol	dolomita	Sic	sílica críptocristalina
Ep	epídoto	Smc	esmectita
FeO	óxido de ferro	Src	sericita
Fl	fluorita	St	estaourolita
Gr	grafita	Tr	tremolita
Grt	granada	Ttn	titanita
Hbl	hornblenda	Tur	turmalina
Hem	hematita	Vd	vidro
Ilm	ilmenita	Vrm	vermiculita
KF	feldspato potássico	Zrn	zircão