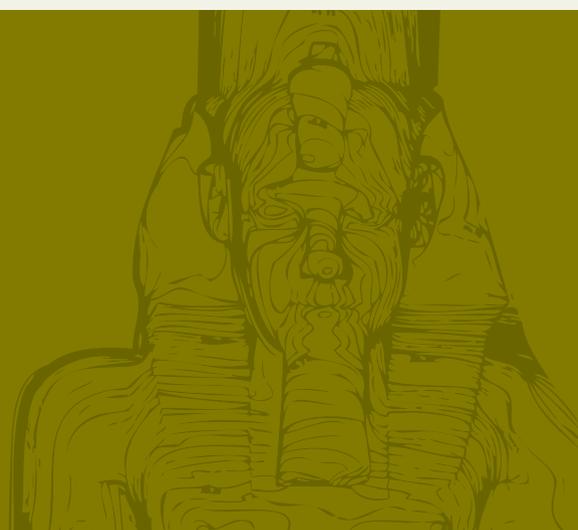
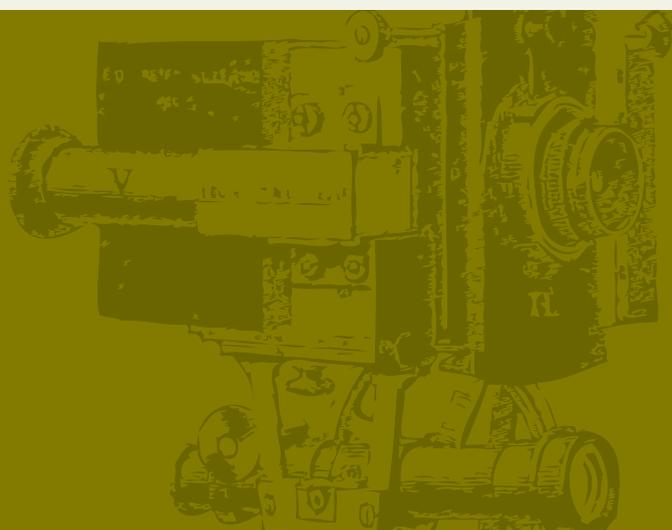


# *A Documentação como Ferramenta de Preservação da Memória*

*Cadastro, Fotografia,  
Fotogrametria e Arqueologia*

*Mário Mendonça de Oliveira*



*Programa Monumenta*

*Cadernos  
Técnicos*

**7**

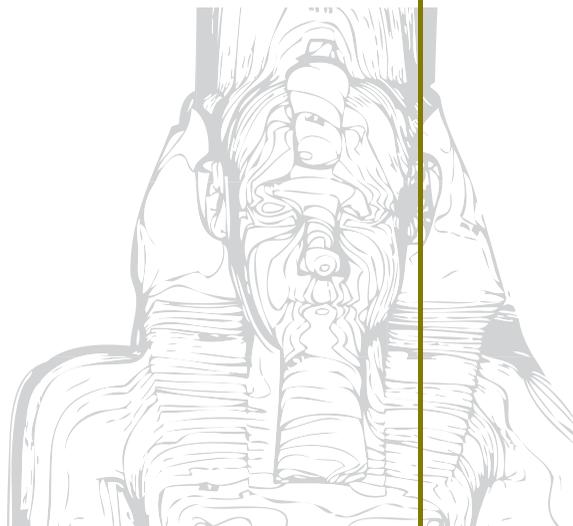
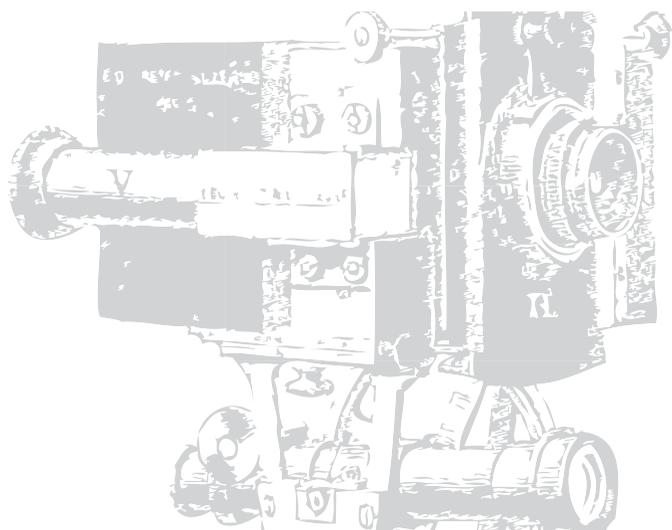
# *A Documentação como Ferramenta de Preservação da Memória*

*Cadastro, Fotografia,  
Fotogrametria e Arqueologia*

*Mário Mendonça  
de Oliveira*

## Cadernos *Técnicos*

7



## CRÉDITOS

### **Presidente da República do Brasil**

Luiz Inácio Lula da Silva

### **Ministro de Estado da Cultura**

Gilberto Passos Gil Moreira

### **Presidente do Instituto do**

### **Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**

### **Coordenador Nacional do Programa Monumenta**

Luiz Fernando de Almeida

### **Coordenação editorial**

Sylvia Maria Braga

### **Edição**

Caroline Soudant

### **Copidesque**

Maíra Mendes Galvão

### **Preparação e revisão**

Denise Costa Felipe

### **Diagramação**

Ceci Mendes Garcia / Ronald Neri

### **Fotos e ilustrações**

Karina Matos Fadigas Cerqueira, Laís Barreto, Mário Mendonça de Oliveira, Zélia Maria Póvoas de Oliveira, reprodução de imagens de textos da UNESCO, catálogos da Zeiss, Wild e Rollei.

[www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br)

[www.monumenta.gov.br](http://www.monumenta.gov.br)

[www.cultura.gov.br](http://www.cultura.gov.br)

O48d Oliveira, Mario Mendonça de

A documentação como ferramenta de preservação da memória / Mario Mendonça de Oliveira. — Brasília, DF: IPHAN / Programa Monumenta, 2008.

144 p. : il. ; 28 cm. — (Cadernos Técnicos ; 7)

ISBN 978-85-7334-069-3

1. Memória – Documentação. 2. Patrimônio – Instrumentos de Preservação. I. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. II. Programa Monumenta. III. Título. IV. Série.

CDD 306.4

*Estre beaucoup meilleur de bien faire que de bien parler...  
É muito melhor fazer bem do que falar bem...*

Philibert de l'Orme (~1510-1570).

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b>	<b>7</b>
<b>Introdução</b>	<b>9</b>
<b>1. O passado do cadastro e do levantamento</b>	<b>11</b>
1.1 O cadastro e a preservação da memória	13
1.2 Uma visão histórica do uso do cadastro arquitetônico	14
1.3 A contribuição da engenharia militar	17
1.4 Uma evolução dos instrumentos do levantamento	19
1.5 Os séculos XVIII e XIX	22
1.6 Teoria e prática	23
<b>2. Cadastros e levantamentos</b>	<b>27</b>
2.1 Os processos	29
2.2 Levantamento cadastral de precisão	30
2.2.1 O instrumental básico	30
2.2.2 Seqüência metodológica das operações	33
2.2.3 Coleta de medidas	33
2.2.4 Medidas, amarrações de pontos e sistemas de coordenadas	36
2.2.4.1 Triangulação	36
2.2.4.2 Coordenadas cartesianas	36
2.2.4.3 Coordenadas polares	38
2.2.4.4 Poligonais e caminhamentos	40
2.2.4.5 Medidas indiretas lineares e angulares	41
2.2.4.6 Outras técnicas e artifícios de medição	43
2.2.5 Nivelamentos	45
2.2.5.1 Utilização de aparelhos	46
2.3 Bibliografia recomendada	48
<b>3. A fotografia documental</b>	<b>51</b>
3.1 Considerações preliminares	53
3.2 Alguns eventos históricos	53
3.3 A fotografia documental	58
3.3.1 Algumas aplicações	59

3.4	Elementos técnicos das câmaras fotográficas	60
3.4.1	Modelos segundo desenho e concepção de funcionamento	60
3.4.2	As lentes	61
3.4.3	O que vem a ser abertura relativa	63
3.4.4	Os visores	64
3.4.5	Telemetria e focagem	65
3.4.6	Medição da luz	66
3.4.7	Correção e manipulação de imagem	66
3.4.8	Filtros	66
3.5	Iluminação dos objetos a fotografar	67
3.6	Material sensível: filmes e sensores digitais	68
3.6.1	Os filmes	68
3.6.2	Os sensores das máquinas digitais	70
3.7	Macrofotografia, microfilmagem e digitalização de documentos	71
3.7.1	Microfilmagem e digitalização	72
3.7.2	Escala da foto	74
3.8	Sistemática de documentação	74
3.8.1	Cobertura fotográfica de fachadas	74
3.9	Conservação do equipamento fotográfico	75
3.10	Bibliografia recomendada	75
<b>4. Introdução à fotogrametria</b>		<b>79</b>
4.1	As origens da fotogrametria terrestre ou aproximada	81
4.2	Os princípios da fotogrametria	84
4.2.1	Retificação de imagens	86
4.2.2	Restituição de imagens	88
4.3	Aplicação da fotogrametria terrestre	88
4.3.1	Equipamentos de fotografia métrica ou fotogrametria	89
4.3.2	O 3D <i>laser scanning</i>	92
4.3.3	Equipamentos e sistemas digitais de restituição	94
4.3.4	Arquivamento do material	97
4.4	O advento da fotogrametria aérea	97
4.4.1	Aplicação	98

4.4.2	Organização do voo	100
4.4.3	Manejando as fotos	102
4.5	Sensoriamento remoto	102
4.6	Bibliografia recomendada	103

## **5 Arqueologia e conservação do patrimônio cultural** **107**

5.1	À guisa de justificativa	109
5.2	Arqueologia e restauro arquitetônico	110
5.3	Esboço histórico	111
5.3.1	As fontes primeiras e a busca do passado	112
5.3.2	No século XVIII, a paixão pela antiguidade virou modismo	114
5.3.3	A arqueologia faz escola no século XIX	117
5.3.4	A arqueologia torna-se ciência no século XX	119
5.4	Conhecimentos auxiliares da arqueologia	120
5.5	Preparação para a pesquisa de campo	122
5.5.1	A ocupação humana do território	122
5.5.2	Investigação sistemática do terreno: prospecção aérea	123
5.5.3	A fotointerpretação	124
5.6	Pesquisa do terreno: sondagens não destrutivas	125
5.7	Preliminares da escavação	128
5.8	Execução das escavações	129
5.8.1	Ensaio de escavações	129
5.8.2	Escavações de construções enterradas	131
5.8.3	Estratigrafia	133
5.8.4	Recuperação de objetos	134
5.8.5	Procedimentos conservativos no canteiro	135
5.9	Bibliografia recomendada	136

## **Anexo**

A	Lista de Ilustrações	139
---	----------------------	-----

## APRESENTAÇÃO

A execução do cadastro de um edifício ou de qualquer outro bem cultural transcende a simples atividade de levantamento de sua documentação, como se verá a seguir. Significa antes uma ação que se confunde com a própria preservação da memória, pois é capaz de conservar não só a imagem e a história do patrimônio constituído, como também daquele, infelizmente, fadado ao desaparecimento. Por isso, todas as instituições, órgãos e programas que se ocupam do resgate da memória da humanidade precisam difundir o conhecimento dessas técnicas, cujo domínio se torna ainda mais importante em nosso país, onde parcela significativa dos monumentos e bens de relevante valor histórico, artístico e arquitetônico ainda não se encontra devidamente documentada.

Assim, é com grande satisfação que o Programa Monumenta/Iphan dá continuidade à sua série de Cadernos Técnicos com o trabalho do professor Mário Mendonça de Oliveira, *A Documentação como Ferramenta de Preservação da Memória: Cadastro, Fotografia, Fotogrametria e Arqueologia*. A obra será de grande ajuda para os que se dedicam à difícil tarefa da conservação e da restauração. O autor revela sua experiência como especialista na conservação de monumentos pela Universidade de Florença e como antigo servidor do Iphan que, há muitos e muitos anos, cuida de disseminar o conhecimento das técnicas de levantamento, cadastramento e documentação de edifícios e sítios arqueológicos, em cursos de pós-graduação *lato* e *strictu sensu*, como os Cursos de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos – CECRE, promovidos pela Universidade Federal da Bahia com o apoio do Iphan.

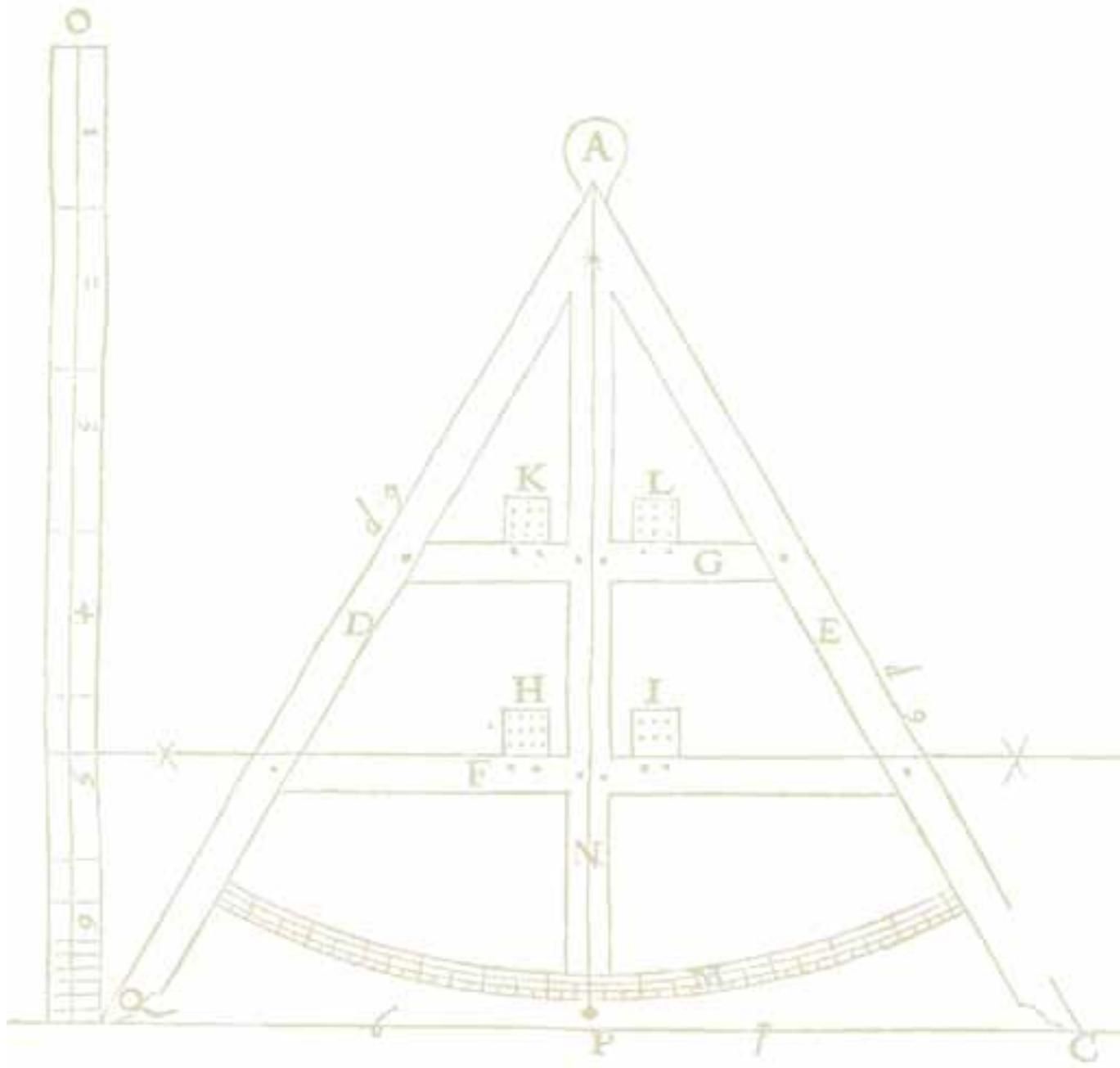
Não é demais lembrar o reconhecimento nacional do professor Mário Mendonça como arquiteto estudioso e pesquisador no tema da durabilidade dos materiais e das estruturas.

De caráter bastante didático, o livro transmitirá aos interessados as técnicas tradicionais e avançadas da documentação, além de mostrar sua evolução ao longo do tempo, o que se poderia classificar como a memória do registro da memória. Que os leitores tirem, portanto, o melhor proveito dos múltiplos aspectos que a obra encerra.

**Sylvia Braga**

*Arquiteta*

*Coordenadora editorial do Monumenta*



## INTRODUÇÃO

Desde que foram criados, na Universidade Federal da Bahia, o CECRE (Curso em Conservação e Restauração de Monumentos e Centros Históricos) e, logo em seguida, o Mestrado em Arquitetura e Urbanismo (hoje PPG-AU), decidiu-se estabelecer no elenco curricular desses cursos a disciplina que passou a ser chamada de Leitura e Documentação dos Monumentos. Na qualidade de antigo professor de História da Arquitetura e militante do ofício da restauração de monumentos, fomos convidados para montar um programa de tal disciplina, para transmitir conhecimento às novas gerações de pós-graduados em conservação-restauração que buscavam o saber em nossa Universidade. Achemos que tal convite deveu-se não somente à referida militância em restauração, como também à aproximação que tivemos com a fotogrametria terrestre, obtida em curso realizado na Universidade de Florença, paralelamente à especialização em restauro de monumentos. O contato com essa técnica conduziu à montagem, depois, no Brasil, do primeiro curso de fotogrametria terrestre, lecionado por um dos profissionais mais ilustres sobre o tema, naquela época, o Professor Hans Foramitti.

A disciplina de Leitura e Documentação seria, basicamente, aquilo que os ingleses chamam de *survey*, os italianos de *rilievo*, os franceses *relevé* e que nós também conhecemos como **cadastro**. Em praticamente todos os cursos de restauração, trata-se de uma matéria obrigatória, pois é o ponto de partida que permitirá exercer a *projecção* da nossa intervenção. Com essa atividade, deixa-se para a posteridade não somente o resgate de um patrimônio da nossa memória, como também o testemunho iconográfico daquilo que se encontrou inicialmente, acrescido da indicação dos achados arqueológicos verificados e de novas informações encontradas no decorrer dos trabalhos. Sobre todos esses dados básicos, estabeleceremos a nossa proposição de intervenção. As universidades mais prestigiosas no ensino da restauração, mais do que uma simples disciplina, em geral, têm institutos dedicados aos levantamentos arquitetônicos, como é o caso da *Università la Sapienza* de Roma, entre outras.

A nossa idéia, porém, foi montar um programa que contemplasse mais do que os ensinamentos para o levantamento cadastral de um edifício de interesse cultural, como normalmente se entende. Adicionalmente, procuramos elaborar um conteúdo que abrisse a visão dos estudantes para outros aspectos além da simples representação documental, como a sua percepção para a leitura da evolução e interpretação do organismo arquitetônico, inclusive com os vestígios arqueológicos circunstantes ou integrados, cujo registro é também fundamental. Nas ferramentas da representação a serem expostas no curso consideramos de primordial importância – a cada dia maior – a fotografia, um recurso que sempre foi apreciado, desde que ela se apresentou pelas mãos do amigo e colega Silvio Robatto, instrumento do qual jamais nos separamos. Aliás, o mestre Viollet-le-Duc, com a sua antevisão, já enxergava esse particular desde o século XIX quando afirmava: *La photographie, qui*

*chaque jour prend un rôle plus sérieux dans les études scientifiques, semble être venu à point pour aider à ce grand travail de restauration des anciens édifices, dont l'Europe entière se préoccupe aujourd'hui*<sup>1</sup>. Com a fotografia instrumental teria de vir, necessariamente, a fotogrametria, que hoje ampliou grandemente a sua esfera de influência nas representações dos edifícios antigos, quando as ciências da computação trouxeram ferramentas que democratizaram o uso dessa técnica de grande valor documental. Procuramos, também, na montagem do programa, introduzir o estudioso do restauro nas técnicas arqueológicas, não para torná-lo um arqueólogo, evidentemente, mas para trazer familiaridade com alguns procedimentos de prospecção, que facilitariam o diálogo com os profissionais de arqueologia os quais, muitas vezes, trabalham integrados ao projeto de restauração, como já recomendava a Carta de Atenas, de 1931. Seria, também, uma oportunidade para procurar despertar a percepção do profissional de restauro, no sentido de adequar a sua *projecção* à leitura dos vestígios sepultados pelo tempo, pois, em certos casos, os interesses são aparentemente conflitantes, como a prática tem demonstrado.

O tratamento dos diversos temas apresentados não é, e nem poderia ser, exaustivo, porque cada um deles pode constituir-se em disciplina isolada, de alguma complexidade, mas serve para introduzir, aos que procuram dedicar-se à restauração dos monumentos, algumas técnicas cujo conhecimento básico é importante à referida formação.

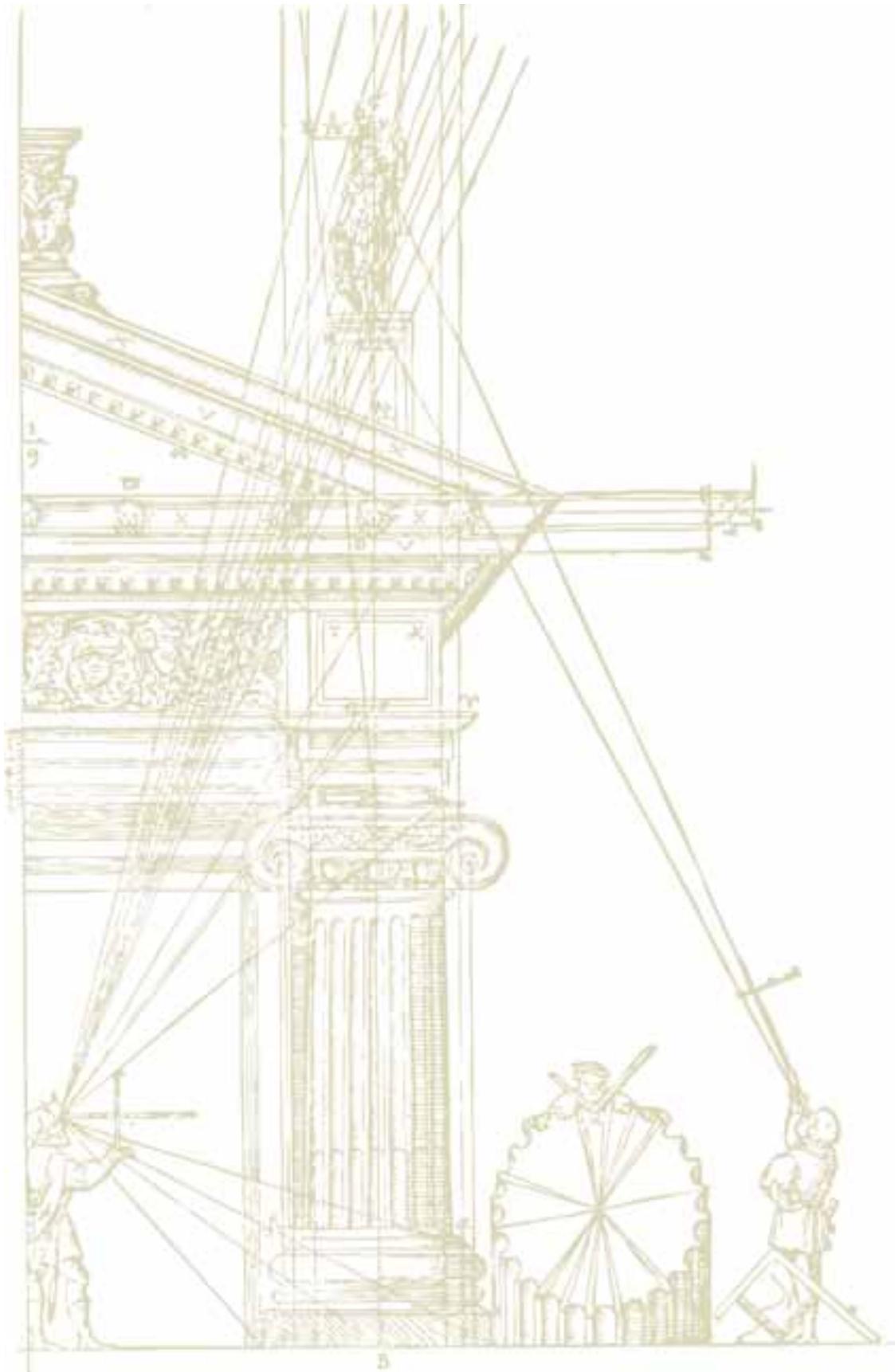
Os nossos sinceros agradecimentos a Zélia Maria Póvoas de Oliveira, Karina Matos Fadigas Cerqueira e Laís Barreto, pela colaboração prestada nas ilustrações.

**Mário Mendonça de Oliveira**

## NOTAS

1 - VIOLLET-LE-DUC, Eugène-E. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française*. Paris: F. de Nobele, 1967. p. 33. Edição fac-símile do original do século XIX.

# ***1. O passado do cadastro e do levantamento***



## 01

## O PASSADO DO CADASTRO E DO LEVANTAMENTO

## 1.1 - O CADASTRO E A PRESERVAÇÃO DA MEMÓRIA

O vocábulo *memor-oris*, como nos ensina o velho dicionário de Saraiva, significa, exatamente, *que se lembra, que se recorda, lembrado*. Tal vocábulo foi quase literalmente herdado pela *última flor do Lácio* como **memória**. Seria uma simples palavra a mais em nossa língua, não fosse o enorme significado que pode ter para cada indivíduo e para a coletividade, que se desespera quando, por acidente ou descaso, perde as suas referências e as suas lembranças. No entanto, por mais paradoxal que possa parecer, somos os maiores responsáveis pela destruição de nossas lembranças e da nossa **memória** individual e coletiva. A natureza humana é um poço de contradições, o que explicaria (mas não justificaria) o pouco caso e até mesmo a iconoclastia que é desencadeada sobre os testemunhos do nosso passado, as nossas memórias que nos fazem indivíduos e comunidade, que resgatam uma parcela da nossa cidadania, que nos permitem aspirar à categoria de povo civilizado e que nos fazem refletir sobre a nossa caminhada para o futuro.

Um dos instrumentos importantes para a preservação da memória é o seu **registro iconográfico**, quer pelos métodos milenares, quer pelos processos e instrumentos mais recentes que a ciência e a técnica do nosso tempo nos trouxeram. Nesse caso, desaparecido o objeto que testemunha o nosso passado, a sua imagem pode substituir, **embora parcialmente**, a necessidade imanente à natureza humana de manter contato com o que se foi. Daí uma das várias utilidades das representações cadastrais como forma de **preservação da memória**.

Há que se chamar à atenção, porém, em nossa linha de reflexão, que não se deve cair na tentação de acreditar que a imagem pode substituir satisfatoriamente o artefato representativo da nossa memória. Seria aceitar que uma fotografia pudesse tomar o lugar da pessoa ou objeto do nosso afeto. No caso da arquitetura, o fosso das dificuldades alarga-se mais ainda, porque nada, mas nada mesmo, pode substituir a relação de escala dos edifícios com o seu observador, nada pode *substituir a concreta realidade da pedra, do cimento, do ferro, das leis físicas que governam o organismo estático e das precipuas solicitações que deles se irradiam*<sup>1</sup>. Aliás, esta dificuldade de representação já foi brilhantemente esclarecida por Zevi no *Saber ver a arquitetura*<sup>2</sup>.

Mas, além do valor documental, simbólico e afetivo da representação cadastral de um edifício de interesse cultural, ela é instrumento inseparável dos que têm a difícil missão de intervir em um monumento. Além de ser a base óbvia sobre a qual vamos elaborar o nosso projeto de intervenção, os cadastros feitos **com apuro e exatidão** nos permitem leitura mais detalhada da evolução do organismo arquitetônico e suas transformações, além de ensejarem a avaliação das deformações estáticas que a estrutura do edifício vem sofrendo, para que se possam aplicar as soluções corretivas. Mostram, inclusive, certas irregularidades construtivas que facilitam o entendimento da história do edifício, suas mutações e adições feitas no passado para ampliação da sua capacidade ou incorporação de novos usos. Para aqueles que se ocupam da análise histórico-crítica do monumento, os cadastros são de primordial importância, pois podem permitir a leitura e o entendimento das corretas proporções do projeto original e descobrir eventuais traçados reguladores que comandaram a concepção da arquitetura, perfeitamente resgatáveis a partir de uma boa representação.

Foi graças a levantamentos cuidadosos e sistemáticos feitos anteriormente que se conseguiu *repristin*ar o Centro Histórico de Varsóvia, arrasado pelos nazistas na Segunda Grande Guerra. Se o procedimento pode ser discutível, diante da moderna cultura da conservação e do restauro, não se pode

negar que foi uma intervenção baseada em *documentos fidedignos*<sup>3</sup>, como refere o Art. 9 da Carta de Veneza. Reconhecemos que a **verdade** histórica foi arranhada, mas a **verdade** da arquitetura não o foi.

## 1.2 - UMA VISÃO HISTÓRICA DO USO DO CADASTRO ARQUITETÔNICO

Não pretendemos, neste texto, fazer uma análise exaustiva do que os antigos fizeram em relação à documentação cadastral dos seus edifícios. Os que estiverem interessados em aprofundar o assunto podem fazer uso da publicação sobre o *Disegno de architettura pré-renascentista*<sup>4</sup>, deste autor.

Queria Plínio que fossem os egípcios os iniciadores do desenho arquitetônico, o que não corresponde à verdade. Já encontramos, desde a Mesopotâmia Antiga, exemplares muito claros de representações ortogonais com finalidades cadastrais ou executivas da obra<sup>5</sup>. O emprego dos levantamentos arquitetônicos na remota antiguidade das culturas do Egito e da Mesopotâmia é muito comum, pois os inventários das propriedades eram bastante frequentes e faziam uso constante da iconografia dos imóveis em planta. É o início do emprego deste procedimento para registro da **memória** do imóvel, embora com finalidades utilitárias e não culturais.

Mesmo que o uso do desenho arquitetônico tivesse aplicação frequente na Antiguidade Clássica – e por isso Vitruvius recomendava na formação dos arquitetos que eles fossem *peritus graphidos, eruditus geometria*<sup>6</sup>, e poderíamos acrescentar *opticen non ignarus* – considera-se que são conhecimentos fundamentais para aquele profissional que pretende fazer o levantamento dimensional de um edifício. O Mundo Medieval apresentou um repertório bastante diversificado de desenhos de arquitetura e, entre eles, dos desenhos cadastrais, dos quais podemos citar aqueles executados por Villard de Honnecourt<sup>7</sup>, no século XIII, no seu caderno de anotações, à guisa de *aide memoire* para os seus futuros projetos. Não fosse o sigilo hermético imposto pelas *loggias* sobre os conhecimentos da construção, os exemplos seriam, certamente, mais numerosos.

Somente o Renascimento traz referências explícitas ao cadastro como instrumento de registro da memória dos edifícios e do urbano. Preliminarmente conviria invocar o conhecimento de Vasari quando discorre sobre a vida de Filippo di ser Brunelleschi, iniciador incontestado da linguagem renascentista da arquitetura. Dizia ele:

[...] e *risolverano* [Brunelleschi e Donatello] *insieme partirsi di Fiorenza ed a Roma star qualche anno, per attendere Filippo all'architettura e Donato alla scultura. Il che fece Filippo per voler esser superiore ad a Lorenzo* [Lorenzo Ghiberti] *ed a Donato, tanto quanto fanno l'architettura più necessaria all'utilità degli uomini, che la scultura e la pittura. E venduto un poderetto ch'egli aveva a Settignano, de Fiorenza partiti, a Roma si condussero: nella quale, vedendo la grandezza degli edifizii e la perfezione de' corpi de' tempj, stava astratto che pareve fuor di sé. E così dato ordine a misurare le cornice e levar le piante di quegli edifizii ele e Donato continuamente seguitando, non perdonarono né a tempo né a spesa, né lasciarono luogo che eglino ed in Roma e fuori in campagna non vedessino, e non misurassino tutto quello che potevano avere che fusse buono [...].*<sup>8</sup>

Evidentemente, com esse cabedal de documentos iconográficos informativos foi que o nosso Brunelleschi deu início à nova poética da arquitetura característica dos tempos do Renascimento, na qual o repertório das formas clássicas aparece de maneira sutil na obra do mestre, muito longe da tentativa de cópia servil da arquitetura do passado. A reflexão sobre os levantamentos iconográficos de obras antigas foi, praticamente, uma regra geral entre os arquitetos do período e muitos deles

que se dedicaram também à tratadística apresentam referências específicas, nos seus textos, sobre a influência dos cadastros e levantamentos na sua formação profissional, como é o caso de outro nome respeitável do Renascimento, Leon Batista Alberti:

*Tuti gli edifici dell'antichità, che potessero avere importanza per qualche rispetto, io li ho esaminati, per poterne ricavare elementi utili. Incessantemente ho rovisato, scrutato, misurato, rapresentato con schizzi tuto quello che ho potuto [...].<sup>9</sup>*

Também Andrea Palladio da Vicenza dá o seu depoimento:

*[...] mi proposi per maestro e guida Vitruuio: il quale è solo antico scrittore di quest'arte; & mi mise alla inuestigatione delle reliquie de gli Antichi edificij le quali mal grado del tempo, & della crudeltà de' Barbari ne sono rimasti: ritruandoli di molto maggiore asservazione degne, ch'io no' me haueua prima pensato; cominciai à misurare minutissimame'te con somma diligenza ciascuna parte loro [...].<sup>10</sup>*

Porém, entre os primeiros tratadistas do século XVI, ninguém conseguiu superar Sebastiano Serlio, que praticamente dedicou o seu terceiro livro às *Antiguidades*, enchendo as suas páginas com enorme quantidade de cadastros de monumentos antigos e seus detalhes<sup>11</sup>.

Não se pode, entretanto, ficar nos nomes de Brunelleschi, Alberti, Palladio ou Serlio, porque são inumeráveis os desenhos cadastrais executados nesse período, com os mais diferentes propósitos. Entre os que não se perderam (e que certamente foram muitos) podemos lembrar aqueles elaborados por Francesco di Giorgio Martini, Giuliano da Sangallo, Antonio da Sangallo, Giovanni Monsegnori (*Fra' Giocondo*), Baldassarre Peruzzi, Sallustio Peruzzi, Antonio da Sangallo, o Jovem, Antonio Dosio, Bastiano da Sangallo, Antonio Abaco, Lorenzo Donati, Giorgio Vasari, Iacopo Tati (*Il Sansovino*), Giacomo Barozzi da Vignola, Vincenzo Scamozzi, Leonardo da Vinci e tantos outros arquitetos e artistas do Renascimento dos quais Docci e Maestri nos dão substancial notícia<sup>12</sup>. Os grandes arquivos italianos estão abarrotados de exemplos, entre os quais destacamos as coleções da Galeria dos *Uffizi*.

Cabe também aos arquitetos do Renascimento a divulgação de métodos de levantamento (especialmente as técnicas de medidas indiretas) explorada por Leon Baptista Alberti no seu *Ludi Matematici*<sup>13</sup>. É bom que se destaque a expressão **divulgação** porque, não obstante haja quem afirme ser Alberti o criador das medições indiretas de campo<sup>14</sup>, na realidade, tais procedimentos já são sugeridos no livro de desenhos de Villard de Honnecourt elaborado no século XIII, contidos, principalmente, nas pranchas 20 e 20v, onde se lê no francês arrevesado da época: *par chu prent om la largece done aive sens paseir* ou ainda *par chu prent om la hautece done toor*<sup>15</sup>.

O século XVI firma os procedimentos de cadastramento dos edifícios e dos terrenos, legando-nos tratados específicos sobre o assunto, como o trabalho de Cosimo Bartoli: *Del modo di misurare le distantie, le superficie, i corpi, le piante, le provincie, le prospettive, & tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini*<sup>16</sup>. Data desse período, também, o início da utilização dos levantamentos cadastrais como registro da memória cultural. Não se pode esquecer, em primeira instância, do trabalho albertiano que se intitula *Descriptio urbis Romæ* (1450), no qual apresenta os procedimentos para o levantamento da ilustre Cidade, texto sobre o qual muitos investigadores já refletiram. Destacariamos, em particular, o trabalho crítico de Vagnetti<sup>17</sup>, que encontrou uma aproximação muito grande dos desenhos de Alberti com as cartas modernas do IGM (*Istituto Geografico Militare*). Nesse texto albertiano podemos encontrar, pela primeira vez, uma descrição clara do emprego da goniometria para levantamentos usando o sistema de coordenadas polares, sobre cuja aplicação discutiremos posteriormente.

O documento, porém, que estabelece de maneira inequívoca, segundo o nosso entender, o conteúdo cultural de um cadastramento, inclusive pela linha do discurso que apresenta, é a carta ao Papa Leão X atribuída a Rafael Sanzio, documento sobre o qual nos deteremos, em virtude da sua importância para o nosso argumento principal. Inicialmente, há que se considerar o panorama polêmico sobre reconhecimento do documento como texto de Rafael. Muitos estudiosos atribuíram a autoria a outros próceres da cultura dos anos quinhentos, entre os quais Castiglione. Todavia, há uma tendência dos mais recentes exegetas do texto e filólogos em considerá-lo como documento **firmado** por Rafael, mesmo que haja indicação, pela sua descontinuidade estilística e argumental, de que pode ter sido um texto elaborado **por mais de um autor**, *pertencentes a um círculo restrito de intelectuais literatos e eruditos*<sup>18</sup> e ter sofrido adições posteriores. Não obstante ser considerado por Bonelli como um escrito limitado do ponto de vista das colocações historiográficas e pouco claro em relação à desejada planta cadastral da Cidade de Roma<sup>19</sup>, é um reflexo do modo de ver dos intelectuais da sociedade romana nos tempos de Leão X, como muito oportunamente observa Schlosser<sup>20</sup>. Além do mais, é um testemunho importante do reconhecimento explícito do cadastro como forma de preservação da memória.

A missiva em questão aborda três pontos fundamentais. O primeiro deles enfoca a perda da memória de Roma e os responsáveis pela dilapidação desse patrimônio, onde a justa ira do autor (ou dos autores) não perdoa os *scelerati barbari* que colocaram a cidade a ferro e fogo nas suas incursões, mas também reprova aqueles que *come padri e tutori dovevano difendere queste povere reliquie di Roma*<sup>21</sup> e não desempenharam o seu papel. Não escapam sequer, e com muita justeza, os sumos pontífices (evidentemente excluindo Leão XI!) que permitiram o desmantelamento dos templos antigos, das estátuas e dos arcos, glória dos seus fundadores. É nesta passagem do documento que o autor apostrofa elegantemente a falsa modernidade construída à custa do patrimônio antigo:

*Quanta calcina si è fatta di statue e d'altri ornamento antichi? Che arderei dire che questa nuova Roma, che or si vede, quanto grande che'ella sia, quanto bella, quanto ornata di palazzi, di chiese e di altri edifici, sia fabricata di calcina fatta di marmi antichi.*<sup>22</sup>

Em seguida, procura o texto dar parâmetros que caracterizem os monumentos da Antiguidade, os medievais e os *modernos* deixando, sem muitos rodeios, transparecer o seu preconceito contra a Arquitetura Medieval quando declara:

*Li edifici, poi, del tempo delli gotti sono talmenti privi d'ogni grazia, senza maniere alcuna, disimili dalli antichi e dalli moderni.*<sup>23</sup>

A parte final é dedicada aos métodos, procedimentos e instrumentos que devem ser usados no cadastramento:

*Avendo adunque abbastanza dichiarato quali edifici antiqui di Roma sono quelli che vogliamo dimostrare e ancora come facil cosa sia cognoscere quelli dalli altri, resta ad insegnare il modo che noi avemo tenuto in misurarli e disegnarli acioché chi vorrà attendere alla architettura sappia operar l'uno e l'altro **senza errore.***<sup>24</sup>

A descrição detalhada que se segue, embora com algumas passagens pouco claras para nós, inclusive de instrumentos criados pelos *modernos* para facilitar os levantamentos de campo, evidencia o uso da goniometria e dos caminhamentos azimutais, com o emprego da agulha magnética.

Não foram, porém, só os italianos os responsáveis pelo desenvolvimento da memória iconográfica cadastral. Entre destacados profissionais de outras terras, lembraríamos, na França, o ilustre Philibert de l'Orme, que não somente executou desenhos de levantamentos parciais (detalhes) ou

completos, de monumentos de Roma e outras cidades italianas, como também desenvolveu ou melhorou instrumentos de medição como um nível (Fig.1.2) e um goniômetro (Fig.1.1) para serem adotados em levantamentos<sup>25</sup>.

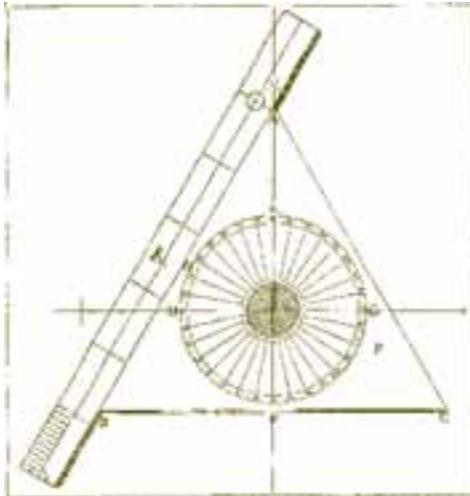


Fig. 1.1 - Instrumento proposto por Philibert de l'Orme para medição de deflexões e ângulos.

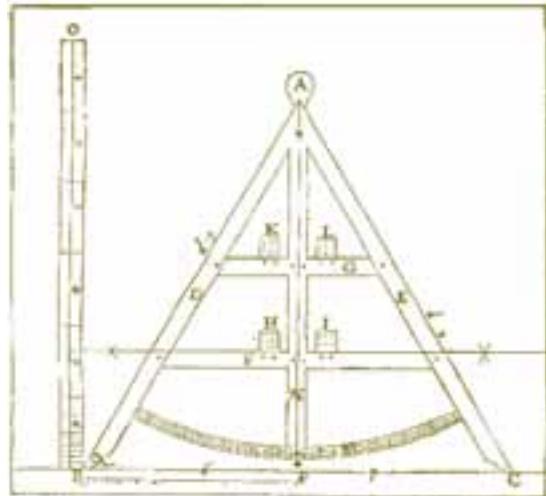


Fig. 1.2 - Modelo de nível proposto por Philibert de l'Orme, mas que na realidade é baseado em instrumentos antigos já encontrados no Egito.

### 1.3 - A CONTRIBUIÇÃO DA ENGENHARIA MILITAR

O fim do século XVI assiste à passagem progressiva das ciências do cadastramento das mãos dos arquitetos para um novo personagem que emerge no cenário das profissões: o engenheiro militar. Entre os pioneiros que contribuíram para o desenvolvimento das ciências dos levantamentos, um dos pais da fortificação abaluartada foi o italiano Nicollò Tartaglia (1500-1562). A necessidade tática e estratégica de conhecer e documentar o terreno, de registrar a forma e disposição das praças fortes ou de ilustrar relatórios sistemáticos que eram feitos das defesas existentes para juízo dos engenheiros do Reino, exigia a execução constante de cadastros de fortalezas, além de levantamentos dos terrenos. Não poucas vezes, tais levantamentos eram transformados em modelos (maquetes) em escala, sobre os quais discutiam os senhores da guerra as melhores opções para a expugnação de uma praça forte ou de uma linha de defesa e outras operações militares. Nesse particular, tem-se notícia de modelos que foram feitos das defesas da Cidade do Salvador e enviados para o Reino dos quais, infelizmente, não se sabe mais o paradeiro dos originais. Tais documentos, mesmo que tivessem cunho estritamente utilitário na sua época, são interessantíssimos para os modernos estudiosos, que podem por meio deles resgatar a memória dos antigos propugnáculos e também de grandes trechos da evolução urbana das cidades.

Esses engenheiros, porém, não restringiam sua atividade exclusivamente aos edifícios de caráter militar. A formação que obtinham nas aulas e academias militares dava-lhes muita intimidade com os levantamentos e até mesmo à projeção de outros edifícios, de modo que eram muitas vezes destacados para cadastrarem outros imóveis, quando era da conveniência do rei. Não precisamos ir muito longe para usar como exemplo os cadastros feitos por militares de monumentos da Bahia:

o do Seminário de Belém e, de muito maior expressão, o do antigo Colégio dos Jesuítas, no Terreiro de Jesus, feito pelo Sargento-mor José Antônio Caldas, soteropolitano e lente da Aula Militar da Bahia, a quem se atribui, também, a planta monumental da Cidade do Salvador de 1779, de surpreendente exatidão<sup>26</sup>. São documentos extremamente preciosos, que adquiriram o *status* de memória cultural. As observações obtidas no antigo cadastro do Colégio de Jesus foram de muita importância para o entendimento e a leitura das antigas estruturas do colégio dos inacianos, quando se fez o projeto de restauração dos espaços para abrigar o Museu de Arqueologia da Universidade Federal da Bahia.

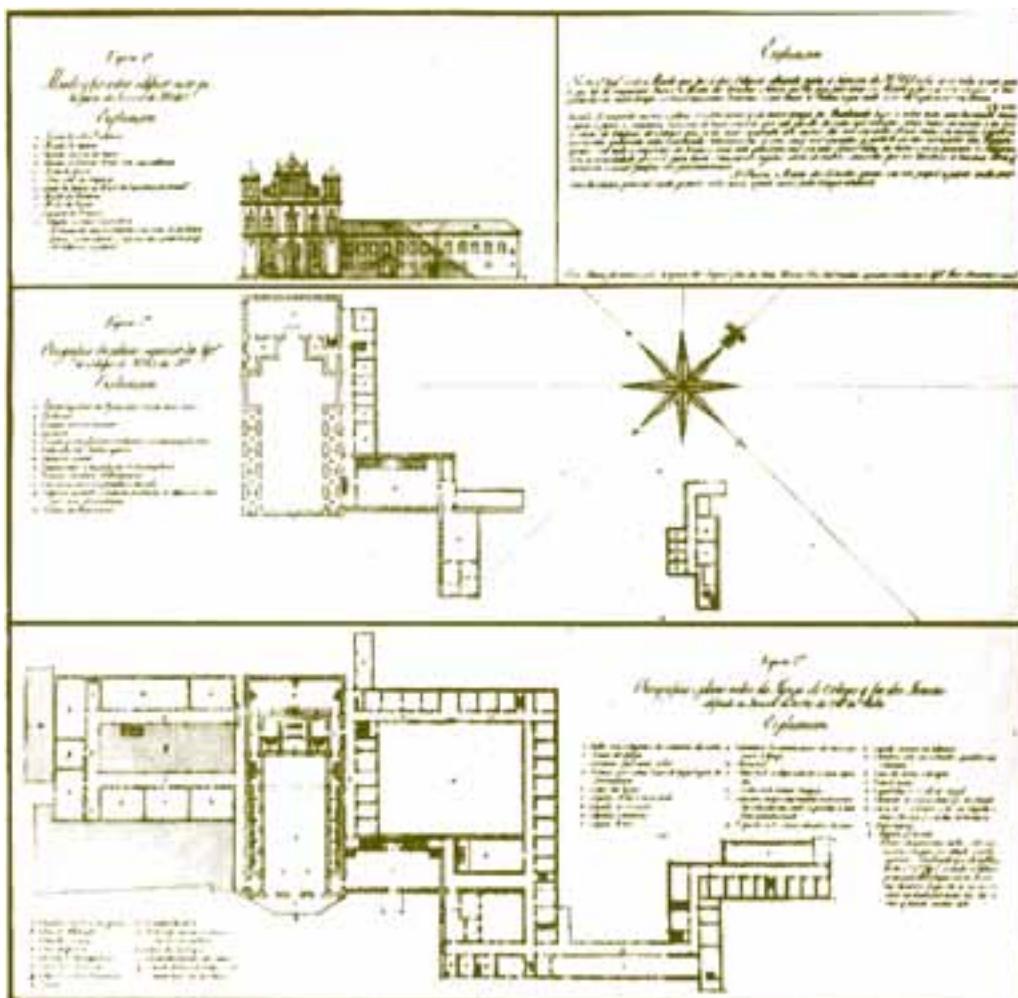


Fig. 1.3 – Parte dos desenhos do levantamento cadastral do complexo do colégio jesuítico no Terreiro de Jesus, em Salvador, executado pelo Sargento-mor Engenheiro José Antônio Caldas.

Alguns desses cadastros executados pelos engenheiros militares e alunos das Aulas Militares são de excepcional qualidade e grande beleza. Os desenhos do nosso Caldas são muito bons e bem apresentados, mas, somente para citar outros trabalhos feitos no Brasil, destacaríamos os de muito bom gosto do Brigadeiro Funck, um sueco, a serviço de Portugal, que foi oficial de engenharia no Rio de Janeiro. Desenhos de excepcional qualidade com iluminuras e figurinhas podem ser encontrados na produção do ateliê de desenhistas do Marechal Vauban, onde se encontravam, também, hábeis maquetistas capazes de representar com perfeição e qualidade os edifícios e o território<sup>27</sup>.

Seria interessante destacar que, embora algumas convenções da representação iconográfica dos monumentos e do território que lhes é circunstante fossem milenares, algumas outras permaneciam *ad libitum* dos desenhistas. A necessidade de estabelecer uma norma de representação mais ampla e clara já era sentida, no primeiro quartel do século XVIII, pelo Brigadeiro Manoel de Azevedo Fortes, Engenheiro-mor de Portugal e autor do grande clássico da engenharia portuguesa *O engenheiro português*<sup>28</sup>. Nesse texto, o prestigioso especialista declara o estado incipiente em que se encontrava a ciência da representação iconográfica no Reino, particularmente no que se refere às convenções, dizendo, no Capítulo X:

*Esta arte até o presente não tem sido praticada neste Reino, nem as suas regras conhecidas, e só de sete, ou oito annos, esta parte se vay introduzindo, pela Real Providencia de Sua Magestade, que fez partido ao [sic] hum bom Desenhador, para instruir os Praticantes da Academia Militar, entre os quaes se acha hum bom numero, que imitação ao Mestre.*<sup>29</sup>

No decorrer do Capítulo X, Azevedo Fortes estabelece 12 regras de representação que considera importantes, dissertando, em seguida, sobre as cores que devem ser usadas nos desenhos, a forma de obter as tintas, os instrumentos mais empregados e muitos outros procedimentos de convenções para montes, caminhos, diversas plantações, vegetação natural, rios, pântanos etc.

Esse problema de convenções continua sendo atual e de alguma complexidade, porque, com a evolução da qualidade dos cadastros dos monumentos e a necessidade de se fazer plantas detalhadas que indiquem os materiais, as patologias, as lacunas e outras informações importantes dos monumentos levantados, o léxico das convenções foi muito acrescido. Infelizmente, ainda não se conseguiu estabelecer uma norma comum de expressão. Alguns trabalhos interessantes foram já levados a efeito, como o de Carbonara<sup>30</sup>, mas o que impera na prática é o *cada um por si*. Além do mais, o emprego quase que exclusivo da computação gráfica, na atualidade, para representar os cadastramentos, se, por um lado, passou a exigir maior precisão dos medidores, o que é muito bom, por outro, tem nas *bibliotecas* das texturas um repertório limitado e não direcionado para as convenções do restauro. Isso empobrece o desenho final, tornando-o inosso e pouco elucidativo. Tal problema pode ser remediado com a criação de novas convenções para ampliar tais *bibliotecas*, desde que passem a ser linguagem de uso comum por intermédio de recomendação ou norma.

Os levantamentos feitos pelos militares exigiam, muitas vezes, o distanciamento do operador para fugir às injúrias dos disparos do inimigo. Isso contribuiu para o aperfeiçoamento do uso de instrumentos e artifícios de medição indireta que, malgrado os resultados menos apurados, permitiam resolver o problema de tais medições, daí os quadrantes estarem intimamente ligados aos esquadros dos artilheiros, e o século XIX trazer para nós a fotogrametria terrestre pelas mãos do Coronel Aimée Laussedat. Hoje, reconhecemos a fotogrametria terrestre como instrumento de primeira grandeza para o registro da imagem do nosso patrimônio histórico, particularmente depois que foram criados os métodos digitais que reduziram os custos da aparelhagem e das operações.

#### 1.4 - UMA EVOLUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DO LEVANTAMENTO

Sabe-se que já os mesopotâmicos empregavam instrumentos capazes de medir ângulos e detinham, inclusive, o conhecimento da divisão da circunferência em 360° para medições goniométricas, noções que empregavam nas suas observações astronômicas. Não está fora de cogitação, pois, que eles utilizassem o processo para locações e levantamentos sobre o terreno. Já se conhece, por meio de achados arqueológicos, a existência de uma espécie de **groma** empregada pelos egípcios que funcionava com a mesma lógica do *esquadro de agrimensor*. Já os romanos adotavam, como comprovam referências

documentais, alguns instrumentos que permitiam os alinhamentos ortogonais como as já referidas gromas e as **diópteras**<sup>31</sup> e o nivelamento que era obtido pelo **corobato** e pelas **balanças** (*libris aquariis*). Exceção feita à groma, os outros instrumentos são referidos por Vitrúvio no oitavo livro do *De architectura*<sup>32</sup>. O mestre latino, entretanto, só recomenda para nivelamentos mais rigorosos o corobato, cuja forma é mais conhecida, já que foi descrita por ele com maiores detalhes estabelecendo, inclusive, como sugestão, um comprimento para a régua-guia de 20 pés romanos ou 5,914m<sup>33</sup>:

*O corobato é uma régua com comprimento de vinte pés com duas réguas [pernas] na extremidade, de feitura idêntica e ligadas em ângulo reto com a extremidade da régua; e entre esta última e os braços duas travessas bem fixadas com pregos que levam linhas traçadas perpendicularmente a dois fios de prumo presos na régua, de cada lado.*<sup>34</sup>

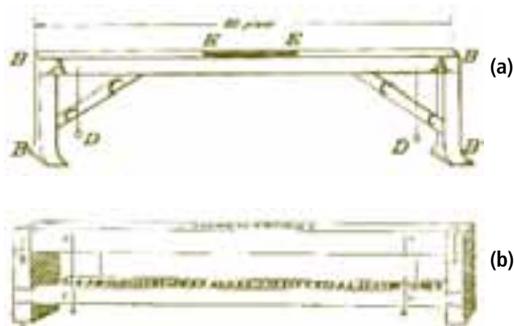


Fig. 1.4 – Reconstituições de um corobato segundo Viviani, em cima, e segundo Perrault, abaixo.

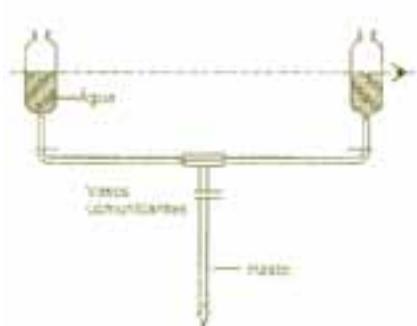


Fig. 1.5 – Reconstituição de uma “balança” (*libris aquariis*).

Esses instrumentos permitiam o traçado de estradas, aquedutos e outras obras públicas, com levantamento de terrenos em planimetria e altimetria.

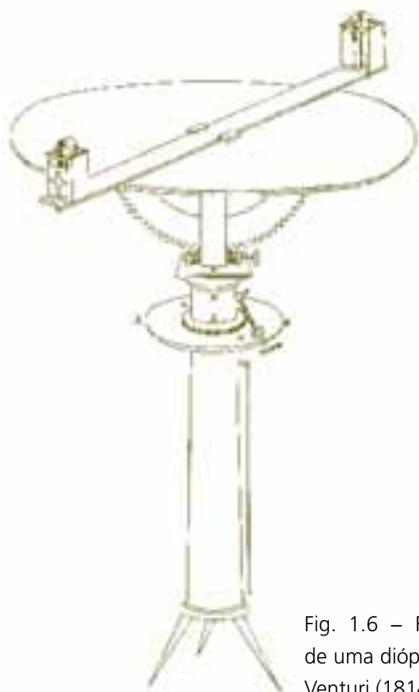


Fig. 1.6 – Reconstituição de uma dióptera, segundo Venturi (1814).



Fig. 1.7 – Reconstituição de uma groma.

Os artefatos mais simples para tomar medidas lineares, no passado, não diferiam muito daqueles empregados hoje em dia. O que se obtém dos instrumentos atuais é a possibilidade de serem construídos com materiais e técnicas que permitem maior acuidade de medição. Se, no passado, as distâncias maiores eram obtidas com fitas de linho, cordas e correntes, hoje há a possibilidade de obter fitas métricas reforçadas com fibra de vidro ou, melhor ainda, aquelas feitas com fitas de aço de dilatação térmica controlada. Se temos hoje escalas para medidas menores, os antigos empregavam as varas e *virgas geométricas* graduadas. Se utilizamos os métodos de taqueometria e os *lasers* para medir indiretamente as distâncias, isso no passado era substituído pelo *báculo* ou *bastão de Jacó* ou *báculo mensorio*, como designado por Capra<sup>35</sup>, além de outros artifícios geométricos. Até a moderna fotogrametria tem os seus pressupostos nos estudos quinhentistas de Albrecht Dürer.

A partir do século XV e, principalmente, através do século XVI, os instrumentos de levantamento progrediram bastante mas foram, principalmente, divulgados por meio da tratadística. Uma parte deles não passa de melhoria de modelos conhecidos desde a Antiguidade. Por exemplo, o nível de Phillibert de l'Orme (Fig.1.2) nada mais é do que um aperfeiçoamento de modelos conhecidos desde o Egito Antigo, ou o *visório*, uma espécie de teodolito (Fig. 1.8), cuja invenção é atribuída a Leonardo Digges<sup>36</sup>, na verdade não passa de uma melhoria em relação à dióptera de Heron de Alexandria (Fig. 1.6).

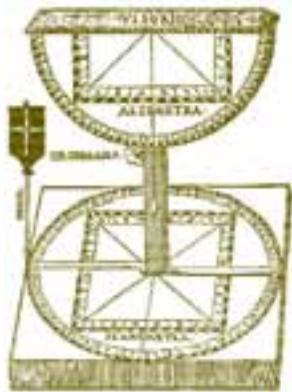


Fig. 1.8 – *Visório*, evolução quinhentista do instrumento de Heron de Alexandria.

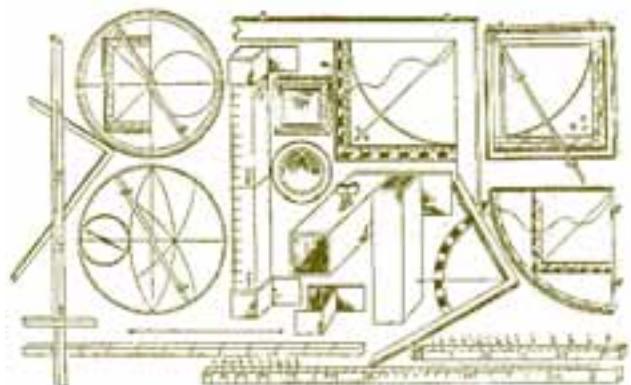


Fig. 1.9 – Diversos instrumentos de medições e levantamentos segundo W. Ryff<sup>37</sup>.

Na prática, esses instrumentos não tiveram, inicialmente, uma difusão ampla de emprego restringindo-se, no século XVI, ao uso por alguns iniciados (Fig. 1.9). Um elemento novo adicionado a alguns deles foi a agulha magnética, que ensejou o traçado de caminhamentos ou direções azimutais. Aliás, a carta atribuída a Rafael para Leão X faz referência ao emprego de agulha magnética (*calamita*) no instrumento de levantamento que descreve. Cosimo Bartoli, no tratado de sua autoria, ao qual já fizemos referência, descreve um instrumento composto de duplo quadrante e bússola. Uma curiosidade no particular é que o "horizonte artificial" proposto por Alberti para o levantamento da Cidade Eterna no *Descriptio urbis Romæ* não se encontrava dividido em 360°, sistema muito antigo da divisão da circunferência, mas em 48 *graus* (12 em cada quadrante) e cada um destes subdivididos em 4 *minutos*.

Para atalhar o discurso que poderia se alargar em virtude da riqueza do assunto, bastaria constatar que ninguém duvida que possuímos instrumentos muito mais precisos que os antigos para executar os levantamentos, mas, se não os empregamos judiciosamente e com o rigor científico que o seu manuseio merece, os erros serão clamorosos e os resultados gráficos serão um desserviço à memória e à cultura, em virtude das falsas informações que poderão divulgar (Figs. 1.10 e 1.11).

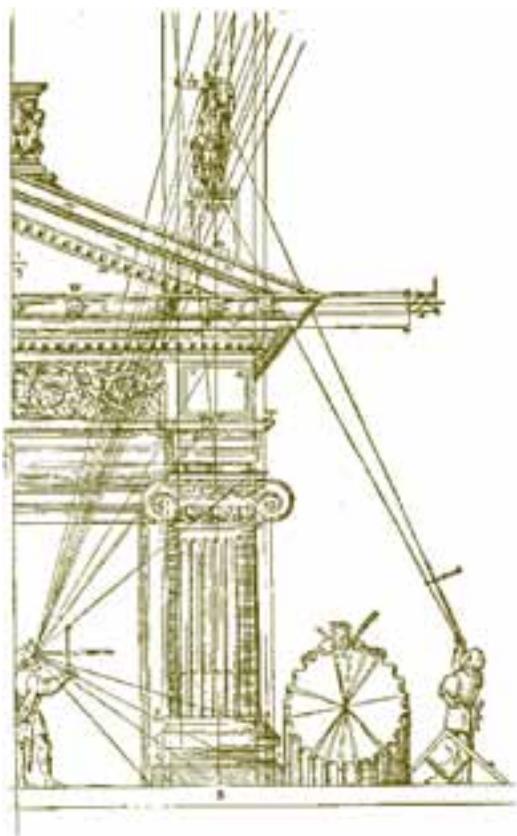


Fig. 1.10 - Aplicação do bastão de Jacó, segundo Riff.

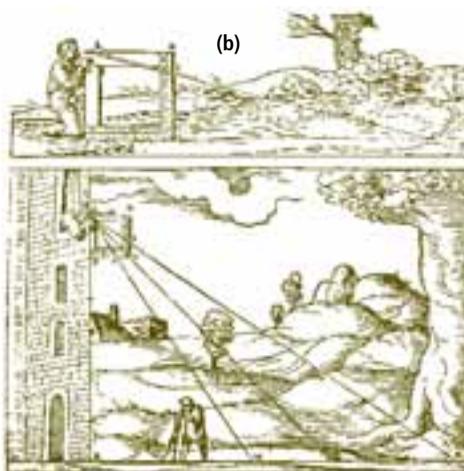
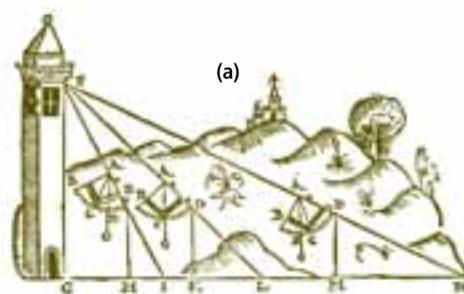


Fig. 1.11 - a) Aplicação do quadrante de círculo, segundo Cosimo Bartoli e b) Emprego do quadrante geométrico.

### 1.5 - OS SÉCULOS XVIII E XIX

A arrancada decisiva que tornou o cadastro de edifícios antigos um instrumento inseparável da preservação da memória corresponde, justamente, ao grande momento em que a arqueologia e o conseqüente resgate da memória do passado tornam-se uma febre. Todos nós estamos cansados de saber que não se faz este tipo de investigação sem registros iconográficos precisos dos achados e vestígios do passado. É o tempo no qual pontificam, na vida cultural italiana, dois ilustres defensores da memória que foram Giovanni Battista Piranesi e Johann Joachim Winckelmann. Embora de tendências culturais divergentes, esses dois protagonistas da cultura setecentista uniam-se firmemente pelo amor do passado. *Sabe-se que não se ocuparam diretamente em teorizar verdadeiras intervenções restaurativas, todavia contribuíram para criar aquelas condições culturais que teriam em seguida ocasionado as primeiras formulações teóricas do restauro dos monumentos*<sup>38</sup>. É o momento predominante das idéias iluministas e da poética neoclassicista, momento em que as cidades de Pompéia e Herculano começaram a ser sistematicamente escavadas, e prospectadas as ruínas da Vila de Adriano em Tívoli, das quais se conhece uma planta elaborada pelo próprio Piranesi. O gosto pelas *Antiquitates* tornou-se tão difundido, na segunda parte do século XVIII, que nem Bonaparte nas suas campanhas militares no Egito, carregando o peso dos afazeres de uma guerra, esqueceu-se de levar consigo na expedição uma equipe de arquitetos e desenhistas para **cadastrarem** monumentos da fascinante terra dos faraós.

Notório também desse período é o texto de Inigo Jones (Vitruvius Britanicus) no qual, entre cerca de 200 desenhos do autor, somente uns 30 são projetos seus. Os restantes são desenhos de antigos monumentos.

O século XIX traz, finalmente, os primeiros passos de uma teoria da conservação e da restauração pelas mãos do pensador irrequieto que foi Ruskin, que, entre brilhantes acertos da sua intuição e algumas contradições, lança as bases do pensamento da conservação do patrimônio cultural. Embora reconhecido intelectual da sua época, tinha, porém, *modesta preparação histórico-arquitetônica e escassa informação sobre os aspectos técnicos e estruturais do edifício*, que nem sempre a sua brilhante intuição poderia suprir. No revés da moeda, o seu coetâneo Viollet-le-Duc que, não obstante ter adotado posições que não se coadunam com a moderna teoria do restauro (evidentemente vivemos novos tempos), tinha tudo aquilo que faltava a Ruskin. Porém, à semelhança de Piranesi e Winckelmann, foram referências fundamentais na teoria do restauro do século XIX, embora tenham assumido posturas antitéticas em relação à conservação e à restauração. Do ponto de vista operativo e naquilo que interessa à nossa linha de estudos da representação, o legado metodológico de Viollet-le-Duc foi inestimável. Sendo exímio desenhista, registrou em seus escritos um sem número de antigos monumentos franceses, ora desaparecidos, bem assim um extensíssimo repertório de ornamentos e detalhes de arquitetura, particularmente da arquitetura medieval francesa. É notório, nos seus procedimentos metodológicos de intervenção sobre edifícios, o extremo cuidado em meticulosos desenhos de levantamentos que empreendia antes de dar início aos seus restauros. Essa profusão de informações permitiu aos contemporâneos observar, claramente, aquilo que foi por ele adicionado, mesmo que o mimetismo das reintegrações e a qualidade dos *completamentos* possam nos induzir a falsas leituras.

Riegl aceita que não é equivocado considerar o século XIX como o "século histórico", pois no seu decurso *houve um desenvolvimento sem precedentes da pesquisa no campo histórico e artístico*<sup>39</sup>, concomitantemente com a preocupação historicista de olhar a preservação da memória. É mister destacar nessa fase o grande impulso da historiografia da arquitetura com escritores consagrados como Fergusson, Choisy, Ramée, Fletcher e outros. Destaca-se o texto clássico de Sir Banister Fletcher *A History of architecture on the comparative method*, que foi, durante quase um século, livro-texto dos cursos de história da arquitetura e continua sendo uma fonte de consulta excelente pelos inúmeros, laboriosos e elucidativos levantamentos de edifícios antigos que apresenta em suas páginas.

## 1.6 - TEORIA E PRÁTICA

Tudo o que aqui se disse e se dirá no decorrer do texto constitui o fundamento teórico do cadastramento. Não negamos que tais fundamentos são relevantes no exercício do bom operador de cadastro, mas, sem a prática, os resultados serão pífios. À semelhança da arquitetura, *que é uma ciência que se adquire pela prática e pela teoria*, como dizia Mestre Vitrúvio<sup>40</sup>, os cadastramentos dos edifícios necessitam desses dois apoios básicos para serem eficientes. Temos de estar atentos, porém, a certas incongruências que se manifestam quando passamos da teoria à prática porque, como dizia Boito, *entre o dizer e o fazer* muitas vezes não existe simplesmente um mar, mas, um oceano<sup>41</sup>. Neste momento, aparece uma nova virtude que é a da **inventiva**, cujo exercício nos permitirá remover os eventuais obstáculos que se interpõem na difícil passagem da teoria para a prática.

Há que se considerar também que, por mais fundamentos teóricos que se obtenham, o resultado final de um levantamento leva certa dose de subjetividade. Se fizerem o mesmo levantamento, dois diferentes bons profissionais terão muitos pontos em comum na representação do desenho, mas

darão maior ou menor ênfase em alguns detalhes, em virtude de sua ótica pessoal de entender o monumento e os seus problemas. É por esse motivo que se recomenda fortemente ao projetista do restauro e da consolidação que tenha, no mínimo, uma participação direta nos levantamentos cadastrais, embora seja desejável que assuma a direção e a responsabilidade dos trabalhos.

## NOTAS

- 1 - VAGNETTI, Luigi. *Disegno e Architettura*. Genova: Vitale & Ghianda, 1958.
- 2 - ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura*. Buenos Aires: Ed. Poseidon, 1951.
- 3 - Este testemunho ouvimos do Professor Bigansky, um dos protagonistas da odisséia.
- 4 - OLIVEIRA, Mário Mendonça. *O desenho de arquitetura pré-renascentista*. Salvador: EDUFBA, 2002. 271p. il.
- 5 - Id., *ibid.* p.23-38.
- 6 - VITRUVIO, Pollio. *De Architectura*. Tradução e comentários de Antonio Corso e Elisa Romano. Torino: Einaudi, 1997. v.1, p.14.
- 7 - VILLARD DE HONNECOURT. *The sketchbook of Villard de Honnecourt*. Bloomington: Theodore Bowie: Indiana University Press, 1959.
- 8 - VASARI, Giorgio. *Le vite dei più eccellenti pittori scultori e architetti*. Sob os cuidados de Jacopo Recupero. Roma: Rusconi, 2002. [...] *Foram juntos Filippo e Donato [Donatello]; e resolveram conjuntamente partir de Florença para estar em Roma alguns anos, Felipe para se dedicar à arquitetura e Donato à escultura e à pintura. O que fez Felipe de modo a ser superior a Lorenzo e a Donato tanto quanto faz a arquitetura mais necessária à utilidade dos homens do que a escultura e a pintura. E vendendo uma pequena propriedade que ele tinha em Settignano, partiu de Florença e se dirigiu para Roma, onde, vendo a grandeza dos edifícios e a perfeição dos corpos dos templos, ficou boquiaberto como se estivesse fora de si. E assim, dando ordem para medir as cornijas e levantar as plantas daqueles edifícios, ele e Donato continuaram sem interrupção, não fizeram economia nem de tempo nem de despesa, nem deixaram em Roma e nos seus arredores lugar que eles não visitassem, e não medissem tudo que podia haver que fosse de qualidade [...]*.
- 9 - ALBERTI, Leon Batista. *De re Aedificatoria*. Tradução de G. Orlandi e notas de Paolo Portoghesi. Milano: Il Polifilo, 1966. v.2, p.440: *Todos os edifícios da Antiguidade, que pudessem ter importância por algum aspecto, eu os examinei, para poder encontrar elementos úteis. Incessantemente revisei, observei, medi, representei com croqui tudo aquilo que pude [...]*.
- 10 - PALLADIO, Andréa. *I quattro libri dell'Architettura*. Venetia: Dominico de'Franceschi, 1570. p.5. Edição fac-similada por Ulrico Hoepli em 1968. [...] *me propus a Vitruvius como mestre e guia: o qual é o único escritor desta arte; e me lancei à investigação dos restos dos antigos edifícios, os quais, malgrado o tempo e a crueldade dos Bárbaros nos ficaram: e reconhecendo que eles eram muito mais dignos de observação do que tinha anteriormente pensado; comecei a medir detalhadamente, com extrema diligência, cada uma de suas partes [...]*.
- 11 - SERLIO, Sebastiano. *The book of Architecture of Sebastiano Serlio*. London: Robert Peake, 1611. Traduzido para o alemão e do alemão para o inglês. Edição fac-similada por Benjamin Bloom, New York, 1970.
- 12 - DOCCI, Mario; MAESTRI, Diego. *Il rilevamento architettonico: storia, metodo e disegno*. Roma: Laterza, 1987. p.17-170.
- 13 - ALBERTI, Leon Batista. *Ludi Matematici*. [Roma]: Eulogos Intra Text, 2005. Texto digital.
- 14 - SAINT AUBIN, Jean-Paul. *La relevé et la représentation de l'architecture*. Paris: Service de l'Inventaire Général, 1992. p. 21.
- 15 - VILLARD DE HONNECOURT. *Estudos de iconografia medieval: o caderno de Villard de Honnecourt*. Tradução e comentários de Eduardo Carrera. Brasília: UNB, 1997. p. 94 e 96, lâminas 20 e 20v. Tradução: *Assim toma-se a largura de um curso d'água sem atravessá-lo e assim toma-se a altura de uma torre*.
- 16 - BARTOLI, Cosimo. *Del Modo di Misurare le distantie, le superficie, i corpi, le piante, le provincie, le prospettive, & tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini – Secondo le nuove regole d'Euclide, & de gli altri piu lodati scrittori*. Venetia: Francesco Francese, sanese [sic], 1589. 145f. il.

- 17 - VAGNETTI, Luigi. La "Descriptio urbis Romæ". *Quaderno*. Genova, Istituto di Elementi di Architettura e Rilievo dei Monumenti, n.1, p. 25-87, ott. 1968
- 18 - BONELLI, Renato. Introdução à Lettera a Leone X. In: PORTOGHESI, Paolo; CARBONERI, Nino (org.). *Trattati di Architettura*. Milano: Il Polifilo, 1978. p.463.
- 19 - Id., *ibid.*, p.465.
- 20 - MAGNINO, Julius Schlosser. *La letteratura artistica: manuale delle fonti della storia dell'arte moderna*. 3 ed. Firenze: La Nuova Italia, 1964. p. 197.
- 21 - PORTOGHESI, Paolo; CARBONERI, Nino (Org.). *Trattati di Architettura (Lettera a Leone X)*. Milano: Il Polifilo, 1978. p. 470. Tradução: *Aqueles que como pais e tutores deviam defender estas pobres reliquias de Roma*.
- 22 - Id. loc. cit.: *Quanta cal se fabricou de estátuas e outros ornamentos antigos? Que ousarei dizer que esta nova Roma que ora se vê, quão grande que ela seja, quanto bela, quanto ornada de palácios, de igrejas e de outros edifícios, seja fabricada de cal feita com os mármore antigos*.
- 23 - Id. *ibid.* p. 473: *Os edifícios, pois, do tempo dos godos são totalmente despidos de qualquer graça, sem estilo algum, diferentes dos antigos e dos modernos*.
- 24 - PORTOGHESI, Paolo; CARBONERI, Nino. op. cit. p. 477: *Tendo, pois, esclarecido bastante quais edifícios antigos de Roma são aqueles que queremos demonstrar e também como é coisa fácil conhecer uns em relação aos outros, resta ensinar o modo que nós adotaremos para medi-los e desenhá-los para que aquele que deseja dedicar-se à arquitetura saiba operar um e outro sem erro*.
- 25 - L'ORME, Philibert de. *Le premier tome de l'architecture*. Paris: Federic Morel, 1567. f. 40v e 43v. Edição fac-similada por Leonce Laget, 1988.
- 26 - Embora seja um documento apócrifo, pode ser atribuído ao Sargento-mor José Antônio Caldas, em virtude de alusões em outros documentos e das características da caligrafia das legendas. Os originais encontram-se no Arquivo Militar do Exército no Rio de Janeiro.
- 27 - Alguns destes modelos ainda são encontrados em um setor especializado do Museu Militar dos Inválidos, em Paris. Eles vêm passando por um cuidadoso processo de restauração com limpeza a laser e resgate da policromia original dos trabalhos.
- 28 - FORTES, Manuel de Azevedo. *O engenheiro portuguez, dividido em dous tratados*. Lisboa: Manoel Fernandes da Costa, 1728. 2v., 1029p, il. Ed. fac-similada pela Diretoria de Engenharia do Exército Português.
- 29 - Id., *ibid.*, v.2, p.410.
- 30 - CARBONARA, Giovanni. *Restauro dei monument: guida agli elaborati grafici*. Roma: Scuola di Specializzazione per lo Studio ed il Restauro dei Monumenti. 1985. 116p. il.
- 31 - Este instrumento, segundo os estudiosos, foi inventado por Heron de Alexandria e, pelas descrições encontradas, seria o ancestral do teodolito, pois media, concomitantemente, ângulos horizontais e verticais. Existem algumas reconstituições hipotéticas do aparelho, entre as quais a de Schoene e de Venturi.
- 32 - VITRUVIO. *De architectura*. op. cit., v.2, p. 1137.
- 33 - FERRARO, Alfredo. *Dizionario di metrologia generale*. Bologna: Zanichelli, 1959. p. 218. Considerando que o pé romano valia cerca de 29,57cm, o comprimento do instrumento seria de aproximadamente 5,91m.
- 34 - VITRUVIO. *De architectura*, op. cit., v. 2, p. 1.137. .
- Permanece, porém, uma dúvida quanto à disposição dessas travessas, em função de certa obscuridade do texto vitruviano. Querem uns, como Claude Perrault (Fig.4b), que tais travessas fossem paralelas à régua, outros, que elas fossem a 45°, para dar contraven-tamento às peças do instrumento (Fig.4a).
- 35 - CAPRA, Alessandro. *La nuova architettura civile e militare*. Cremona, 1718. p. 197. Edição fac-similada por Arnaldo Forni, 1987.

- 36 - DOCCI, Mario e MAESTREI, Diego. *Il rilevamento...* op. cit. p. 103.
- 37 - Na gravura aparecem variados instrumentos como: esquadro, virga geométrica, *bastão de Jacó*, quadrante geométrico, quarto do círculo com fio de prumo, nível etc.
- 38 - GURRIERI, Francesco. *Lezioni di restauro dei monumenti*. Firenze: C.L.U.S.F., 1978. p. 12.
- 39 - RIEGL, Alois. *Il culto moderno dei monumenti: Il suo carattere e i suoi inizi*. Tradução do alemão por Renate Trost e Sandro Scarrocchia. Bologna: Nuova Alfa, 1990. p. 39.
- 40 - VITRUVIO, Pollio. *De Architectura*, op. cit. v.1, p13.
- 41 - BOITO, Camilo. *Il nuovo e l'antico in architettura*. Organizado por Maria A. Crippa. Milano: Jaca Book, 1988. p.114

## ***2. Cadastros e levantamentos***



## 02

## CADASTROS E LEVANTAMENTOS

Já discutimos a importância dos levantamentos do ponto de vista de documentação da memória, assim como a condição de serem instrumentos imprescindíveis para a execução de qualquer intervenção restaurativa sobre o monumento, representando um ponto básico da metodologia da conservação e da restauração. Neste particular, trata-se do momento no qual obtemos maior intimidade com o fabricado e os seus problemas, observamos as suas patologias de estrutura e de materiais. É a pedra de fecho da fase que apelidamos de *cognitiva*, e sendo *muitas vezes o recurso final de preservação da memória de um edifício, quando não se pode salvá-lo é, portanto, uma operação de extrema responsabilidade e necessidade*<sup>1</sup>.

O trabalho de levantamento cadastral de um edifício, por imposição metodológica, antecede a qualquer operação sobre ele, a não ser que exista uma ameaça iminente que coloque em risco a integridade física dos operadores ou do próprio monumento. Nesse caso, é fundamental ou, melhor ainda, imprescindível, o emprego preliminar de operações de estabilização provisória por **escoramento**. O desembaraço dos ambientes do lixo e dos entulhos também auxilia a correta mensuração dos espaços, sem risco para os medidores.

O levantamento cadastral não se constitui em operação compartimentada e estanque, que se encerra com o levantamento rigoroso da geometria do edifício na condição em que foi encontrado. Vai muito mais além. Deve caminhar, à guisa de contraponto da obra, sofrendo atualizações a cada momento em que é encontrada uma informação nova. Ele deve contemplar, com registros precisos, os achados arqueológicos que acontecem na fase *cognitiva*, cuja localização precisa é de suma importância para orientar as decisões futuras de projeto.

A exatidão de um desenho cadastral deve representar a fé de ofício do seu signatário, pois pode ser invocado como prova para dirimir dúvidas jurídicas. Quem por descaso faz representações incorretas é digno de censura e quem o faz por má fé para tirar qualquer espécie de vantagem, comete um lamentável estelionato documental.

## 2.1 - OS PROCESSOS

Uma construção pode ser representada iconograficamente de duas maneiras básicas: uma **real** e outra **aparente**. No primeiro caso, o desenho em escala e com indicação de todas as cotas dissecar o edifício em projeções ortogonais dentro daquilo que corresponde ao conceito das velhas **iconografia** e **ortografia** vitruviana. Já a representação **aparente** implica o emprego da perspectiva, tanto exata como de observação, ou **cenografia**, como queria Vitruvius<sup>2</sup>. Nesse grupo, inserem-se, conseqüentemente, a fotografia tradicional e a digital, além das suas variantes, como o cinema e o vídeo.

Parece ter ficado claro, em tudo o que já se falou, ser a **exatidão das medidas** um ponto crucial dos levantamentos. Há casos, porém, em que a extrema exatidão pode ser descurada. Citam-se, como exemplo, os desenhos de plantas dos inventários, nos quais a quantidade de edifícios a serem levantados é muito grande, não permitindo um consumo de tempo exagerado em cada uma das unidades. Assim sendo, não são documentos que merecem fé para serem empregados nos projetos de restauro. Trata-se, em geral, de desenhos que nos mostram somente a caracterização distributiva dos espaços

e a feição geral do edifício, sem maiores informações para a sua leitura completa. Tais formas mais sumárias de levantamento são também admissíveis como desenho básico sobre o qual se pretende anotar as medidas exatas do levantamento definitivo rigoroso e, nesse caso, podem até mesmo ser somente um croqui semimétrico.

Para a aplicação dos processos de medição, utilizamos um arsenal de instrumentos, muitos dos quais conhecidos desde a Antiguidade. Citamos alguns: escalas rígidas e dobráveis, trenas de tecidos especiais e metálicas, teodolitos, miras, níveis, clinômetros, goniômetros, bússolas, prumos e similares. Outros processos mais modernos como a fotografia tradicional e a digital, a fotogrametria terrestre e aérea (essa última imprescindível no estudo dos centros urbanos e do território), as modernas ferramentas computacionais de retificação de imagens e outros instrumentos adicionam-se aos recursos tradicionais da representação. Até mesmo o cinema e o vídeo, como já vimos, são técnicas que nos podem ajudar na documentação da nossa memória construída. Esses processos, isoladamente, apresentam virtudes e defeitos na sua aplicação prática, mas cabe ao experiente operador dos levantamentos escolher e utilizar judiciosamente cada um, associando, em algumas oportunidades, as suas potencialidades para obter os melhores resultados na busca, sempre, da maior **exatidão**.

## 2.2 - LEVANTAMENTO CADASTRAL DE PRECISÃO

### 2.2.1 O instrumental básico

O instrumental básico a ser empregado em levantamentos de **precisão** ou **rigorosos** tem a sua escolha ditada, até certo ponto, pelo executor. A experiência, contudo, nos induz a sugerir o que se segue:

- a. Prancheta de mão formato A-4 para anotações gerais e elaboração de pormenores do desenho.
- b. Prancheta de mão formato A-3 (eventualmente até A-2) sobre a qual é lançada, em papel próprio, a planta do conjunto. Como, em geral, não são encontradas facilmente no mercado, podem ser confeccionadas com compensado de boa qualidade na espessura de 5 mm. Para fixação do papel, que se torna fundamental quando há ação de vento forte, podem-se empregar duas ligas de elástico ou borracha em cada uma das extremidades da prancheta.
- c. Lapiseiras de 0,5 a 0,7mm com minas de dureza B e 2B, que facilitam a legibilidade das anotações e as correções.
- d. Trensas de 25 e 50m de aço ou tecido reforçado com fibra de vidro. Escolher preferencialmente as trenas que iniciam a graduação a partir da argola ou do reforço da argola, porque, quando o zero é na própria fita, esta se desgasta facilmente nas medições, rompendo-se precocemente. As trenas de aço são mais precisas, mas necessitam de maior cuidado na sua conservação e no manuseio para evitar as linhas de transmissão elétrica, que podem causar acidentes.
- e. Escala dobrável de 2m, conhecida também como *escala de pedreiro* (Fig. 2.1a). Deve ser material de boa qualidade e aferido para evitar falsas medições. Esse instrumento tem muita versatilidade na obtenção de medidas, como veremos. Em geral é fabricada com madeira (algumas de bambu), metal (em geral alumínio) ou polímero reforçado com fibra de vidro.
- f. Régua de 1m, preferivelmente graduada (metal ou madeira), para ajudar nos nivelamentos e obtenção de linhas em esquadro.

- g. Mangueira de plástico transparente para nivelamento, com 15 a 20m de comprimento e diâmetro de 1/2" ou pouco menos.
- h. *Desempeno*<sup>3</sup> com o comprimento mínimo de 2m, secção aproximada de 10x4cm, executado com madeira leve e de boa qualidade como louro (*Ocotea cymbarum*) ou cedro (*Cedrela odorata*), que não apresente freqüentes deformações. Quando de madeira, é interessante que se faça uma série de furos alinhados ao longo da peça com dimensão de  $\varnothing 1/2$  a  $3/4$ ", pois facilitam eventuais necessidades de fixação e evitam o empeno do material.
- i. Esquadro de madeira de duas pernas fabricado com precisão, no mínimo com 50cm em cada perna. Eventualmente, na falta de um bom instrumento confeccionado, podemos utilizar os esquadros de madeira empregados em quadros de giz nas aulas de desenho geométrico.
- j. Nível de bolha de boa qualidade e com tamanho mínimo de 50cm (Fig. 2.1-b).

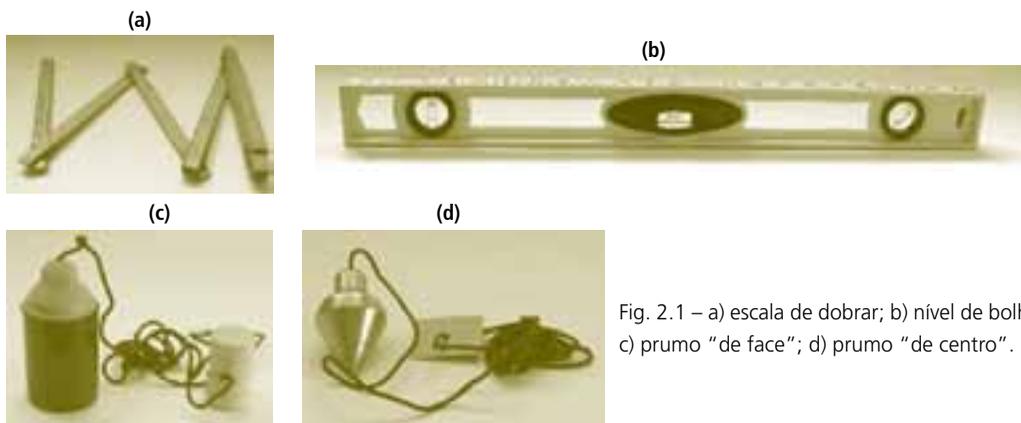


Fig. 2.1 – a) escala de dobrar; b) nível de bolha; c) prumo "de face"; d) prumo "de centro".

- k. Prumo "de face" (forma cilíndrica) com um mínimo de 250g (Fig. 2.1-c).
- l. Prumo "de centro" (terminação cônica) (Fig. 2.1-d).
- m. Papel milimetrado ➔ Tamanhos A-2, A-3 e A-4 sobre o qual será lançado o desenho básico, sem que se fuja demasiadamente das relações de escala.
- n. Instrumentos de desenho ➔ Estojo de compassos, esquadros, transferidores etc.
- o. Aparelhos de medição:  
De nível (com bolha, de luneta, *laser*, Cowley etc.), de ângulos horizontais e verticais (teodolitos, goniômetros etc.), de distâncias (teodolitos, GPS, medidores de emissão e similares) (Figs. 2.2-a até 2.2-g).



Fig. 2.2 a) GPS.



Fig. 2.2 (continuação) - b) nível Cowley; c) estação total e mira; d) nível ótico automático; e) esquadro laser (groma moderna); f) teodolito tradicional; g) nível laser manual.

### 2.2.2 Seqüência metodológica das operações

- a. Reconhecimento preliminar do monumento para avaliação das dificuldades de acesso e da necessidade de contar com o apoio de pessoal auxiliar, além daquele da equipe básica, que deve ser de, no mínimo, três pessoas. Identificação de equipamentos que facilitem o trabalho, como escadas, andaimes, material de segurança e similares;
- b. Cobertura fotográfica **preliminar** para facilitar a avaliação do conjunto do edifício;
- c. Leitura de textos e pesquisa de iconografia existente sobre o edifício, de modo a facilitar a reconstituição da sua história e apoiar a fase *cognitiva* do trabalho;
- d. Elaboração de croqui da planta e da elevação, em escala aproximada e em dimensões não muito reduzidas, sobre o qual serão anotadas as medidas e outras informações que forem encontradas no cadastramento;
- e. Levantamento e anotações de medidas com trenas, escalas e aparelhos. Métodos diretos e indiretos. Complementação da cobertura fotográfica que facilite o desenho dos detalhes;
- f. Marcação imediata dos dados obtidos em desenho de prancheta e, em seguida, sob formato digital;
- g. Organização de *check-list* das dúvidas encontradas no momento da marcação que, diga-se de passagem, são inevitáveis. O ideal do cadastramento seria desenhá-lo no próprio canteiro;
- h. Complementação e correção de dados no campo;
- i. Desenho final por meio de digitalização em AUTOCAD ou programa similar, ou marcação em papel de desenho translúcido, preferivelmente de poliéster, para evitar variações dimensionais do suporte.

### 2.2.3 Coleta de medidas

Nas medições a serem efetuadas sobre o edifício, alguns axiomas devem ser observados:

- Em princípio, uma seqüência de medidas **deve ser sempre cumulativa** e obtida com uma só *trenada* (Fig. 2.3 e 2.4);
- Cada espaço a ser medido deverá ter, no mínimo, duas diagonais de amarração por triangulação e este número fica automaticamente majorado nos espaços delimitados por mais de quatro faces (Fig. 2.3);
- As medidas devem ser sempre **tomadas na mesma altura**, para evitar erros de medição muito comuns, que acontecem com a irregularidade ou o desaparecimento de paredes (Fig. 2.5);
- Como procedimento preliminar de levantamento, **o edifício deve ser nivelado** e marcado em todas as passagens de portas e escadas de acesso a pavimentos superiores e inferiores. Isto vai facilitar a obtenção de **medidas em uma mesma altura**, para evitar erros de fechamento do desenho.

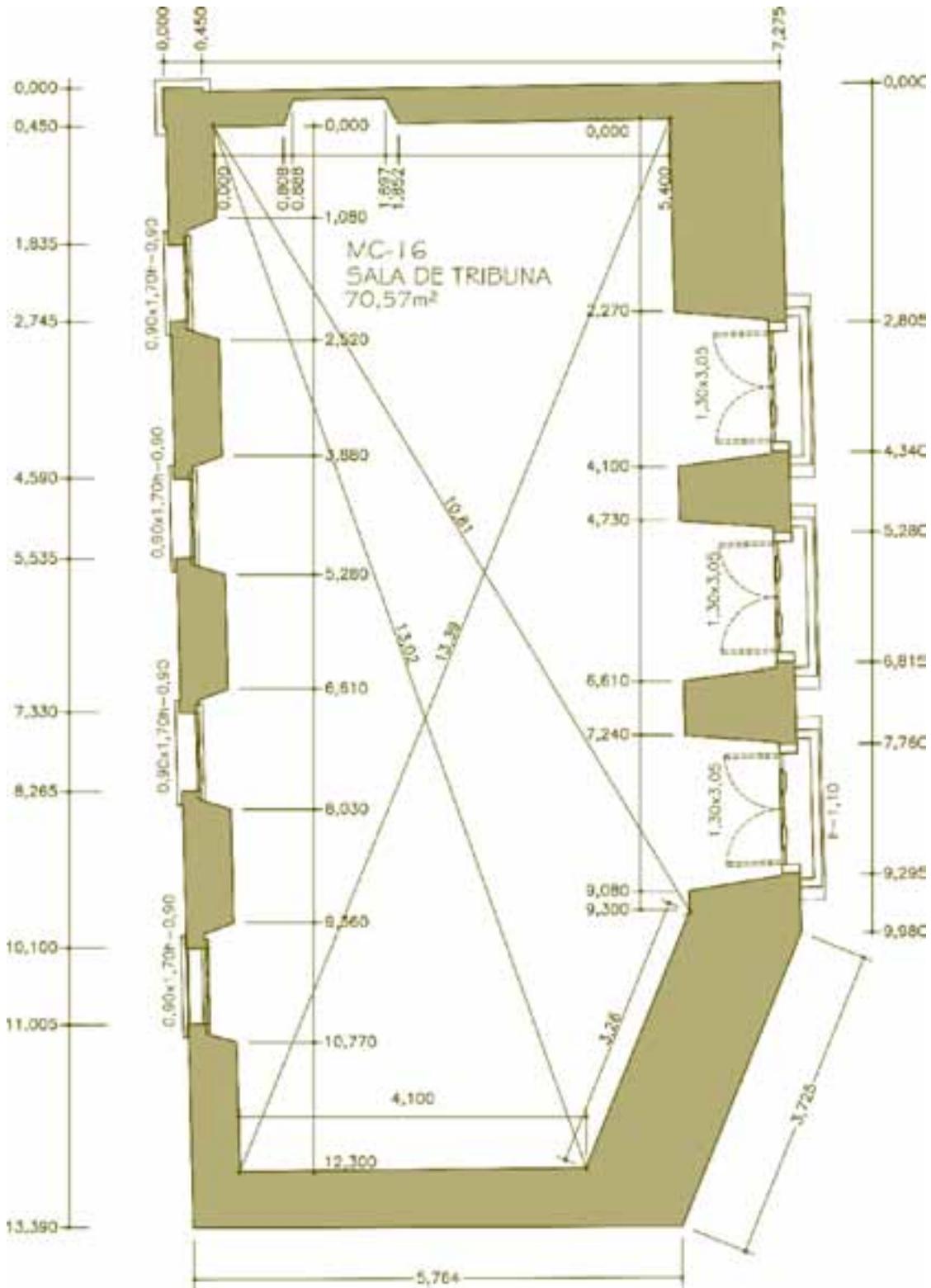


Fig. 2.3 – Medidas anotadas por acumulação e diagonais.

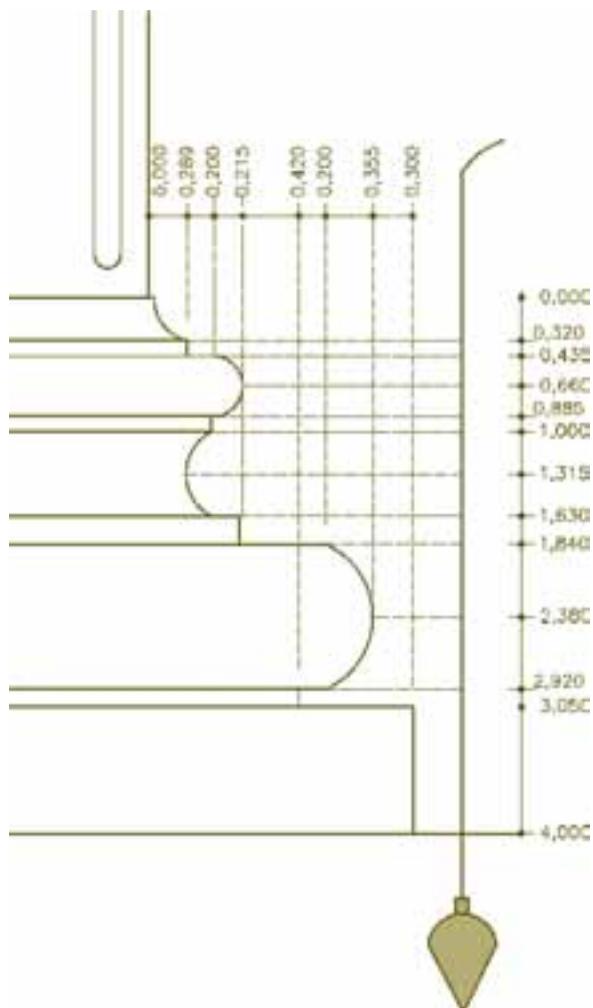


Fig. 2.4 – Levantamento de base de coluna (acumulação).

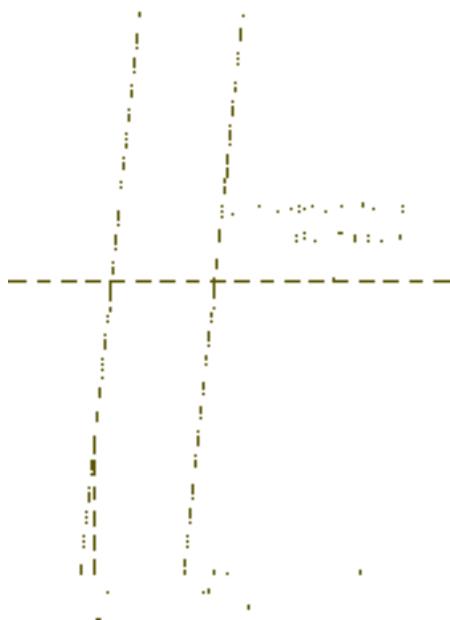


Fig. 2.5 – Erro provocado por medidas tiradas em diferentes níveis.

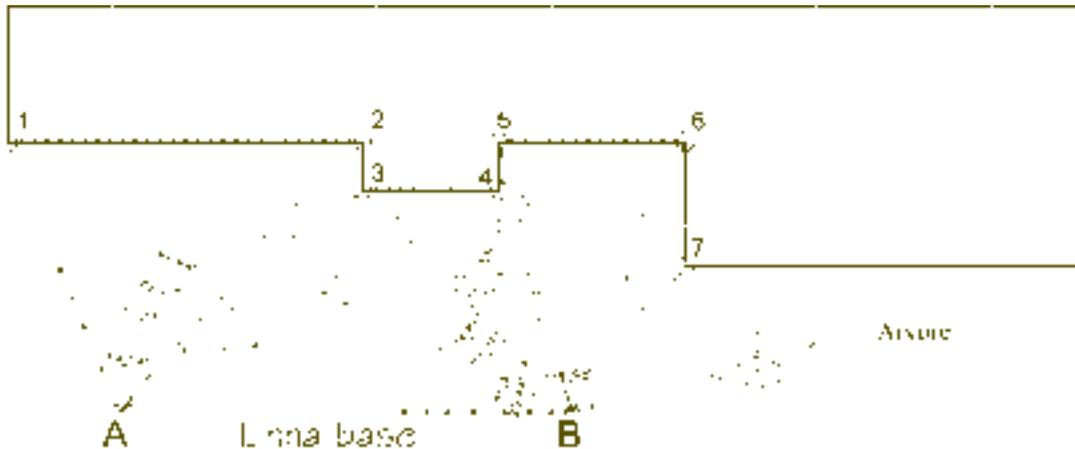


Fig. 2.6 – Processo de amarração por triangulação que pode ser sempre usado quando não se tiver formas curvas a levantar.

Os erros mais comuns que acontecem, fazendo-nos retornar a campo para verificações e conferências, com conseqüente perda de tempo (e dinheiro), originam-se, principalmente, de equívocos de anotação, medição com trenas pouco tensionadas, cuja catenária falseia os resultados das leituras, diagonais e cotas tomadas em diferentes níveis (Fig. 2.5), desaprumos de muros não verificados e paredes com curvatura que são consideradas como retas. Neste último caso é bom conferir a linearidade de uma parede longa estendendo um fio de *nylon*.

## 2.2.4 Medidas, amarrações de pontos e sistemas de coordenadas.

### 2.2.4.1 Triangulação

Para definir um ponto no espaço, a triangulação é fundamental, cujo princípio encontra-se perfeitamente explicitado nas Figs. 2.3 e 2.6. Como já vimos, o emprego de diagonais para definir a geometria da planta baixa de um cômodo é um sistema de triangulação. É um artifício de medição que nos permite também calcular a área de polígonos irregulares, expediente utilizado desde o passado remoto para medições de superfícies. Hoje em dia isto está extremamente facilitado, pois os programas computacionais gráficos, como o AUTOCAD, nos fornecem automaticamente essas áreas. As triangulações de amarração de determinado ponto podem, igualmente, ser obtidas com muita precisão por meio de aparelhos, como o teodolito, mas existem procedimentos mais simples que, se forem bem aplicados, trazem uma boa precisão aos resultados, não obstante o seu emprego centenário.

### 2.2.4.2 Coordenadas cartesianas

São muito comuns, também, as amarrações de medidas pelo sistema de **coordenadas cartesianas**. Nestes casos é importante obter completa perpendicularidade entre os eixos dos *y* e dos *x* (Fig. 2.7-a). Para isto é de muita utilidade o esquadro de madeira relacionado na letra *i* do item 2.2.1 ou, então, um esquadro de agrimensor ou até mesmo uma *groma*, à maneira dos antigos romanos. De grande eficiência também é obter a perpendicularidade com o *triângulo pitagórico* de lados 3, 4 e 5, que se costuma usar corriqueiramente no esquadramento de obras. A marcação de uma base

correspondente ao eixo dos  $x$  pode ser feita sobre o pavimento, se esta for a altura escolhida para a medição, ou com fios de arame ou *nylon* apoiados sobre cavaletes e tensionados por pesos na altura desejada (Fig. 2.7-b). O mesmo princípio pode ser usado para levantamento de arcadas (Fig. 2.8).

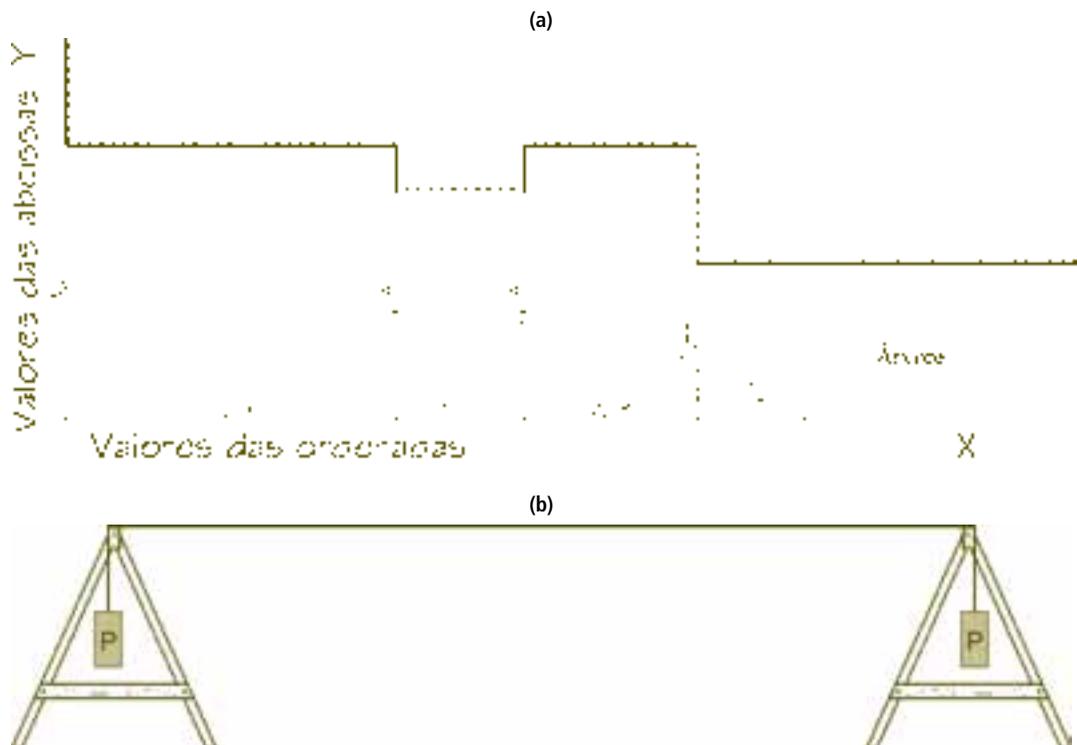


Fig. 2.7 – (a) Amarração de pontos por meio de coordenadas cartesianas; (b) emprego de cavaletes para colocar linha de referência tensionada.

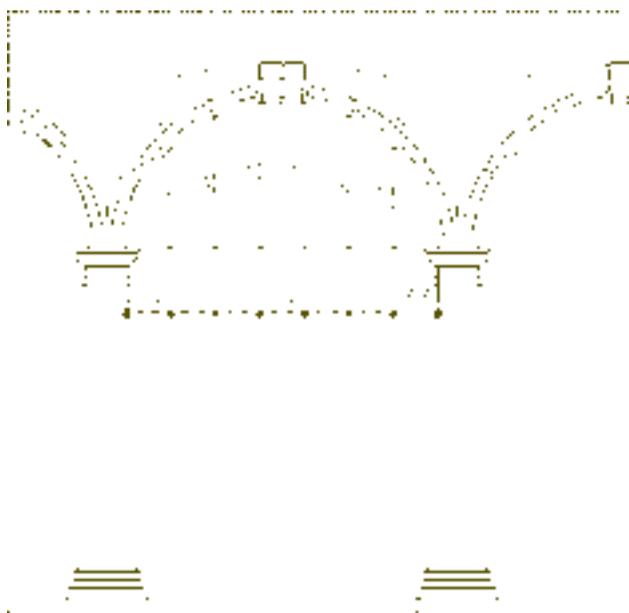


Fig. 2.8 – Idem definição de perfil de um arco.

### 2.2.4.3 Coordenadas polares

É um método que na sua versão simplificada admite uso de um transferidor sobre prancheta de campo e uma **alidade** para tirar os alinhamentos. Tal método já tinha sido sugerido por Alberti e explicado no *Ludi Mathematici* e no *Descriptio urbis Romæ*. Modernamente, esta técnica de medidas e amarrações de pontos prevê, normalmente, o emprego de um teodolito, por meio de processo de irradiação de um ponto ou mais pontos, a depender da situação do levantamento. Alguns níveis óticos com luneta possuem um limbo graduado externamente, que se presta também para a execução desta operação, porém a graduação não é tão precisa quanto a do teodolito, o que diminui a exatidão das medidas.

As distâncias dos pontos levantados em relação ao ponto central de irradiação (XA, XB, XC etc.) poderiam ser tomadas, no caso de uso de um teodolito, por intermédio de **taqueometria**, isto é, da leitura de uma mira graduada e das retículas da luneta do aparelho. No caso, porém, de levantamento de um edifício, recomendamos que tais medidas sejam obtidas **diretamente com trena**, partindo do fio de prumo do aparelho até o ponto que se deseja amarrar. Neste caso recomenda-se também que **todas as medidas sejam tomadas na mesma altura**, como aconselhado anteriormente (Fig. 2.5). Quando existe muita irregularidade nos volumes das construções, formas curvas a serem levantadas ou irregularidade na disposição dos blocos dos edifícios, a técnica das coordenadas polares é das mais eficientes.

As medições dos ângulos que definem cada uma das visadas serão sempre feitas em relação ao **ponto inicial**, ou **ponto de partida**, que equivale a  $0^\circ$ , progredindo-se, em geral, no sentido horário (Fig. 2.9). Os valores dos ângulos vão sendo anotados em uma tabela com a respectiva distância ao ponto que se deseja medir e *amarra* (Tabela1).

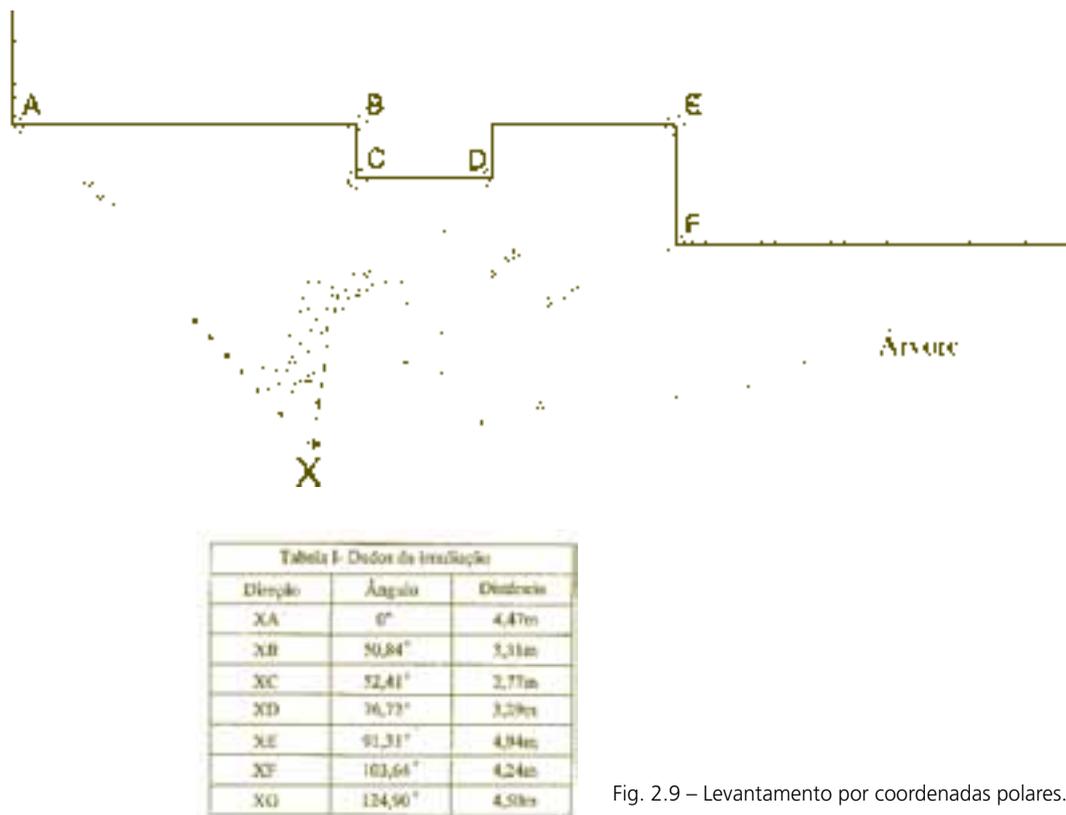


Fig. 2.9 – Levantamento por coordenadas polares.

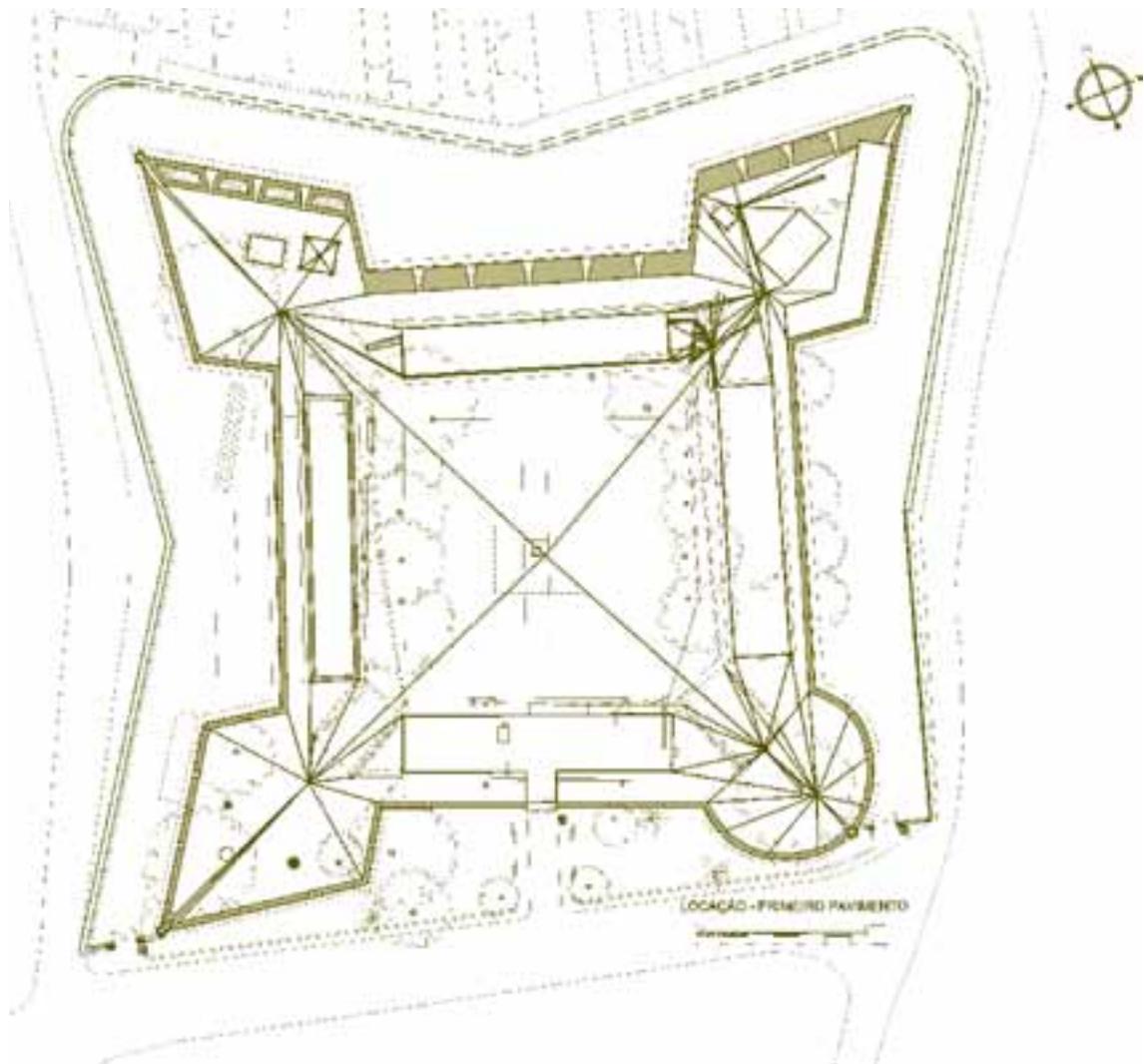
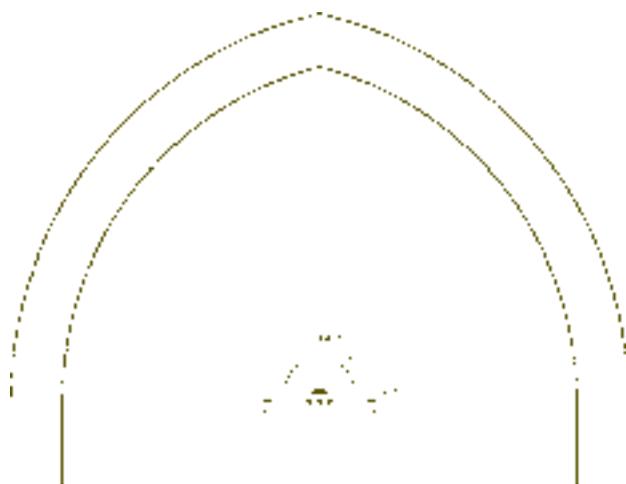


Fig. 2.10 – Sistema de irradiação com coordenadas polares múltiplas do Forte do Barbalho, em Salvador. Além da irradiação interna, foi feita uma poligonal fechada externa com irradiação de cada uma das estações.



O mesmo princípio pode ser adotado para levantamento do perfil de um arco ou abóbada, colocando um transferidor nivelado no centro da **linha das impostas**.

Fig. 2.11 – Levantamento do perfil de um arco ogival com coordenadas polares.

### 2.2.4.4 Poligonais e caminhamentos

É sempre conveniente que um monumento, quarteirão ou centro histórico seja definido por uma poligonal, que consiga fechamento no seu ponto de partida. A poligonal envolvendo um edifício pode confirmar a exatidão dos levantamentos que forem feitos internamente. É uma técnica que utiliza, também, o processo de coordenadas polares, pois, de cada uma das estações principais da poligonal, podemos fazer uma irradiação amarrando pontos notáveis do edifício. Para aumentar os pontos de referência, podemos criar estações intermediárias quando os alinhamentos forem muito grandes, por exemplo, os pontos *a* e *b* da Figura 2.12.

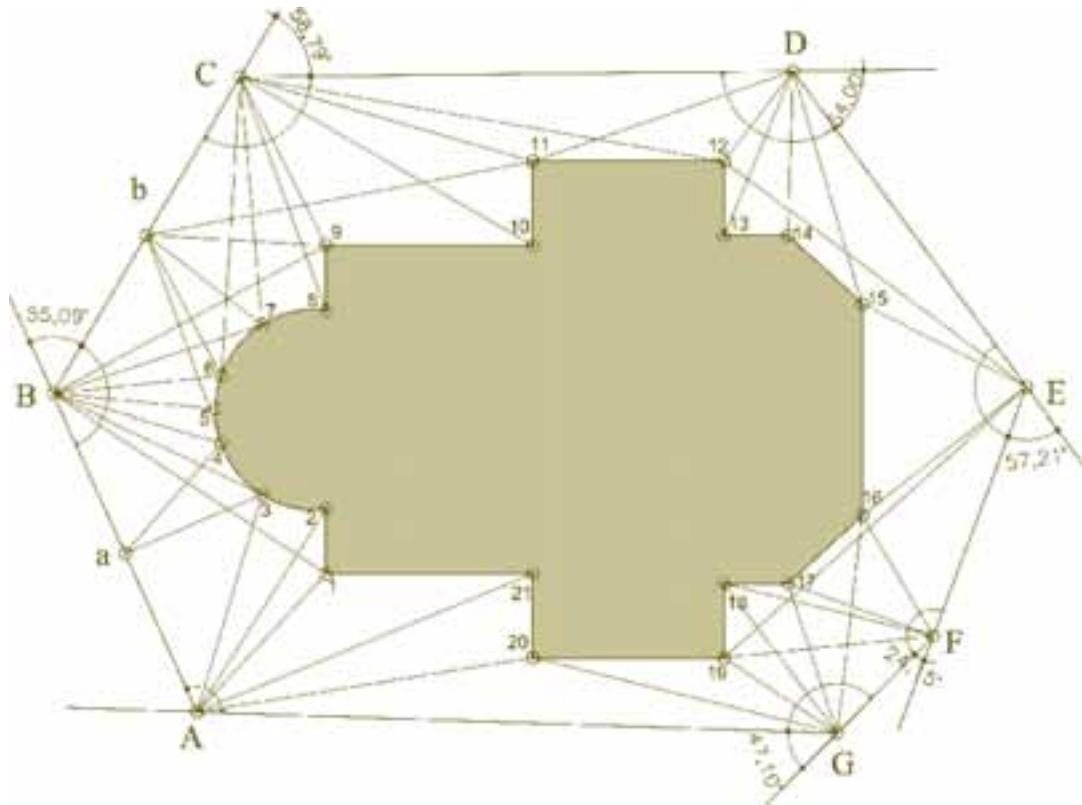


Fig. 2.12 – Poligonal de amarração externa de um edifício.

Os ângulos que definem os alinhamentos da poligonal podem ser os ângulos internos (ou externos) do polígono ou os ângulos da deflexão do caminhamento. Para efeito de verificação da exatidão de uma poligonal, usa-se uma expressão que nos dará o valor do somatório dos ângulos internos criados, onde "n" é o número de lados do polígono:

$$\sum \text{ângulos internos} = 2 (n-2) \times 90^\circ$$

Uma poligonal pode ter os seus pontos de inflexão definidos por um sistema de coordenadas cartesianas e, também, ser um **caminhamento azimutal** de delimitação que, entretanto, não oferece a mesma exatidão em virtude de depender de uma agulha magnética susceptível de sofrer interferências no seu direcionamento. Este tipo de poligonal não se recomenda, pois, para a amarração de monumentos, mas somente para definições de áreas de proteção. Os **azimutes magnéticos** do levantamento podem ser convertidos em **azimutes verdadeiros**, ou seja, que têm por base o **norte verdadeiro** da carta geográfica, como esclareceremos posteriormente.

Também para definir a poligonal de uma área de proteção, pode-se obter amarração por meio de um GPS.

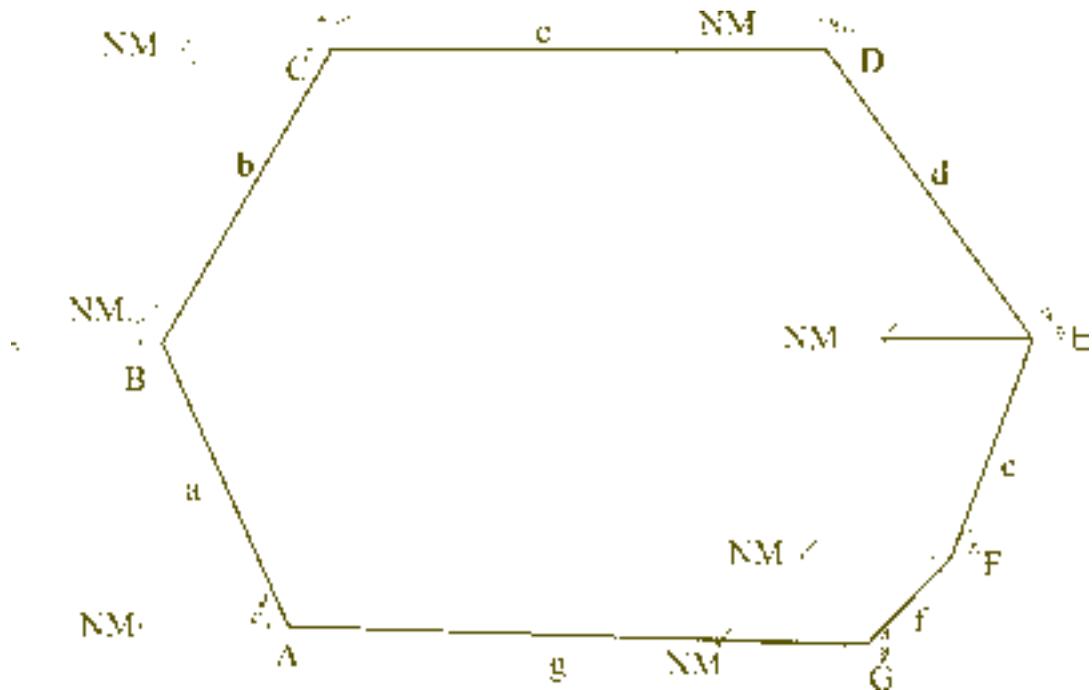


Fig. 2.13 - Caminhamento azimutal.

#### 2.2.4.5 Medidas indiretas lineares e angulares

Como visto no capítulo precedente, as **medidas indiretas** são praticadas desde a mais remota antiguidade, muito antes mesmo que Alberti tivesse sistematizado alguns destes procedimentos através do *Ludi Matematici*. Com o desenvolvimento da trigonometria, tais procedimentos ficaram facilitados e, mais ainda, com o avanço dos instrumentos de medição.

Os aparelhos modernos, como as **estações totais**, processam os cálculos das distâncias através de emissão de freqüências (*laser*, infravermelho etc.), que, refletidas em seu destino e retornando ao instrumento, dão, automaticamente, a distância até o ponto desejado. Este cálculo na topografia tradicional era, e ainda é, obtido com a **taqueometria**, técnica que se baseia na leitura da escala de uma mira graduada por meio de **foio superior** e **inferior**, que são visíveis quando se olha através da luneta do instrumento. A diferença entre as duas leituras efetuada multiplicada por 100 corresponde à distância até o ponto que se deseja mensurar<sup>4</sup>. Quando, porém, a visada for muito inclinada, deve ser adicionado um fator de correção na leitura para se obter resultados mais exatos. Neste caso, a leitura do valor encontrado na mira não será simplesmente multiplicado por 100, mas obedecerá à seguinte fórmula:

$$L = K.S.\cos^2\alpha$$

Na equação, o valor de  $L$  representa a distância do aparelho à mira, que corresponde ao fator  $K$  do aparelho (normalmente 100), multiplicado pela leitura na mira ( $S$ ), obtida pela subtração do valor encontrado no **foio superior** menos o valor do **foio inferior**. O ângulo  $\alpha$  é aquele que se forma entre a horizontal e a direção de visada do aparelho.

Repetimos, porém, que nos levantamentos cadastrais de monumentos, quando possível, as medidas devem ser tomadas **diretamente com trena** para se obter maior exatidão.

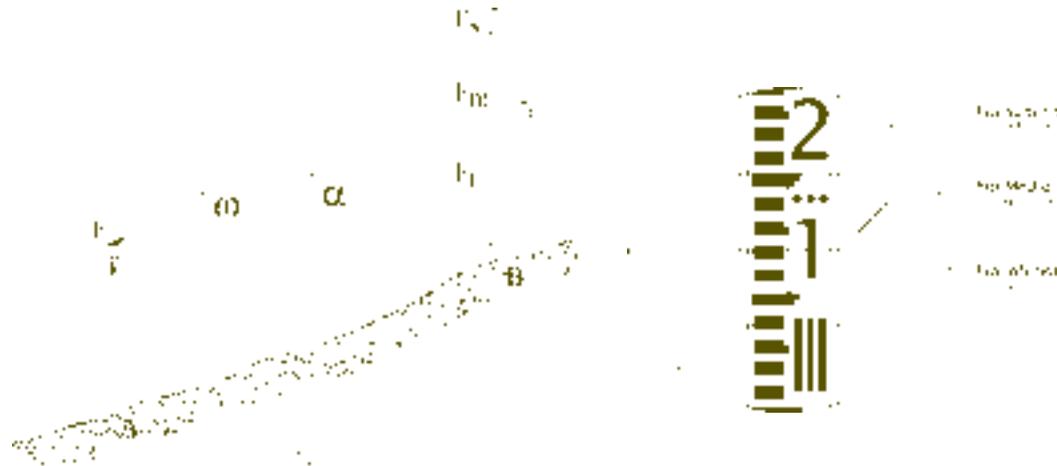


Fig. 2.14 - Medição de distância por taqueometria.

Existem casos, entretanto, em que estamos obrigados a proceder a medição de pontos inacessíveis ou em que, para a medição destes não dispomos, na ocasião, de aparatos que nos permitam acessá-los, como escadas longas e mesmo andaimes. Nestes casos, além da possibilidade de utilizar a fotogrametria, poderemos empregar alguns artifícios como:

- ↗ a) Trigonometria com uso de instrumentos;
- Pontos inacessíveis → b) Transporte de nível para pontos acessíveis;
- ↘ c) Transposição para o plano de terra.

As poligonais azimutais são executadas com o uso de bússolas. Assim, em um caminhamento azimutal ou então em um polígono azimutal fechado, cada mudança de direção (deflexão) é referida, sempre, em relação à direção do norte magnético apontado pela bússola (Fig. 2.13). Os ângulos são contados, sempre, no sentido horário desta deflexão.

O azimute magnético pode ser convertido em azimute verdadeiro ou geográfico, desde que a leitura da direção do norte magnético seja convertida em norte verdadeiro pela soma ou subtração da **declinação**. Esta vem a ser, pois, a diferença angular entre a direção do norte magnético e a do norte verdadeiro e ela pode ser à direita ou à esquerda deste norte, ou seja, declinação **Leste – E** - (para a direita) e declinação **Oeste – W** - (para a esquerda). Como depende da inclinação do eixo da terra e esta sofre variações, a declinação também é mutável, dentro de certos limites. As cartas geográficas, em geral, possuem a indicação desta declinação e a sua variação anual.

Alguns teodolitos são instrumentos habilitados, também, para indicar direções azimutais, porque possuem uma agulha magnética incorporada ou acoplável ao aparelho (teodolitos bússola).

- ↗ Teodolitos
- Ângulos simples → Nível com limbo graduado
- ↘ Transferidores e goniômetros

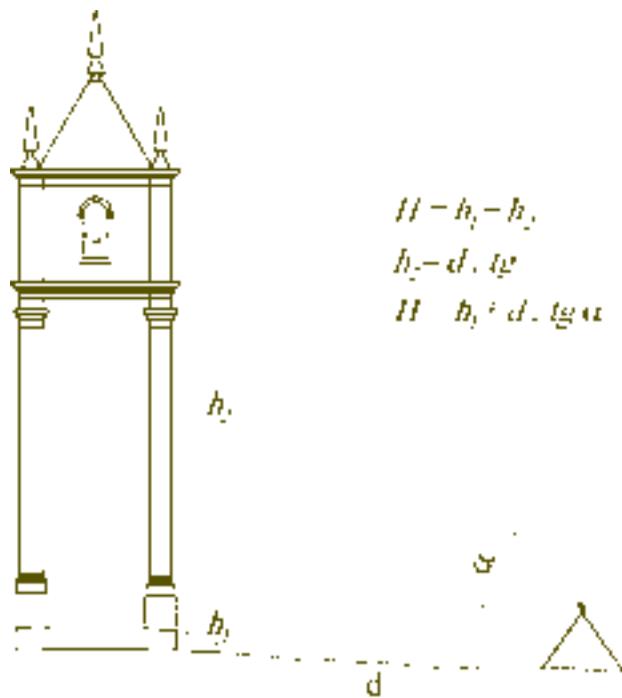


Fig. 2.15 – Utilização de trigonometria na medição indireta de alturas.

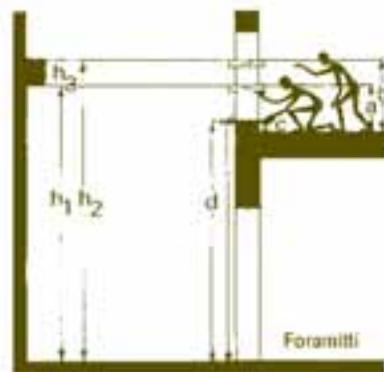


Fig. 2.16 – Transposição de pontos inacessíveis para locais acessíveis.

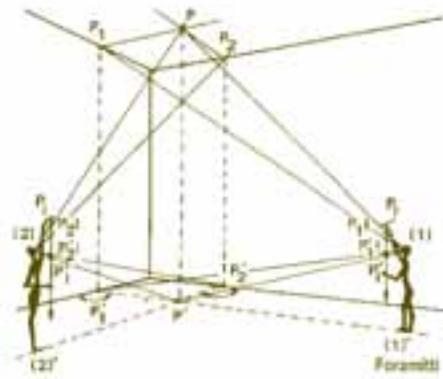


Fig. 2.17 – Transposição de pontos elevados para o plano horizontal. Esta operação com teodolito é muito precisa.

#### 2.2.4.6 Outras técnicas e artifícios de medição

a. Medição de colunas e elementos cilíndricos de pequeno raio:

- Uso do metro dobrável ou escala de pedreiro para obter o diâmetro (Fig. 2.18);
- Uso da fita métrica para encontrar o valor da circunferência ( $C=2 \pi r$ ) (Fig. 2.19);
- Uso do compasso de escultor para obter o diâmetro (Fig. 2.20).



Fig. 2.18 – Medição do diâmetro com trena dobrável.

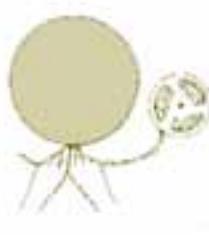


Fig. 2.19 – Medição com trena da circunferência.

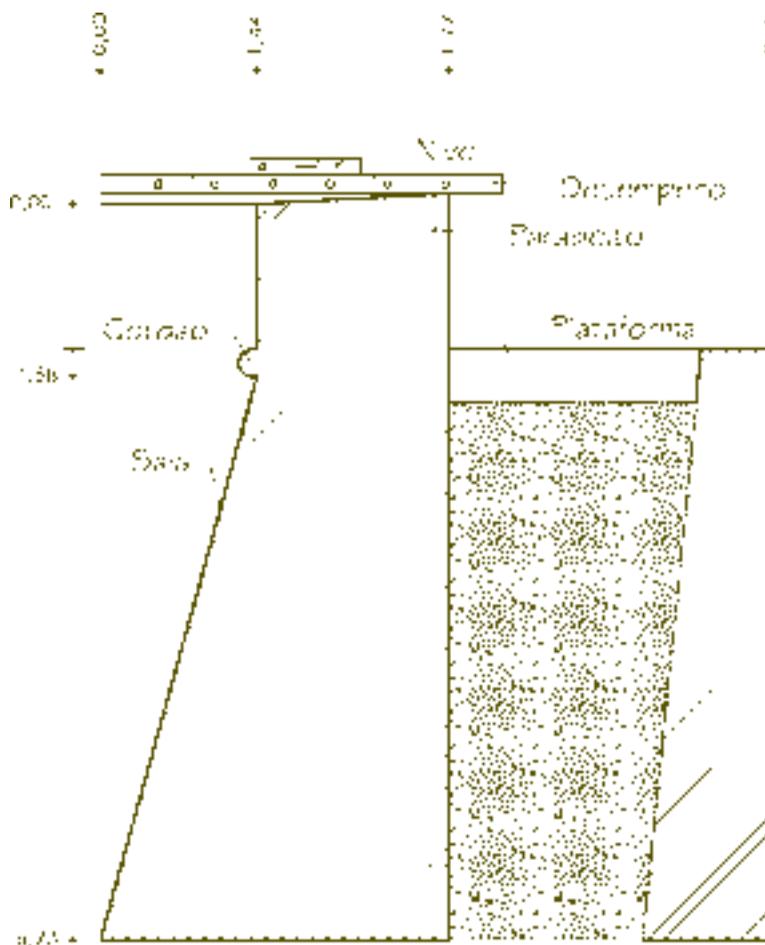


Fig. 2.20 – Medição do diâmetro com compasso de pontas curvas.

b. Perfis de abóbadas e arcos:

- Referência das aduelas de leitos convergentes, se forem de cantaria e aparentes;
- Transferidor na linha de impostas ➔ para qualquer caso (Fig. 2.11).

c. Levantamentos de muralhas com arrasto



As construções que se vão alargando à medida que se aproximam do solo, como os muros de arrasto e as saias das muralhas das fortalezas, devem ser medidas, sempre que possível, pela parte superior. No coroamento da muralha podemos aplicar um desempenho nivelado, garantindo a sua estabilidade e nivelamento com a aplicação de uma cunha de madeira e da sua extremidade, deixar cair um fio de prumo até a base da muralha. O prumo mais indicado é o conhecido vulgarmente como "prumo de centro". As diversas medidas são tomadas por coordenadas cartesianas, usando o fio de prumo como referência (Fig 2.21).

Fig. 2.21 – Medição de muro com arrasto, com transferência de nível para cota superior.

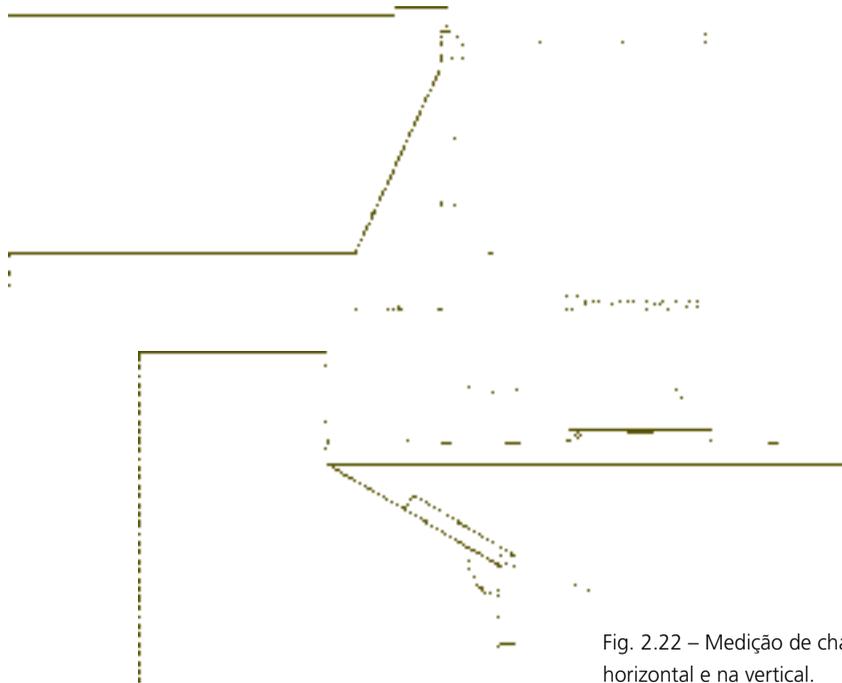


Fig. 2.22 – Medição de chanfro de envasaduras na horizontal e na vertical.

#### d) Medição de chanfro de envasaduras

Em grande parte dos monumentos antigos, em virtude da grande espessura das paredes, há necessidade de se acomodar as folhas de madeira de fechamento (janelas, postigos, portas etc.), quando abertas, ensejando também maior acesso da luz ao interior (Fig. 2.22-a). Por isso, o acabamento da abertura a partir da esquadria para dentro quase nunca é perpendicular ao paramento da parede interna, mas inclinado (*assutado ou sutado*). Merlões, ameias e seteiras nas fortalezas também o são, embora por motivos de posicionamento de tiro. Assim sendo, torna-se necessário verificar essas diferenças anotando as medidas corretamente. O valor do ângulo obtuso que se forma pode ser obtido por meio de uma *suta* ou falso esquadro (Fig. 2.22-b).

### 2.2.5 Nivelamentos

Os nivelamentos, como já declaramos, são fundamentais para a exatidão de um desenho cadastral e nos fornecem preciosas informações sobre problemas de estabilidade do edifício, sobre posicionamento de pisos e envasaduras, sobre causas da umidade ascendente, sobre *grade* da rua em relação à fachada e outros tantos particulares da edificação. Além do mais, facilitam sobretudo a marcação do desenho em elevação (cortes e fachadas). O método universal mais simples e confiável, para pequenas distâncias, é a utilização de mangueiras plásticas transparentes, normalmente empregadas pelos operários nas construções. Através delas, podemos tirar partido do equilíbrio da água para nivelar, um procedimento já explorado pela *libris aquareis*, descrito pelo mestre Vitruvius. Devemos ter cuidado no abastecimento da mangueira com água, para evitar a presença de bolhas de ar no seu interior, que podem indicar falsas medições. A melhor forma de encher a mangueira é empregando a propriedade da sifonagem, com um recipiente situado em um ponto mais elevado. Além do mais, o ponto de partida do nivelamento deve ser determinada altura que permita uma marcação mais

cômoda do nível da água por parte dos operadores. Essa altura de partida deverá ser, em princípio, um número inteiro (1m) ao qual acrescentamos mais dois, três ou quatro metros, quando desejamos passar do nível de um andar para outro.

### 2.2.5.1 Utilização de aparelhos

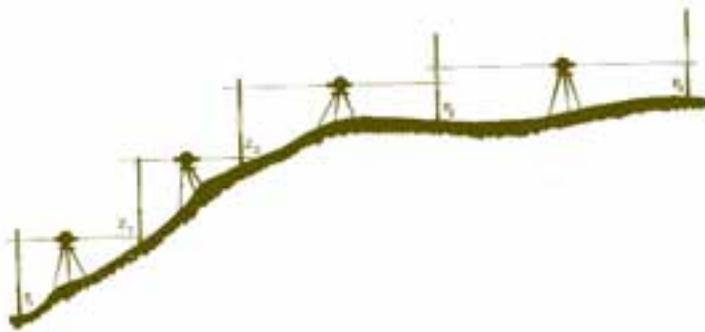


Fig. 2.23 – Nivelamento efetuado por meio de nível ótico e mira graduada.



Fig. 2.24 – Iconografia de nivelamento do tratado de Leon Batista Alberti (*De re aedificatoria*).

Níveis de bolha d'água (Fig. 2.1-b) são de uso universal e não necessitam de maiores explicações para o seu emprego. Os mais modernos, que são dotados de um feixe de emissão de *laser* (Fig. 2.2-g), também não oferecem qualquer dificuldade de emprego, pois basta apoiá-los sobre uma superfície plana, centralizar a bolha com um parafuso de ajustamento e projetar o raio onde se deseja obter o nível, ligando o instrumento. Onde for observado o ponto luminoso (vermelho), será o mesmo nível de onde se encontra o aparelho, correspondendo à marca do seu eixo de projeção.

Para se obter nivelamentos em distâncias maiores é preferível empregar um nível ótico (Fig. 2.2-d) e uma mira topográfica. A maioria dos níveis óticos é dotada, na luneta, de retículas, indicando o eixo ótico do aparelho ou **foio médio**, com o qual anotamos as medidas do nivelamento e de duas outras marcas, o **foio superior** e o **inferior**, com os quais podemos fazer operações de taqueometria (medida indireta de distância). Alguns são dotados de um limbo graduado que permite a leitura de ângulos horizontais, embora sem grande exatidão. O método de medições é aquele ilustrado na Figura 2.23, exatamente o mesmo que se usava com outros instrumentos no passado (Fig. 2.24).

O nível Cowley (Fig. 2.2-b) não é de uso muito comum, mas bastante útil em pequenas distâncias. Ele não necessita de nivelamento na instalação, pois os prismas contidos no interior acomodam-se automaticamente sob a ação da gravidade.

Como se sabe, os teodolitos (Fig. 2.2-f) são as versões evoluídas das *diópteras* dos antigos. São aparelhos capazes de medir, com grande precisão, ângulos verticais e horizontais e, cumulativamente, dar referências de nível (menos precisas do que as dos níveis óticos), calcular distâncias, indiretamente, empregando a já explicada técnica da taqueometria. Podemos empregar os modernos teodolitos, conhecidos como estações totais, em operações de cadastramento, mas o seu custo mais elevado e a necessidade de pessoal treinado para a sua operação, muitas vezes, dificultam a utilização. Um teodolito simples pode atender muito bem as nossas necessidades, pois provém medições precisas, desde que seja instalado e operado corretamente e o instrumento esteja aferido. Vamos descrever estes instrumentos sucintamente e dar pontos fundamentais de sua instalação.

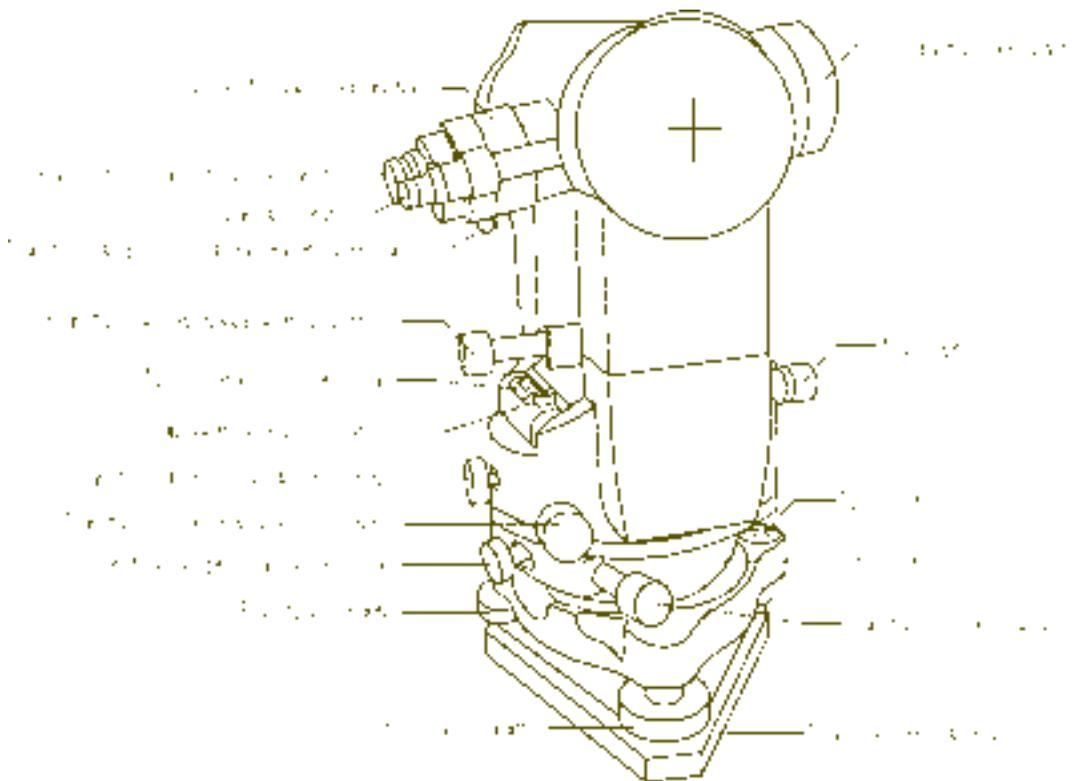


Fig. 2.25 – Esquema de teodolito.

O teodolito, para ser operado, deve apoiar-se sobre um tripé de boa estabilidade, que pode ser tanto de madeira e metal, como somente de metal. Para receber o aparelho, o dito tripé deve ser bem fixado, com as extremidades pontiagudas das pernas fincadas no terreno<sup>5</sup>. Quando a estação de visada estiver localizada sobre pavimento liso, é necessário colocar um triângulo equilátero de madeira apoiado sobre o pavimento para limitar o movimento das pernas do tripé, evitando que escorreguem. Ao ser instalado, o tripé deve ter a base de apoio do aparelho (base nivelante) praticamente horizontal, para evitar a necessidade de grandes ajustes nos **parafusos calantes** e, por esse motivo, alguns tripés possuem um pequeno **nível esférico** para orientação.

Sobre o tripé, apóia-se a base triangular do teodolito (base nivelante), que dispõe de um orifício com rosca permitindo atarraxá-la ao tripé para formar um conjunto estável. Nela existem três parafusos conhecidos por **parafusos calantes**, que possibilitam o nivelamento do aparelho a ser feito, inicialmente, na direção da base do triângulo e, em seguida, na direção perpendicular a ela, ou seja, na altura do triângulo. Para esta fase de nivelamento, utiliza-se um nível de bolha dito **esférico**, de média precisão.

Segue-se, no instrumento, a parte que se convencionou chamar de **limbo fixo**, capaz de girar livremente em 360°, com os seus respectivos **parafusos de fixação** e de **ajuste micrométrico** ou **parafuso de chamada**. Esta parte móvel do aparelho é assim conhecida porque, logo que o instrumento é zerado e apontado para o seu ponto de partida, o limbo deve ficar sempre fixo, sendo acionado somente o **limbo móvel**, que vem em seguida, cujo movimento marca os ângulos horizontais de deslocamento das visadas. Este também dispõe de parafusos de fixação de ajuste e de um pequeno visor prismático, de foco ajustável, do **prumo óptico** do teodolito.

Sobre o ressalto superior do **limbo móvel**, repousa um **nível tubular** de bolha de grande precisão, permitindo o nivelamento fino do aparelho, dentro da mesma metodologia do nivelamento preliminar com o nível esférico.

Em seguida, aparecem os braços de suporte da luneta do teodolito, a eles ligada por munhões que permitem o giro de 360°. Nessa área do aparelho estão, além da luneta já referida, com os seus anéis de focagem da retícula interna e da imagem, o visor dos ângulos verticais e horizontais executados pelo aparelho, o **parafuso de fixação da luneta** no seu giro vertical e o micrométrico desse mesmo movimento. Nos braços, em geral, encontram-se os espelhos reguláveis que conduzem iluminação para as escalas das medidas. A depender do fabricante do instrumento, a disposição dos elementos citados pode sofrer pequenas variações, mas, em linhas gerais, obedece a disposições semelhantes.

Do ponto de vista geométrico, resumindo, um teodolito possui três eixos básicos de operação:

- a. Eixo óptico – passa pelo centro da retícula da luneta e deve estar perpendicular ao eixo horizontal;
- b. Eixo vertical de rotação – deve passar pelo prumo óptico e estar perfeitamente na vertical quando o aparelho for instalado;
- c. Eixo horizontal de rotação da luneta – passa pelo centro dos munhões e, ao girar, forma o **plano de colimação**, que deve estar perfeitamente vertical na operação do instrumento.

### 2.3 - BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

AA.VV. *Rilievi, disegni, indagini in Ricerca di Storia dell'Arte*, no 27. Roma: La nuova Italia Scientifica, 1986.

BARTOLI, Cosimo. *Del Modo di Misurare le distantie, le superficie, i corpi, le piante, le provincie, le prospettive, & tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini: Secondo le nuove regole d'Euclide, & de gli altri piu lodati scrittori*. Venetia: Francesco Francese, sanese, 1589. 145f. il.

CARBONARA, Giovanni. *Restauro dei monumenti: guida agli elaborati grafici*. Roma: Scuola di Specializzazione per lo Studio ed il Restauro dei Monumenti, 1985. 116p.il.

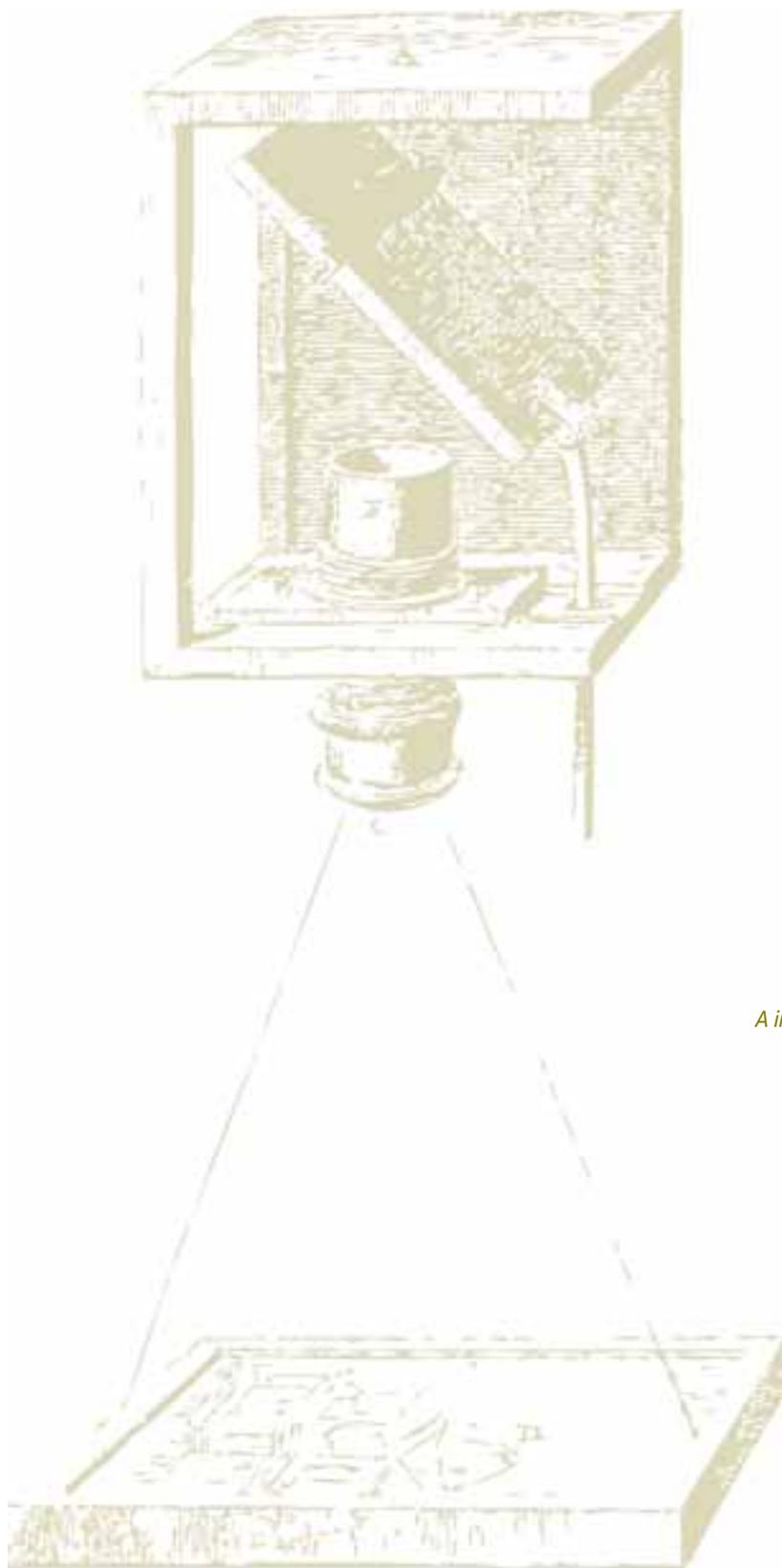
- CENTO, Giuseppe. *Rilievo edilizio architettonico*. Genova: Vitali & Ghianda, 1983, 119p. il.
- CHITHAM, Robert. *Measured drawings for architects*. London: The Architectural Press, 1980, 119p. il.
- CRAMER, Johannes. Levantamiento topográfico en la construcción. Trad. de José Luís Moro do *Handbuch der Bauaufnahme*. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1983. 150p.il.
- DOCCI, Mario; MAESTRI, Diego. *Il rilevamento architettonico*. Bari: Laterza & Figli, 1987. 330p.il.
- FORAMITTI, Hans. Classical and photogrametric methods used in surveying architectural monuments. In: UNESCO, *Preserving and restoring monuments and historic buildings*. Paris: UNESCO, 1972. p.67-108.
- GIULIANI, Cairol F. *Archeologia: Documentazione Grafica*. Roma: De Lucca Editore, 1976.
- POLLA, Ermanno. *Osservazione, ricerca, restauro: Guida al rilievo architettonico e urbano*. Roma: Kappa, 1985. 314p.il.
- SAINT AUBIN, Jean-Paul. *La relevé et la représentation de l'architecture*. Paris: Inventaire Générale, E.L.P., 1992. 232p. il..

## NOTAS

- 1 - OLIVEIRA, Mário Mendonça. A ciência, a prática e a projeção do restauro. In: ENCORE, 3o, 26-30 maio 2003. Atas... Lisboa: LENEC, 2003. p.67.
- 2 - VITRUVIO. *De Architectura*. op. cit., p.26. *Item scaenographia est frontis et laterum abscedentium adumbration ad circinique centrum omnium linearum responses [...]*.
- 3 - Régua grande de madeira ou alumínio empregada pelos pedreiros para obtenção de regularidade dos revestimentos de argamassas e prumadas.
- 4 - A maioria dos teodolitos utiliza este valor padronizado, mas podemos encontrar certos aparelhos onde tal valor é 50.
- 5 - As pontas metálicas das pernas do tripé dispõem de ressaltos que permitem calcá-las no solo com o pé.



### *3. A fotografia documental*



*[...] A câmara, entretanto,  
Ajuda a ver e rever, a multi-ver  
O real nu, cru, triste, sujo.  
Desvenda, espalha, universaliza  
A imagem que ela captou e distribui,  
Obriga a sentir,  
A, criticamente, julgar,  
A querer bem ou a protestar [...].*

(Carlos Drummond de Andrade)

### 3.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Se existe uma técnica que viveu assombrada, desde os seus primórdios, com vaticínios da sua aniquilação ou insucesso, esta foi a fotografia. Paradoxalmente, o seu aparecimento foi igualmente causa de temores entre os artistas de que, com tal invento, estaria sendo decretada a extinção da pintura<sup>1</sup>. Essas visões apocalípticas são muito comuns nas mentes povoadas de imaginação, diante dos sobressaltos que são freqüentes com o advento de novas maneiras de ver o mundo, de novas ideologias, de novas técnicas e novas linguagens de expressão. Seguindo o curso natural das coisas, a velha fotografia parece estar vivendo, nos últimos anos, uma crise (aparente) de identidade, oriunda dos avanços tecnológicos, cuja causa reside na criação de novos processos de registro e tratamento de imagens. Vive também uma crise epistemológica que se relaciona com aspectos deontológicos e éticos da contemporaneidade, e com as mutações do conhecimento e da cultura.

A história nos faz sempre olhar tais *crises* com serenidade, porque tais transformações, no final das contas, sempre se processam harmonicamente. Para quem vive o ofício da restauração, na realidade, o uso específico da fotografia documental de registro e conservação da nossa memória inegavelmente se enriqueceu com os novos avanços, muito além dos limites que enxergaram os pioneiros de grande visão como Viollet-le-Duc<sup>2</sup>. Dentro dessa linha de pensamento é que o III Congresso de Engenheiros e Arquitetos, em Roma (1883), por inspiração de Camilo Boito, dá uma ênfase particular às fotografias documentais nas obras de restauro, mesmo singelas, no antes, no durante e no depois de concluídas<sup>3</sup>. As inovações no campo da obtenção da imagem digital estão sendo de grande utilidade, mesmo que a conservação dos arquivos produzidos ainda seja um problema a ser resolvido convenientemente. As alternativas de registro e retificação de fotografias, em lugar de criar produtos falsos, pela possibilidade de manipulação, conferem legitimidade dimensional a figuras distorcidas pelos *phantasmas* (no sentido platônico da palavra) da perspectiva. Se os recursos modernos de tratamento da imagem podem propiciar viagens no domínio da fantasia, basta não sermos seduzidos por eles, pois o compromisso que temos na atividade de representação iconográfica do nosso patrimônio é exclusivamente com a **verdade**. Sabemos que alguns recursos de manipulação de luminosidade, contraste e definição podem ser empregados para aumentar a legibilidade do motivo, mas a **forma** tem de permanecer intacta salvo, evidentemente, quando utilizamos instrumentos confiáveis de transformação geométrica que nos permitem passar da **forma aparente** para a **forma real**<sup>4</sup>, a exemplo da ortofotografia.

Decorridos mais de cento e cinquenta anos da criação dos registros fotográficos, observamos que a estrada foi longa e penosa. E, como nos dedicamos à conservação da memória, não nos podemos furtar ao dever de fazer um apanhado dos acontecimentos técnicos e científicos marcantes que conduziram ao momento atual da fotografia<sup>5</sup>. Este roteiro faz parte da **memória** dessa técnica que, por sua vez, é instrumento de grande ajuda na preservação da **memória cultural**, como já destacado.

### 3.2 - ALGUNS EVENTOS HISTÓRICOS

Os esforços investigativos introdutórios à descoberta dos processos de registro da imagem vêm de longe. Eles derivam de duas vertentes de pesquisa distintas, que finalmente se fundiram para gerar

a fotografia como a conhecemos hoje. Uma delas, a mais antiga, relacionava-se com alguns estudos da óptica, particularmente aqueles referentes à **câmara escura**, e a outra se direcionava para estudos sobre as propriedades de **fotossensibilidade de certas substâncias químicas**, capazes de reagirem aos efeitos da luz com o escurecimento e formação de imagens, especialmente alguns sais de prata.

Como destaca Newhall<sup>6</sup>, o famoso Aristóteles (384-322 a.C) já observara que a luz é capaz de formar imagens na parede de um quarto escuro, passando do exterior para o interior através de um orifício. Empregando essas propriedades da óptica, cientistas medievais orientais e europeus fizeram, comodamente, estudos dos eclipses solares<sup>7</sup>. Como não poderia deixar de ser, o gênio renascentista irrequieto de Leonardo da Vinci (1452-1519) especulou também sobre o assunto, deixando-nos a descrição da câmara escura em seus escritos, por meio dos quais são demonstradas, pela primeira vez, as possibilidades do seu emprego no domínio da arte<sup>8</sup>. Tal viabilidade foi especificamente explorada pelo napolitano Giovambattista Della Porta (1535-1615) ao afirmar, em 1553, que o processo possibilitava *a qualquer ignorante da arte da pintura desenhar com o lápis ou pena a imagem de qualquer objeto que seja*<sup>9</sup>. Esse estudioso brinda-nos com descrição do dito artefato nas edições subseqüentes do seu mais famoso trabalho, *Magiæ Naturalis*<sup>10</sup>. No texto, Della Porta já deixa clara a possibilidade de **uso de lentes** no orifício de captação de imagem das ditas câmaras escuras (Fig. 3.2), com melhoria na sua definição e qualidade: *Se você coloca uma pequena lente de cristal no orifício você verá, imediatamente, todas as coisas mais claras, as feições dos homens que estão andando, as cores, indumentárias, e todas as coisas como se você estivesse bem próximo [...]*<sup>11</sup>.

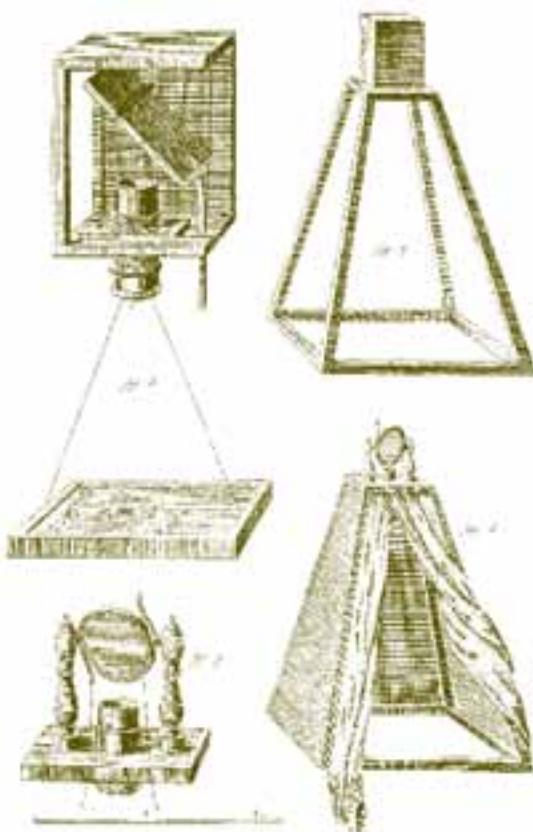


Fig. 3.1 - Câmara escura como apresentada na *Enciclopédie*.

Fig. 3.2 – Esquema de câmara escura *reflex*.



Fig. 3.3 - Heinrich Schultz.

O século XVII nos dá a conhecer o primeiro modelo de câmara escura portátil passível de ser considerada como o ancestral da câmara *reflex*, cujo desenho foi atribuído ao óptico Johann Zahn, em 1665 (Fig. 3.2). Nessa época, tais instrumentos já eram dotados de lentes capazes de melhorar a formação da imagem no interior da caixa, como proposto por Della Porta na *Magiæ Naturalis*.

Os fundamentos químicos da fotografia são menos longínquos no tempo. Começaram pelas mãos dos alquimistas medievais, quando observaram o enegrecimento de certas substâncias químicas sob a ação da luz. Quase todos aqueles que escreveram sobre a história da fotografia nunca deixaram de citar o nome do alquimista medieval Fabrício como aquele que deixou, em 1526, a primeira descrição do enegrecimento de um sal de prata (AgCl) sob a ação da luz. Sabe-se, porém, que a observação desse fenômeno vem de mais longe, obtida por outros alquimistas da Idade Média<sup>12</sup>. Estudos similares foram feitos pelo físico-químico italiano Angelo Sala, por meio dos quais testou alguns sais de prata capazes de possibilitar a formação de imagens, cuja limitação estava somente na condição de formar imagens efêmeras, já que não se sabia interromper o processo de escurecimento. Semelhante contribuição foi dada, em 1727, pelo professor de anatomia da Universidade de Altdorf, Johann Heinrich Schultz (1687-1744) (Fig. 3.3)<sup>13</sup>. Mesmo a técnica de razoável sucesso desenvolvida por Thomas Wedgwood, em 1790, empregando couro branco sensibilizado, esbarrou na limitação de fixação química conveniente das imagens. Resumindo, a história dos séculos XVII e XVIII demonstra que não se conseguiu, nesse período, fazer a síntese do invento da câmara escura com a gravação química durável da imagem.

Somente em 1826 é que Nicéphore Niépce (1765-1833), de Châlons-sur-Saône (França), um estudioso da litografia, pesquisando desde muitos anos sobre a possibilidade de imprimir imagens sobre placas metálicas, conseguiu o feito de nelas obter uma gravação permanente. Valendo-se de uma placa de metal polida, aplicou sobre ela uma camada de betume da Judéia<sup>14</sup>. Esse betume, sob ação prolongada (umas oito horas!) da luz de uma imagem de câmara escura, tornava-se esbranquiçado nos locais afetados pela luminosidade. Essa parte mais clara do betume tornava-se insolúvel à 1ª substância que primitivamente o diluía, no caso, a essência de alfazema. Tal solvente, quando aplicado posteriormente sobre a placa tratada pelo betume, dissolvia seletivamente as partes não afetadas pela luz retirando desses locais a proteção betuminosa. A imagem final era obtida com tratamento ácido que atacava a superfície metálica, somente onde o betume tinha sido removido, resultando numa espécie de figura de clichê. Era uma imagem definitiva e estável que permitia cópias.

Não podemos deixar de citar, nesse período, a contribuição do gênio investigativo solitário da fotografia cujo nome foi Hercule Florence, francês de nascimento, mas que viveu longos anos de sua vida no Brasil. Em 1832, dá a conhecer a *pholigraphie*, um processo interessante de gravação de imagens de uma câmara escura sobre papel sensibilizado. Durante a sua vida brasileira, Hercule morou em São Paulo, na antiga vila de São Carlos.

A associação de Niépce, em 1829, com um outro entusiasta do argumento de obter imagens com a ajuda de substâncias químicas, um pintor parisiense chamado Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851), veio produzir seus frutos. Em 1833, após a morte de Niépce, Daguerre comunicou o processo de imagens obtidas com a substituição do antigo betume da Judéia por prata alógena. A chapa de cobre utilizada para o experimento tinha um revestimento de prata iodada, cuja imagem formada podia ser revelada com vapores de mercúrio e fixada com cianeto de potássio (KCN)<sup>15</sup>. Nascera a daguerreotipia que, em 1840, seria aprimorada com as fotografias *brometizadas*<sup>16</sup> ou que faziam uso do brometo de potássio (KBr), permitindo uma redução considerável dos tempos de exposição.

Outro passo importante foi dado para a fotografia quando o inglês William Henry Fox Talbot desenvolveu, em 1835, o processo que ele chamou de *calótipo*. Por meio dele, conseguia uma **imagem em**

**negativo**, obtida em papel impregnado com nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) e cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ), com possibilidades de fazer, **em positivo**, quantas cópias de contato fossem necessárias. Tais imagens eram fixadas posteriormente com solução de amônia ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

A melhoria da definição das reproduções aconteceu quando os negativos passaram a ter como suportes da emulsão sensível as placas de vidro. Inicialmente, Abel Niépce<sup>17</sup> utilizou a albumina obtida da clara de ovo para fixar a mistura de iodeto de potássio (KI) e nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) na placa de vidro. A revelação era feita com ácido gálico ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ ), e a fixação, com tiosulfeto de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Com a descoberta do inglês Scott Archer, em 1851, de um novo sistema de fixação da emulsão nas placas de vidro, por meio de uma estranha mistura de algodão, álcool e éter, os tempos de exposição foram muito reduzidos (para cerca de 30 seg.), em virtude de o processo ser, muitas vezes, mais sensível do que quando há emprego da albumina. O problema é que essas chapas eram usadas enquanto úmidas, com óbvios inconvenientes operacionais. Tal dificuldade só foi resolvida quando o inglês Richard Leach Maddox conseguiu fixar o brometo de prata, princípio ativo de gravação da imagem, sobre a placa de vidro, por meio de uma emulsão gelatinosa que, depois de enxuta, permitia o sistema de *placa seca*. Até os anos 50 do século passado era muito freqüente o uso de negativos em placas sensibilizadas de vidro e, até algum tempo depois, nas câmaras fotogramétricas que tinham necessidade de extrema planaridade no suporte do material sensível.

Os processos fotográficos começaram a ser democratizados quando, em 1884, George Eastman lançou o filme de rolo. A sua firma *Eastman Dry Plate Company* mudou o nome para Kodak, tornando-se uma potência na arte da fotografia. Dos seus laboratórios de investigação nasceram, em 1889, os filmes transparentes de nitrocelulose e gelatina<sup>18</sup>. Nessa mesma linha de tornar a fotografia cada vez mais popular e acessível aos não iniciados é que também a Kodak lançou, no início do século XX, uma câmara portátil, a Brownie, de uso simples e baixo custo. Produziu tais modelos de câmara até para crianças a preço de US\$ 1.00. Aliás, sempre foi a grande meta de Eastman fazer da fotografia um *hobby* popular, simplificando o carregamento dos filmes e os usos das câmaras e tornando o custo acessível aos usuários.

As fotografias coloridas só chegaram ao mercado por intermédio dos irmãos Lumière, com os filmes *autochrome* capazes de, com uma só fotografia, obter uma imagem em cores. Esse processo antigamente era muito complexo e exigia três exposições diferentes do mesmo objeto com uma câmara especial. O negativo a cores, como conhecemos hoje em dia, só foi lançado no mercado muito anos depois pela Agfa, da Alemanha, em 1936.

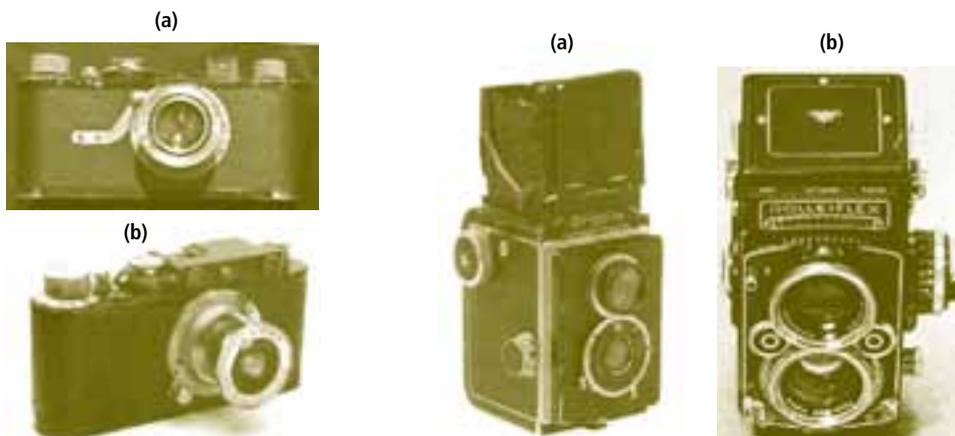


Fig. 3.4 – a) Primitiva Leica (1925); b) Leica de 1932.

Fig. 3.5 - Sistema Rolleiflex TLR a) primitiva; b) desenvolvida.

A partir de 1920, depois da Primeira Grande Guerra, a indústria fotográfica alemã começou a desempenhar um papel importante no cenário internacional e, no ano de 1925, apareceu a lendária máquina fotográfica *Leica* desenhada pelo engenheiro Oskar Barnack (1879-1936), usando negativos de 35 mm, semelhantes aos empregados nos filmes de cinema<sup>19</sup>. Isso representava uma enorme economia de prata para a produção das emulsões dos negativos e a obrigatoriedade de ampliação era compensada pela excelente qualidade da indústria óptica da Alemanha. Dotadas de lentes Elmar de 50mm e abertura f/3.5, as *Leica* fizeram grande sucesso (Fig. 3.4-a). Esse Tal sistema veio dominar praticamente o mercado dos usuários amadores e, parcialmente, dos profissionais. A versão da Leica II, de 1932, tinha possibilidade de lentes intercambiáveis de 39, 50 (normal) e 135mm de focal (Fig. 3.4-b).

Pouco depois, em 1928, apareceu a também famosa e popular Rolleiflex-TLR<sup>20</sup>, com duas objetivas (Fig. 3.5-a e b), produzida pela empresa *Franke und Heidecke*, de Brunswick (Alemanha). Fez tanto sucesso o sistema que, tendo sido retirado de mercado, com o passar do tempo, foi ressuscitado, temporariamente, em 1987.

Se as guerras são um tormento para a humanidade, e a fotografia nos mostra com extremo realismo o seu horror desde a Guerra da Criméia<sup>21</sup>, temos de reconhecer que representam um esforço concentrado de criação, algumas úteis à humanidade.



Fig. 3.6 - Hasselblad F 1600.



Fig. 3.7 - Asahi Pentax (SLR).



Fig. 3.8 - Nikon F-1 (SLR).

A fotografia foi muito beneficiada pelos conflitos bélicos, pois era instrumento de grande importância nas operações militares. Assim, depois da Segunda Guerra Mundial, foram lançadas no mercado as famosas câmaras Hasselblad (1948)<sup>22</sup>, a primeira câmara *reflex* da Zeiss (*Contax*) de 1948, a *reflex* da Asahi Pentax (1957), a Nikon F (1959), a Agfa totalmente automatizada, entre outras máquinas fotográficas, todas elas muito conhecidas dos especialistas e, muitas delas, em operação até os dias de hoje, por serem construídas com muita qualidade técnica e apuro.

Os anos 70 do século XX deram início a nova revolução nos processos fotográficos com os primeiros passos da fotografia digital. A motivação fundamental do desenvolvimento dos novos processos foi a *corrida espacial*. Nesses equipamentos digitalizados, a inovação básica foi a substituição da captação da imagem, feita até então por artifícios químicos, pelos sensores eletrônicos. O primeiro sensor, criado em 1964, conhecido como COMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), só teve a sua produção iniciada a partir de 1974<sup>23</sup>. O uso dessa técnica era limitadíssimo pelo custo dos equipamentos. Poucos anos depois, em 1969, foi projetado o sensor denominado CCD (*Charge Coupled Device*), inventado por Willard Boyle e George Smith nos laboratórios Bell<sup>24</sup>, que só entrou em produção comercial em 1973, por meio da *Fairchild Imaging*.

Na década de 80, os avanços foram consideráveis na gravação das imagens eletrônicas por intermédio dos sistemas conhecidos como **câmaras de vídeo estáticas**, que antecederam os processos digitais mais modernos. Esse filão foi explorado a partir de um protótipo da Sony

apelidado de Mavica (*Magnetic video camera*), que tinha uma resolução de 0,3 megapixel! Elas usavam três CCD, um para registrar o vermelho, especificamente, outro, o verde e o terceiro, o azul. Preuss informa que não há certeza se este equipamento fotográfico foi comercializado, mas, se tivesse sido, custaria o equivalente a US\$ 12.000.00<sup>25</sup>. A grande possibilidade que estes aparatos traziam para o fotojornalismo animou a concorrência e a Canon, por sua vez, conseguiu lançar o modelo RC-710, com quase 0,2 megapixel, a preço mais acessível. O consumo destas máquinas fotográficas pelo público amador só se tornou viável quando foram para o mercado as versões RC-470 e RC-250.

A partir de 1990, começaram a aparecer as câmaras ditas digitais, se é que podemos assim chamá-las, pois *"há quem diga que nenhuma câmara é totalmente digital, pois o funcionamento dos sensores continuaria sendo analógico [...]"*<sup>26</sup>. A grande evolução foi que as máquinas mais avançadas conseguiam, internamente, transformar as imagens em sinais digitais. A partir daí, os avanços dessa tecnologia adquiriram um ritmo alucinante, sempre na busca de conseguir preencher o fosso que havia entre os equipamentos para uso amadorístico, mas com baixa qualidade de imagem, e os equipamentos profissionais, com preços elevadíssimos. Isto determina uma constante mutação de modelos que fazem ficar obsoletos, em poucos meses, modelos relativamente recentes. Os antigos lançamentos de câmaras fotográficas com filmes varavam décadas em produção e utilização. Bem, o fato é que a fotografia digital tornou-se um *hobby* de massa, vulgarizando o seu emprego, o que, de certa maneira, está contribuindo para aumentar o repertório e a quantidade de fontes de registro da nossa memória.

### 3.3 - A FOTOGRAFIA DOCUMENTAL

Pelo que acabamos de contar, a fotografia só se constituiu instrumento efetivo de registro da memória a partir do século XIX quando, finalmente, os inventos sucessivos, principalmente no campo da gravação da imagem, consagraram a utilidade do processo e a sua eficiência. Esse uso era, entretanto, limitado, praticamente profissional, e só muito lentamente conseguiu sua popularização, quando as câmaras fotográficas foram adquirindo mecanismos que facilitavam a tomada de imagens. A rigor, porém, a vulgarização da técnica com qualidade só passou a acontecer quando os aparelhos foram dotados de telômetros para cálculos de distância, fotômetros automáticos para controle da luz e velocidade e assim por diante. Como já afirmamos, a democratização total da técnica só acontecerá na última década do século XX, com as câmaras digitais, nas quais os parâmetros básicos para uma fotografia aceitável estão praticamente automatizados. Chegou-se ao estágio sonhado por Eastman do *point and shoot* (aponte e dispare).

A fotografia documental de arquitetura, mesmo apresentando, em linhas gerais, os mesmos problemas de outros tipos de fotos, tem suas especificidades. Diferentemente da fotografia dita artística, nas quais determinados efeitos são permitidos e até mesmo desejáveis para comunicar emoções subjetivas aos observadores, ela deve primar pela capacidade de **clareza** e **legibilidade** de informações. Assim sendo, costumamos considerar neste tipo de documentação três fatores básicos, que devem ser atendidos pelo operador em uma foto documental de arquitetura:

- a. Definição
- b. Contraste
- c. Profundidade de campo

Por **definição**, entendemos a nitidez dos traços, das superfícies e das texturas dos motivos, o que nos vai permitir trabalhar com e sobre a foto, ampliar detalhes e encontrar particularidades com clareza, segundo o nosso interesse. Isso tem a ver com a qualidade da óptica da câmara, com o foco, com a velocidade, com a abertura, com a vibração da câmara, com a qualidade do sensor ou do filme e fatores correlatos. Nas câmaras digitais, a definição pode estar ligada, também, ao número de *pixels* da imagem, como no filme pode depender da granulação dos haletos de prata da emulsão.

Já o **contraste** que, de certa forma, ajuda na definição, permite a melhor leitura da arquitetura, seus efeitos de claro-escuro, de luz e sombra. Tem de ser operado em dosagem exata, porque o excessivo contraste pode esconder detalhes importantes.

A **profundidade de campo**, por sua vez, torna-se fundamental, principalmente na fotografia da arquitetura, porque, representando objetos de grandes dimensões e espaços interiores de grande profundidade, não se pode admitir que a **definição** e o **foco** da imagem sejam limitados a uma parte da fotografia. Essa propriedade, ou melhor, essa virtude, vai depender especialmente do uso da **abertura** e, conseqüentemente, da **velocidade** empregada. Esses temas serão tratados na medida em que formos explicando os procedimentos usuais da fotografia documental.

Sabemos das limitações de uma imagem na representação da arquitetura, pois ela reduz a percepção da dimensão temporal inerente aos espaços edificados. Para tornar menos aguda tal dificuldade representativa, os equipamentos modernos digitais nos permitem ser perdulários em tomadas, que, referenciadas rigorosamente a plantas e elevações cadastrais, podem encurtar tal limitação mesmo sem conseguir eliminá-la.

### 3.3.1 Algumas aplicações

As argumentações e informações ao longo deste texto devem ter deixado patente a utilidade da fotografia para o trabalho de preservação dos bens culturais, por sua capacidade em conservar a imagem de um objeto, mesmo que desaparecido. É, igualmente, instrumento imprescindível de anotação para facilitar os trabalhos de cadastramento, além de oferecer a possibilidade de, por meio da retificação de imagem, se obter um levantamento geométrico confiável (fotogrametria terrestre ou de curta distância). Ao serem empreendidos inventários de bens móveis ou imóveis, sabemos que a fotografia é apoio imprescindível.

Além do mais, ainda na fase que apelidamos *cognitiva* dos estudos sobre um monumento, muitas vezes somos conduzidos a investigações arquivísticas cujos resultados, quase sempre, necessitam de reprodução de imagens, tanto de documentos escritos como de iconografias. Não faz muito tempo que essas imagens eram obtidas com microfilmes, quando em preto-e-branco, ou então cromos (*slides* ou diapositivos), quando coloridas. Hoje em dia, elas são digitalizadas pela instituição ou o próprio investigador pode obter reproduções com uma câmara digital de uso pessoal, de boa qualidade, dispondo do modo *macro* de focagem.

Terminada a fase cadastral do objeto, a boa metodologia do projeto de restauração nos aponta a necessidade do diagnóstico, para o qual o apoio da fotografia se faz também necessário. Ela será de extrema ajuda para descrever as patologias encontradas nas estruturas e materiais da antiga fábrica, constituindo-se peça indispensável nas ilustrações das fichas do dito diagnóstico.

Falar de todas as possibilidades de emprego da fotografia seria argumento extenso que nos tiraria da meta pretendida neste texto. Podemos, entretanto, à guisa de informação, referir que, além da fotogrametria aérea e terrestre e suas múltiplas aplicações, a fotografia é instrumento importante na microscopia óptica e eletrônica (MEV), nos testes de materiais e estruturas, na física, na criminalística, na astronomia, e assim por diante.

### 3.4 - ELEMENTOS TÉCNICOS DAS CÂMARAS FOTOGRÁFICAS

As bases de uma câmara fotográfica foram, e continuam sendo, a câmara escura e o sistema ótico (lentes). São elementos técnicos conhecidos desde a Antiguidade, como se pode observar no roteiro histórico que traçamos, e mesmo os avanços consideráveis da tecnologia destes equipamentos não abriram mão de tais instrumentos.

Esses aparelhos usaram, e ainda usam, alguns sistemas de gravação e armazenamento de imagens que nos permitem classificá-los como de **filme fixo**, no caso das películas fotográficas, de **filme móvel**, como é o caso do cinema, os **vídeos estáticos**, substituídos pelos sistemas digitais, e os **vídeos móveis**, que perderam muito espaço para os **sistemas digitais**. É neste particular, com certa nostalgia, mas conscientes da necessidade de avanço da ciência, que fomos informados pela Nikon, um dos mitos da indústria fotográfica, que não mais produzirão modelos analógicos de câmaras. Pelo menos alguns de seus modelos digitais recentes permitem o emprego das velhas óticas que tanta fama trouxeram à empresa.

#### 3.4.1 Modelos segundo desenho e concepção de funcionamento

Os desenhos mais antigos de câmaras fotográficas portáteis tinham o formato de uma caixa e por isto eram denominadas **box** ou **caixão**, forma natural para se obter o requerido afastamento do plano do filme para o plano das lentes. No sentido de compensar tal necessidade, obtendo um desenho mais compacto e transportável, foram criadas as **câmaras de fole**, cujo modelo pioneiro deve ter sido concebido pela Kodak no início do século XX. Até os anos 60 ainda existiam muitos desses modelos, empregados não somente por câmaras populares, mas até por equipamentos extremamente profissionais como a Linhof<sup>27</sup>, que ainda fabrica modelos com fole. Os aparelhos fotográficos que passaram a utilizar negativos menores, de 35mm, a partir da Leica, permitiam desenhos mais achatados, que facilitavam o transporte.

O aparecimento dos **sistemas reflex** voltou a exigir maior espessura dos corpos das câmaras, pela presença dos espelhos situados a 45°. Nas versões mais antigas, de duas lentes (TLR), essa dimensão era mais acentuada, em virtude do negativo maior, como na Rollei (ver Figuras 3.4 e 3.5) e suas cópias. O mesmo aconteceu, em menor escala, na versão SLR<sup>28</sup> inaugurada pela Zeiss e Pentax (Fig. 3.7), mesmo operando uma película de 35mm. Os sistemas **reflex** conseguiram, porém, um grande avanço na exatidão do enquadramento dos motivos a serem fotografados, evitando o erro de paralaxe dos visores tradicionais e melhorando a operação de focagem.

Algumas outras câmaras tiveram características diferenciadas das formas clássicas que acabamos de descrever, em função das especificidades de sua aplicação, como: as câmaras **Polaroid**, que obtêm fotos de resultado imediato de imagem, em positivo, as câmaras de fotogrametria aérea e terrestre, as bicâmaras ou **stereo-câmaras**, também para a fotogrametria, as câmaras semimétricas, as subaquáticas e assim por diante.

### 3.4.2 As lentes

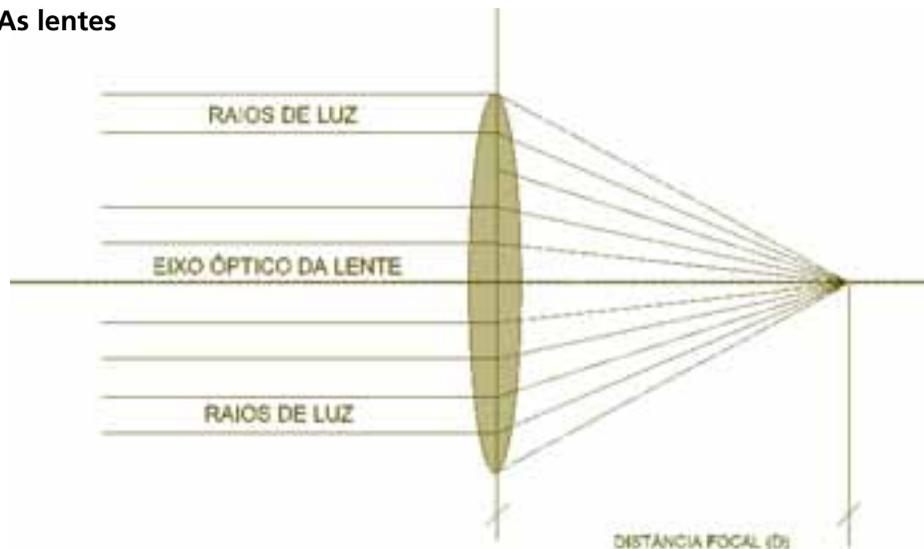


Fig. 3.9 – Esquema da distância focal.

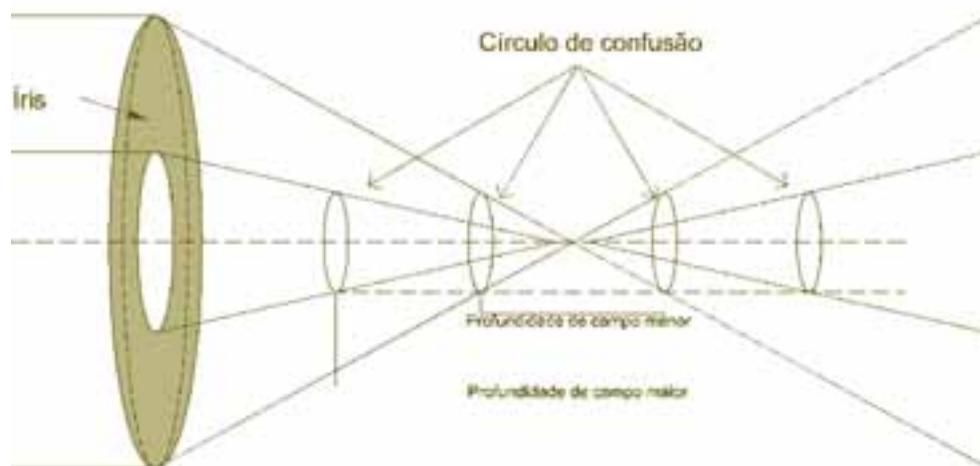


Fig. 3.10 – Profundidade de campo.

O sistema óptico de uma máquina fotográfica é a sua alma. De pouco adianta uma imagem tomada com todo o rigor da boa técnica fotográfica, se a objetiva empregada não tiver qualidade. O dado básico de uma lente é a sua **distância focal**, que vem a ser, dito de maneira simples, a distância entre o plano óptico da lente e o ponto de convergência de raios luminosos paralelos (como os do sol) que passam através dela, situado no **eixo principal** (Fig. 3.9). O **centro óptico** da lente é o ponto onde a imagem se inverte e encontra-se, também, no eixo principal. É conhecido, igualmente, como **ponto nodal**.

As lentes muito antigas eram simples, dotadas de um só elemento óptico, porém, pela necessidade de estabelecer correções acromáticas, aplanáticas, anastigmáticas<sup>29</sup> e outras deformações que ocorrem, o número de elementos cresceu, de modo que uma objetiva desenvolvida é uma associação de lentes ou um **sistema de lentes** (Fig. 3.14). Uma objetiva *olho de peixe* de  $f/7,5\text{mm}$ , por exemplo, capaz de ver a  $180^\circ$ , tem quase **uma dúzia** de lentes em seu sistema.

A fórmula conhecida como Equação de Halley é empregada pelos fabricantes de lentes para estabelecer a correlação entre a *vergência* representada pela letra  $C$  e a distância focal  $f$ . Os valores de  $R_1$  e  $R_2$  são os raios de curvatura da face da lente e  $n_2/n_1$  corresponde ao índice de refração relativo:

$$C = 1/f = (n_2/n_1 - 1) (1/R_1 - 1/R_2)$$

Os diversos valores de distância focal permitem enquadrar as objetivas em três tipos básicos apelidados de: lentes **teleobjetivas**, lentes **normais** e lentes **grande-angulares**, cujos números-limite são variáveis, em função das dimensões dos negativos utilizados ou da dimensão do sensor nas câmaras digitais. Nas câmaras que empregam negativos de 35mm, as lentes normais têm distância focal de 50mm. Acima desse valor estão as teleobjetivas e abaixo, as grande-angulares. A escolha do tipo de lente a ser empregado é muito importante, particularmente na documentação de edifícios e conjuntos urbanos, em virtude do espaço disponível para fazer as tomadas fotográficas. As objetivas conhecidas como **zoom** são construídas permitindo variar a distância focal dentro de certo limite, de modo que podem desempenhar o papel conjunto de tele, normal e grande-angular. Todavia, se elas são práticas para operar, a qualidade óptica é inferior à lente específica de qualquer uma das categorias.

Quem se habituou a empregar as máquinas fotográficas com negativos de 35mm deve entender que, nas máquinas digitais<sup>30</sup>, as lentes de valores  $< 50$ mm não podem ser consideradas grande-angulares e nem as  $> 50$ mm são necessariamente teleobjetivas. Nas digitais, os sensores são, normalmente, mais reduzidos do que os fotogramas tradicionais de 36x24mm e, assim sendo, temos de encontrar um **fator de equivalência** entre o modelo digital e o tradicional, se o fabricante não indica tal valor. Quando se trata de câmara digital profissional com lentes intercambiáveis, nas quais se podem empregar objetivas dos antigos equipamentos fotográficos que usavam filmes, é mais importante ainda esse conhecimento, porque o valor registrado na objetiva não será o real, já que o sensor da câmara digital é menor. Mais adiante falaremos da metodologia de tomada de fotos em série em um casario urbano, onde esses conhecimentos serão também de grande importância.

A focagem das lentes era obtida por meio de parafusos de ajuste que permitiam avançar ou retraindo o fole da câmara, por intermédio de uma cremalheira, levando o plano da lente para frente e para trás em relação ao plano da película. Esse movimento passou a ser executado, depois, por sistemas de roscas de precisão. Hoje, nas máquinas automáticas, tal movimentação é comandada por sensores eletrônicos de distância, quando em foco automático.

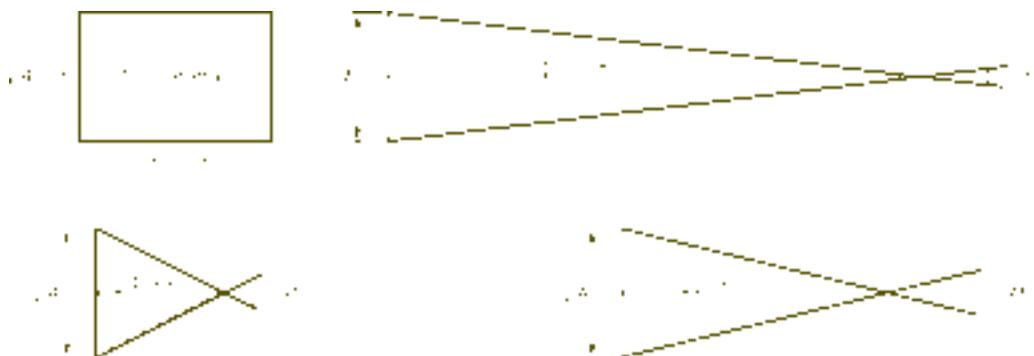


Fig. 3.11 – Campo aproximado das lentes grande-angular, normal e tele para um negativo de 35mm (fotograma de 36x24mm).

Existem lentes capazes de certos trabalhos especializados como, por exemplo, aquelas dotadas de iluminação interna, as adaptadas a um sistema de fibras ópticas, aquelas para instrumentos de

grande aumento como os microscópios, as objetivas para macrofotografias, as lentes para fotografias de telescópio, e assim por diante. Destacamos dentre essas lentes aquelas objetivas denominadas de PC, fabricadas principalmente para a fotografia de arquitetura, capazes de provocar uma paralaxe no eixo principal da fotografia, que desliza lateralmente e permite uma correção da perspectiva do objeto<sup>31</sup>. Efeitos semelhantes podiam ser obtidos por algumas câmaras especiais, como a Linhof, dotadas de mecanismos capazes de mover o plano das lentes e o plano do filme. Cada uma delas tem a sua aplicação no campo da ciência da documentação.

### 3.4.3 O que vem a ser abertura relativa

Podemos conceituar a **abertura relativa** como a relação entre a **distância focal** e o **diâmetro da abertura da íris**. É representada nas câmaras pela letra *f*.

$$\text{Abertura relativa ou } f = \frac{\Delta \text{ distância focal}}{\emptyset(\text{diâmetro da abertura})}$$

Essas indicações de **abertura relativa** estão, normalmente, gravadas nas objetivas, ou aparecem no *display* das câmaras digitais automáticas. Em virtude da possibilidade de existir uma quantidade quase ilimitada desses valores, o que seria de difícil padronização pelos fabricantes, estabeleceu-se que os números de referência obedeceriam a uma progressão decrescente na qual a abertura total, no valor de 1, daria acesso a 10.000 unidades de luz<sup>32</sup>. Se fosse reduzido o diâmetro da abertura pela metade, a área de acesso da luz ficaria reduzida à quarta parte, deixando entrar, assim, somente 2.500 unidades de luz, o que seria uma redução drástica. Dessa forma, decidiu-se criar diafragmas intermediários em que os números correspondem a uma progressão geométrica cujo fator de crescimento seria equivalente a  $\sqrt{2} = 1,414$ . Por isso mesmo, encontramos normalmente nas objetivas as seguintes aberturas relativas: f/1.4, f/2, f/2.8, f/4, f/5.6, f/8, f/11, f/16, f/22, 32... Com efeito, se qualquer número da série for multiplicado por 1,414, será obtido o número subsequente, com aproximação.

A **abertura relativa** está associada intrinsecamente à **profundidade de campo**, que já apontamos como uma das virtudes da boa documentação dos espaços da arquitetura. O esquema da Fig. 3.10 demonstra por que uma lente com a sua íris muito aberta diminui muito a possibilidade de se obter uma foto com boa definição de focagem em toda a sua profundidade, ou seja, tem pouca **profundidade de campo**. O **círculo de confusão** vem a ser o limite de percepção da nossa visão, abaixo do qual não chegamos a enxergar a pouca definição de um ponto da imagem.

Evidentemente, quando a objetiva está mais **fechada**, é necessário **maior tempo** de exposição. Isto pode conduzir à condição de não ser possível fotografar sem apoio para a câmara, pois a imagem poderia ficar *tremida*, o que vale dizer, sem **definição**. Nesse caso, é sempre recomendável utilizar o tripé, quando se trabalha com velocidades inferiores a 1/60 seg. As câmaras digitais de boa qualidade possuem dispositivos para evitar a vibração na foto, mas tudo tem o seu limite. Assim, voltamos a frisar, é muito importante saber manejar a **profundidade de campo**, especialmente na fotografia de arquitetura e podemos concluir, em vista do exposto, que as lentes muito luminosas (e mais caras) não são de grande vantagem na documentação dos edifícios.

Dissemos que, para se obter adequada profundidade de campo, teríamos de fazer uso de **abertura reduzida** e, conseqüentemente, de velocidade reduzida para compensar. A **abertura** é obtida pela íris, placas conjugadas que se fecham, de maneira concêntrica, reduzindo na lente a área de penetração da luz, à semelhança da íris do olho humano. Na série apresentada, quando tratamos da abertura

relativa, os números menores, como  $f/1.4$ , significam **maior abertura** e os números mais elevados, como  $f/22$ , **menor abertura**.

As fotografias com menos luz, ou que necessitem de maior **profundidade de campo**, exigem que se reduza a velocidade dos **obturadores** para compensar. As máquinas mais antigas usavam simplesmente uma tampinha da objetiva que funcionava como **obturador**. Retirava-se a cobertura, dava-se um intervalo de exposição e se recolocava na mesma posição cortando o acesso da imagem ao filme. Tal operação com os filmes pouco sensíveis não era problema. Evoluíram para placas acionadas por uma mola, depois para íris-obturadoras ou obturadores centrais, conhecidos também como concêntricos, que distribuíam mais uniformemente o acesso de luz à película e, finalmente, para cortinas nas máquinas *reflex*, que admitem velocidades superiores a  $1/1000$  seg<sup>33</sup>. A escala decrescente das velocidades, em quase todas as câmaras, está organizada com redução de 50% dos valores, aproximadamente, como: 2 seg, 1,  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/15$  (arredondando),  $1/30$ ,  $1/60$  etc.

Hoje os sistemas têm um funcionamento eletrônico e automático nas máquinas digitais. Nos sistemas mecânicos existe uma velocidade de sincronização para funcionar com o disparo do *flash* que, em geral, é de  $\leq 1/60$ seg.

#### 3.4.4 Os visores

Nos modelos mais antigos de câmaras profissionais não havia necessidade de visores, pois a imagem era enquadrada e focada diretamente pelo fundo da câmara escura, constituído por um vidro fosco. Por esse motivo o fotógrafo usava, sempre, um pano preto cobrindo a cabeça e o fundo da máquina para enxergar nitidamente a imagem e focá-la. As pessoas de meia-idade ainda se recordam dos fotógrafos apelidados de *lambe-lambe*, que faziam *ponto* nas praças das maiores cidades, uma figura que foi desbancada pela fotografia digital e Polaroid, em cabines de centros comerciais, com operadores ou mesmo funcionando automaticamente com moedas colocadas pelo cliente.



Fig. 3.12 - Visor antigo.

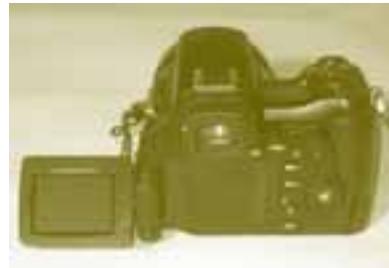


Fig. 3.13 – Visor digital de uma Nikon Coolpix.

A solução inicial para os visores nas máquinas fotográficas de pequeno formato foram lentes de visada, ajudadas por um espelho a  $45^\circ$ , que permitiam visualizar, com certa discordância de paralaxe, o motivo da fotografia, porque apontavam um eixo paralelo ao eixo principal da objetiva da câmara (Fig. 3.12). Com a redução de espessura dos equipamentos fotográficos, foram utilizados os **visores diretos** com lentes conhecidas como *albadas*, capazes de reduzir as imagens a serem documentadas em um pequeno campo visual. Por motivos óbvios, essa paralaxe entre o eixo principal da objetiva e o do visor trazia também divergências no enquadramento das fotos, principalmente nos motivos mais aproximados. Somente as máquinas *reflex* vieram eliminar esse inconveniente, que igualmente desapareceu com os equipamentos digitais, com os quais podemos ver em uma tela, ou então em visor, a imagem a ser fotografada, exatamente como capta a objetiva e registra o sensor. Também os equipamentos digitais podem adotar o sistema *reflex*, o que acontece em certas câmaras profissionais com lentes intercambiáveis.

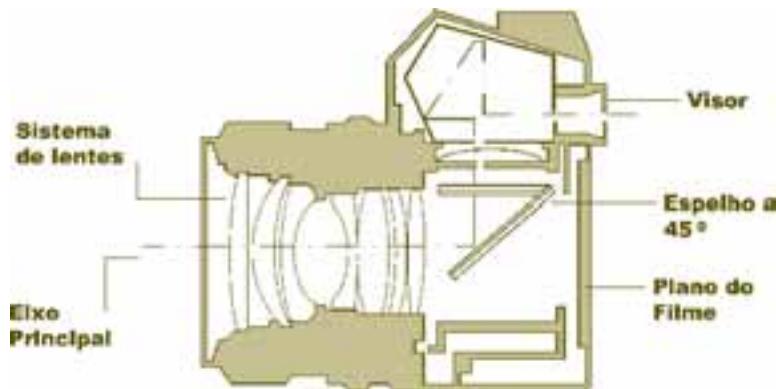


Fig. 3.14 - Sistema reflex.

Alguns equipamentos fotográficos também usaram, no passado, visores de requadros metálicos ou de fios metálicos, com os mesmos inconvenientes trazidos pela paralaxe de visada.

Os visores encontrados nas câmaras digitais podem ser ópticos, como nos modelos antigos, ou mais avançados, empregando uma tela de cristal líquido (LCD) no fundo da câmara. Mais evoluídos ainda são os modelos de EVF (*Electronic view finder*) que, na realidade, é uma tela de cristal líquido interna, observável através de um visor do tipo óptico. Os modelos de máquinas fotográficas de maior categoria, em geral, adotam os dois sistemas, com a vantagem adicional de ter a tela de LCD móvel, facilitando muito o posicionamento da tomada fotográfica (Fig. 3.13). As versões mais modernas de telas de visor são as OLED (*Organic light emitter diode*), com maior visibilidade e menor consumo de energia para operar.

### 3.4.5 Telemetria e focagem

Ajustar o foco da lente para a distância do objeto a fotografar é uma necessidade primária, sob pena de termos uma fotografia fora do foco. Nas primitivas câmaras de fole, como a imagem se formava sobre o vidro despolido do fundo, a focagem era feita utilizando a flexibilidade do fole avançando ou recuando a lente objetiva. Quando a imagem estava focada no vidro fosco, colocava-se nesse mesmo plano a chapa fotográfica, removia-se a placa de proteção da dita chapa e acionava-se o obturador. As câmaras portáteis de escassa qualidade vinham ajustadas, sempre, para a posição de foco infinito ( $\infty$ ). Em seguida, as objetivas apareceram marcadas, indicando a distância de focagem; a distância em metros dos objetos a serem fotografados era obtida por estimativa ou medição direta.

Com o passar do tempo, as câmaras começaram a empregar o princípio do telêmetro, conhecido desde a Antiguidade. Eram telêmetros miniaturizados que davam razoável avaliação da distância, dentro das necessidades de focagem da objetiva. Depois, as máquinas dotadas de sistema *reflex* (SLR e TLR) conseguiram a focagem na própria imagem, sem necessidade de calcular as distâncias. Para melhorar ainda mais a focagem, principalmente nas lentes *macro*, a Nikon introduziu no vidro despolido do visor entalhes com forma de miniprismas, permitindo focagens ainda mais precisas.

As primeiras câmaras a fazer uso do foco automático empregaram processos que eram chamados de **ativos**. Os equipamentos emitiam sinais de ultra-som e, posteriormente, de infravermelhos, que atingiam o objeto a documentar e retornavam ao emissor, determinando a distância e ajustando a objetiva automaticamente. Estes sistemas foram paulatinamente sendo substituídos por sistemas de focagem **passiva**, capazes de analisar a definição de imagem e ajustar o foco, uma operação mais fácil nos equipamentos digitais.

### 3.4.6 Medição da luz

Uma das qualidades da foto é a sua luminosidade adequada. Dizemos adequada porque, segundo os interesses e a finalidade da obtenção da imagem, a sensibilidade do fotógrafo pode tirar partido de sombras e obscuridades. As fotografias documentais, porém, buscam sempre a boa luminosidade, permitindo um objeto bem definido e uma representação de muita clareza.

No passado, para se saber qual a abertura da lente e a velocidade adequada, lançava-se mão da intuição e da experiência obtidas por meio de tentativa e erro. Inventaram-se depois os **fotômetros** (*photo + metron*) ou **exposímetros**, pequenos aparelhos capazes de medir a intensidade da luz (fotometria). Esses instrumentos foram criados na década de 30 do século XX e devem ter sido incorporados às máquinas fotográficas nos anos 40 do mesmo século. Eles são baseados na acoplagem de um microamperímetro a uma célula de selênio, de cádmio ou, então, a uma célula fotoelétrica, produtoras de pequenas correntes elétricas quando atingidas pela luz. Na condição de instrumentos científicos, ainda prevalecem como peças autônomas das câmaras, na medição de iluminação de fotografias em estúdios com máquinas fotográficas de grande formato, em filmagens, no controle de iluminação de ambientes, de coleções de museus e outras atividades de estudos da física da luz.

### 3.4.7 Correção e manipulação de imagem

Argumentam alguns que a ética da documentação fotográfica da modernidade encontra-se arranhada com os recursos de manipulação obtidos com as imagens digitais<sup>34</sup>. Não estamos de acordo com o referido, pois a sua condenação só poderia ser lançada se o resultado final tivesse como finalidade o dolo da falsa informação e não o efeito plástico sobre a imagem, no caso de tratar-se de fotografia artística e não documental. Com isso, não queremos dizer, porém, que a fotografia documental deverá ser desprovida de sentimento ou ao arrepio das leis básicas da composição. Absolutamente, ela vai continuar requerendo sensibilidade e bom gosto por parte de quem a executa. Mas, sobre o tema da manipulação da imagem, vale a pena ressaltar que, mesmo nos antigos processos fotográficos, se usavam certos artifícios de manipulação nunca postos em questão como: retoques de negativos, revelação *puxada*, solarização, aumento de grão ou de textura, *viragens*, eliminação e separação de tons, baixo-relevo, fotos com filtros especiais e outros procedimentos.

Nas câmaras digitais, as fotografias não somente podem ser manipuladas pelos inúmeros recursos que elas apresentam, como também por meio dos diversos programas de tratamento de imagens, entre os quais é muito popular o *Adobe Photoshop*. Outros programas conseguem retificar a imagem com precisão, eliminando o efeito da perspectiva ou criando modelos tridimensionais, como o *PhotoModeler*. Groetelaars faz referência a outros programas adequados à fotogrametria terrestre e à cartografia: *Archimedes 3D*, *Canoma*, *DigiCAD*, *Elconvision*, *ImageModeler*, *Photo 3D*, *Photo Builder*, *Shape Capture*<sup>35</sup>.

### 3.4.8 Filtros

Os filtros têm uso um pouco mais profissional e eram empregados, freqüentemente, na fotografia em preto-e-branco. As atuais câmaras digitais de uso comum diminuíram a sua utilização, pois a imagem digitalizada pode ser trabalhada posteriormente, obtendo grande variedade de efeitos cromáticos, de contraste e outros tantos. Para aqueles, porém, que empregam câmaras semiprofissionais e profissionais, permitindo a adaptação desse acessório, recomenda-se o uso de filtros **UV**, capazes de

atenuar os azulados das fotografias das primeiras horas matutinas, os quais, em última instância, funcionam como proteção das objetivas. Com propriedades semelhantes, temos os filtros da **série 81** (*warm-up*), de cor âmbar, capazes de *esquentar* imagens quando a atmosfera está nublada, no início da manhã. O filtro conhecido como *sky light*, que consegue reduzir o *véu* da atmosfera nas paisagens, também é empregado como protetor. Não foram poucas as vezes em que vimos uma boa objetiva ser salva de danos por um filtro que se encontrava adaptado.

Outro filtro de interesse para o nosso trabalho é o **polarizador**. Ele permite ajudar na remoção dos reflexos indesejáveis de superfícies brilhantes, como vidros e vidrados de azulejos. Esse acessório, além da capacidade de se atarraxar à objetiva, pode girar livremente para permitir encontrar a posição adequada em que os reflexos são atenuados ou extintos pela polarização.

Apontamos outros filtros, além dos que foram destacados, entre os quais é possível encontrar certos tipos aplicáveis à documentação de arquitetura:

- FLD, capazes de diminuir o esverdeado da iluminação fluorescente;
- Série 80 (azul), que remove o alaranjado dos motivos iluminados com lâmpadas de filamento de tungstênio;
- Série 82 (azulado), semelhante aos da Série 80, empregados para *esfriar* uma imagem com tons muito quentes;
- *Cross*, de tramas diversas, capazes de produzir efeitos estrelados em pontos de luz;
- Filtros com setores parcialmente coloridos como *half color*, *dual color*, tricolor etc.

### 3.5 - ILUMINAÇÃO DOS OBJETOS A FOTOGRAFAR

O axioma básico da iluminação dos motivos a serem fotografados é **empregar a luz natural**. Está claro que, na fotografia profissional de estúdio, existem muitos procedimentos e artifícios capazes de ajudar o profissional a obter efeitos de iluminação necessários ao seu trabalho. Em nosso caso, a luz natural é muitíssimo importante e ferramenta fundamental para a documentação dos objetos de interesse cultural, sejam edifícios monumentais, sejam artefatos utilitários ou de arte com dimensões reduzidas. Se a luz é escassa, deve-se conservar o diafragma da câmara o mais fechado possível, para obter profundidade de campo e reduzir a velocidade, mesmo tendo de se empregar um tripé. O automatismo das modernas máquinas fotográficas vai encontrar o tempo justo para registrar bem a imagem. Eventualmente, nos ambientes muito escuros, como porões e desvãos de telhados, faz-se necessário o emprego de refletores, sem os quais a imagem fica muito pouco contrastada.

O *flash* é um instrumento de iluminação de uso difícil na documentação fotográfica. Se for do tipo que se encontra incorporado às câmaras de pequeno formato, em geral, tem potência limitada. Não alcança, assim, grande profundidade<sup>36</sup> e, como é direcionado ao mesmo eixo da fotografia, costuma produzir reflexos quando encontra superfícies brilhantes (madeiras envernizadas, vidros, azulejos, metais etc.). Os *flashes* profissionais isolados são mais adequados porque são mais potentes e se pode direcionar de maneira mais conveniente o fluxo de forma piramidal da sua luz, além de permitirem a aplicação de rebatedores e difusores. Nessa pirâmide luminosa produzida, porém, cada vez que nos distanciamos do ápice, o aumento da área iluminada quadruplica-se, mas a intensidade

luminosa se divide por quatro. Existem sistemas de diversos pontos de *flash* que funcionam por controle remoto<sup>37</sup>, muito úteis nos trabalhos de documentação de objetos em lugares escuros ou espaços pouco iluminados.

Antes de existirem os *flashes* eletrônicos, os quais, segundo historiógrafos da fotografia, foram inventados por Harold Edgerton nos anos 30, empregava-se a combustão de certas substâncias, como o magnésio em pó (ou em fita) acionado por uma espoleta, resultando intenso clarão de luz branca, seguido de estampido surdo e espetacular fumarada, ocasionando um verdadeiro acontecimento pirotécnico capaz, porém, de ocasionar acidentes! Essa situação de insegurança foi melhorada quando foram criados os bulbos de magnésio.

Um dado importante no *flash* é o seu **número-guia** (*guide number*), que vem indicado pelo fabricante no manual ou gravado no aparelho. Ele poderia ser definido como o valor que expressa a relação entre a potência do *flash* e a distância existente entre a câmara e o objeto a ser fotografado, tomando como padrão um filme de sensibilidade de 100 ASA<sup>38</sup>. Assim, se apelidamos de *N* o valor do número guia, de *f* o número da abertura relativa e de *D* a distância, em metros, ao objeto da fotografia, teremos a expressão seguinte:

$$N = f \cdot D \text{ ou } D = N/f$$

Dessa maneira, para um *flash* cujo número-guia seja **10**, a distância adequada de sua iluminação para uma abertura relativa de *f*. 2.8 será  $D = 10/2.8 = 3,57\text{m}$ . Esse valor, todavia, não deve ser tomado de maneira absoluta, pois fatores ambientais podem interferir nessa verificação, como a cor das paredes do cômodo, que podem refletir e intensificar a luz emitida, o que não acontecerá se o espaço for aberto.

### 3.6 - MATERIAL SENSÍVEL: FILMES E SENSORES DIGITAIS

Outro particular importante na fotografia é o sistema de registro da imagem. Um deles é o **filme** tradicional, cuja gravação é conseguida por meios químicos, da qual já tratamos na evolução histórica, e o outro é o **sensor digital** dos equipamentos mais recentes. Por serem de natureza muito diversa, merecem ser analisados separadamente.

#### 3.6.1 Os filmes

Existe razoável variedade de filmes, tanto no que se refere às suas propriedades de reagirem à luz, como nas suas dimensões e acondicionamentos. Os formatos maiores, como os filmes 120, são, atualmente, mais empregados por profissionais. Já os que usamos mais corriqueiramente são os 135, também empregados por profissionais, mas com películas de melhor qualidade. Esse formato é apelidado também de 35mm<sup>39</sup>, dotado de um filme serrilhado como película de cinema, um sistema, como já dissemos, inaugurado pela Leica, em 1925 (Fig. 3.15).

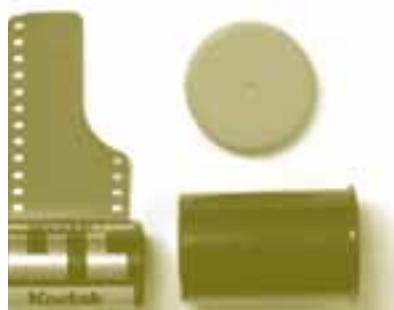


Fig. 3.15 – Magazine de filme 135 (35mm).

O filme 135, sobre o qual nos deteremos por ser o mais usual, vem acondicionado em carretéis fechados, para evitar a luz; no rótulo externo estão as indicações básicas da marca do fabricante, número de exposições, sensibilidade, código de barras do produto e, principalmente, aquilo que chamamos de Código DX, capaz de transmitir à câmara automática a informação sobre a sensibilidade

e o número de fotos do filme. É necessário, pois, ter cuidado, nas máquinas automáticas, com filmes rebobinados em carretéis usados de películas de sensibilidade diferente, porque estes vão informar ao equipamento, com o seu código DX, uma sensibilidade equivocada. O carretel metálico blindado encontra-se, normalmente, acondicionado em um recipiente plástico (Fig. 3.15) para permitir a conservação em geladeiras e este, por sua vez, dentro de uma pequena caixa de cartão, na qual estão impressos, também, todos os dados da película e uma informação de grande importância, o **prazo de validade**, para o qual usuários pouco avisados não atentam.

A sensibilidade dos filmes, explicitada nas embalagens, obedece a determinadas escalas. Hoje predomina o sistema ISO (*International Organization for Standardization*), correspondendo ao sistema ASA (*American Standards Association*). Nos filmes produzidos na Europa, podemos encontrar referências ao sistema DIN (*Deutsches Institut für Normung*). O ISO, porém, é universal e todas as câmaras estão adaptadas para a leitura dos seus códigos. Cabe ao operador da fotografia ajustar a leitura da sua máquina fotográfica para o material sensível que está empregando, se esta não dispuser de leitura automática do rolo. As câmaras de qualidade, normalmente, têm uma escala de ajuste apta a receber as seguintes sensibilidades:

Escala ISO		
Baixa	Média	Alta
25 32 50 64	100 200	400 800 1600 3200

Compete ao usuário escolher a sensibilidade do filme que deseja empregar, em função do tipo de trabalho a ser executado. Para o tipo de fotografia de arquitetura, na qual necessitamos de nitidez e definição de imagem, quanto menos sensível o filme melhor. É claro que isto está atrelado às condições de iluminação existentes. Tal preferência tem uma razão técnica. Os filmes mais lentos têm uma emulsão com os cristais dos haletos de prata de tamanho mais reduzido, por isto mesmo produzem imagens mais nítidas e definidas. Nos coloridos, além da nitidez, as cores são mais saturadas nesse tipo de material.

Basicamente, a estrutura física de um filme preto-e-branco é aquela apresentada na figura 3.16. Em alguns casos é adicionada uma gelatina anti-halo ao conjunto. A película transparente de suporte da emulsão dos primeiros tempos era o nitrato de celulose, porém, como tinha o enorme inconveniente de ser inflamável, foi logo substituído pelo tri-acetato de celulose, empregado até hoje. O filme colorido, que tem o mesmo tipo de suporte, é composto por três diferentes camadas de emulsão: uma sensível ao azul, uma ao verde e a terceira ao vermelho (Fig. 3.17). Essa configuração para o filme foi proposta desde o início do século XX, mas só foi viabilizada nos anos 30. A combinação das cores básicas é capaz de propiciar outras cores e tons da fotografia da seguinte maneira:

	Cores	Resultado
Mistura	Azul + verde + vermelho	Branco
	Verde + vermelho	Amarelo
	Vermelho + azul	Magenta
	Azul + verde	Ciano

No tocante a filmes dotados de propriedades especiais, destacamos alguns: aqueles sensíveis ao azul (ortocromáticos), os pancromáticos, os coloridos normais e os infravermelhos. Há também películas que produzem uma imagem direta em positivo, conhecidas como filmes para *slides*, para diapositivos ou para cromos. Esse sistema de captação de imagem perdeu muito a popularidade, em virtude de ser empregado em exposições com o uso de projetores. Foram substituídos pelos projetores de mídia de imagens digitais, com programas de computador que facilitam muito a editoração, como o *Power Point*. Os *slides* conservam, porém, algum espaço na fotografia para reprodução gráfica e na produção de publicidade.

### Filme preto e branco

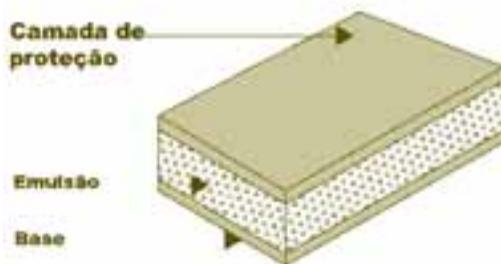


Fig. 3.16 – Estrutura da película preto-e-branco.

### Filme colorido

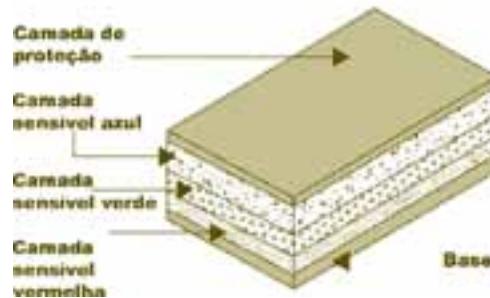


Fig. 3.17 – Estrutura da película colorida.

Os papéis para impressão de fotos são também tratados quimicamente, para registrarem as imagens dos negativos ou as imagens digitais. No passado, quando a fotografia em preto-e-branco permitia a quase todo fotógrafo trabalhar em laboratório fotográfico e fazer as suas próprias reproduções, havia possibilidade muito maior de escolha de papéis de impressão, para obtenção de certos tipos de textura no resultado final. A automatização restringiu muito tal prática por ser antieconômica. As impressões em papel feitas pelos sistemas automáticos empregam, normalmente, o papel brilhante, também o mais recomendado para a definição das fotografias de documentação.

### 3.6.2 Os sensores das máquinas digitais

Os sensores dessas câmaras recebem imagens analógicas e as transformam em digitais, substituindo o filme sensibilizado quimicamente. Os dois sistemas usuais de sensores, como já fizemos referência no resumo histórico, são do tipo COMOS e CCD, este último com a variante mais avançada do CCD-HR ou super-CCD, nos quais os fotodiodos têm formato octogonal em lugar do tradicional quadrado, com conseqüente maior densidade de pixels e, por isso mesmo, maior definição de imagem (Fig. 3.18).



Fig. 3.18 – a) Pixels do sensor CCC e CCD-HR; b) Posição do sensor na câmara digital.

Não julgamos pertinente, em um texto que não tem como meta principal a fotografia, a discussão de como os fótons se armazenam nas *cavidades* da trama do sensor, nem como são filtrados ou como a imagem final é produzida. Tal assunto pode ser encontrado em bibliografia especializada, como no texto de Preuss<sup>40</sup>.

Um dos problemas na fotografia digital é que cada fabricante, em geral, usa um modelo de sensor diversificado, de variadas dimensões, no qual os *pixels* incorporados também são de diferentes medidas. Atkins tem um exemplo muito esclarecedor sobre o assunto<sup>41</sup>. Coloca um retângulo equivalente ao fotograma de 35mm das câmaras de filmes, e dentro dele as dimensões de alguns sensores de máquinas fotográficas digitais clássicas, todas elas com a capacidade de 3MP (três

megapixels) (Fig. 3.19). Observam-se, então, duas coisas fundamentais no esquema: a variedade de dimensão dos sensores e que os *pixels* têm, igualmente, tamanhos diversificados, pois mesmo em igual número ocupam espaços diferentes.

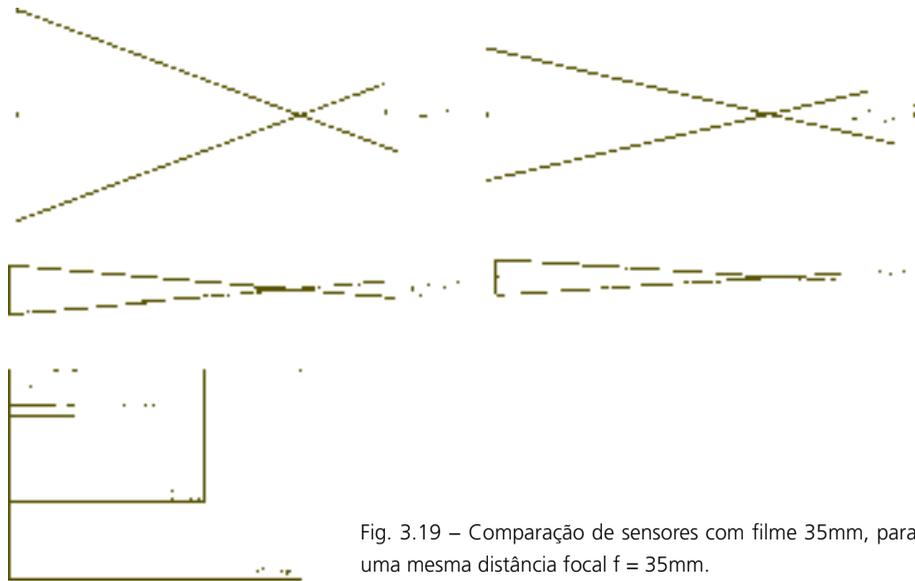


Fig. 3.19 – Comparação de sensores com filme 35mm, para uma mesma distância focal  $f = 35\text{mm}$ .

Assim, chega-se facilmente à conclusão de que, nas diversas câmaras digitais nas quais os sensores são, quase sempre, de dimensões inferiores ao fotograma do filme (36x24mm), a distância focal indicada na objetiva não alcança o mesmo campo visual da câmara de 35mm dotada com a mesma focal, nem tampouco entre uma digital e outra. É necessário encontrar o **fator de correção**, ou seja, um número que multiplique a distância focal para encontrar a equivalência desejada. Esse dado é muito importante nas câmaras profissionais digitais que permitem a adaptação de antigas objetivas das máquinas fotográficas de 35mm. A distância focal registrada na lente não será a verdadeira quando empregada em câmara digital com sensor de dimensões mais reduzidas.

### 3.7 - MACROFOTOGRAFIA, MICROFILMAGEM E DIGITALIZAÇÃO DE DOCUMENTOS

A macrofotografia ou fotografia em distância muito aproximada é importante nos trabalhos de documentação e de restauro, porque nos permite visualizar detalhes reduzidos, trincas, texturas, marcas de construção, sinais de degradação dos materiais, insetos xilófagos, pequenos objetos de interesse cultural, como peças arqueológicas reduzidas e similares. Em geral, as câmaras modernas, sejam digitais sejam de filmes, dispõem do modo *macro*, permitindo fotografias aproximadas.



Fig. 3.20 – Lente macro da Nikon e anel.



Fig. 3.21 – Lentes de aproximação.

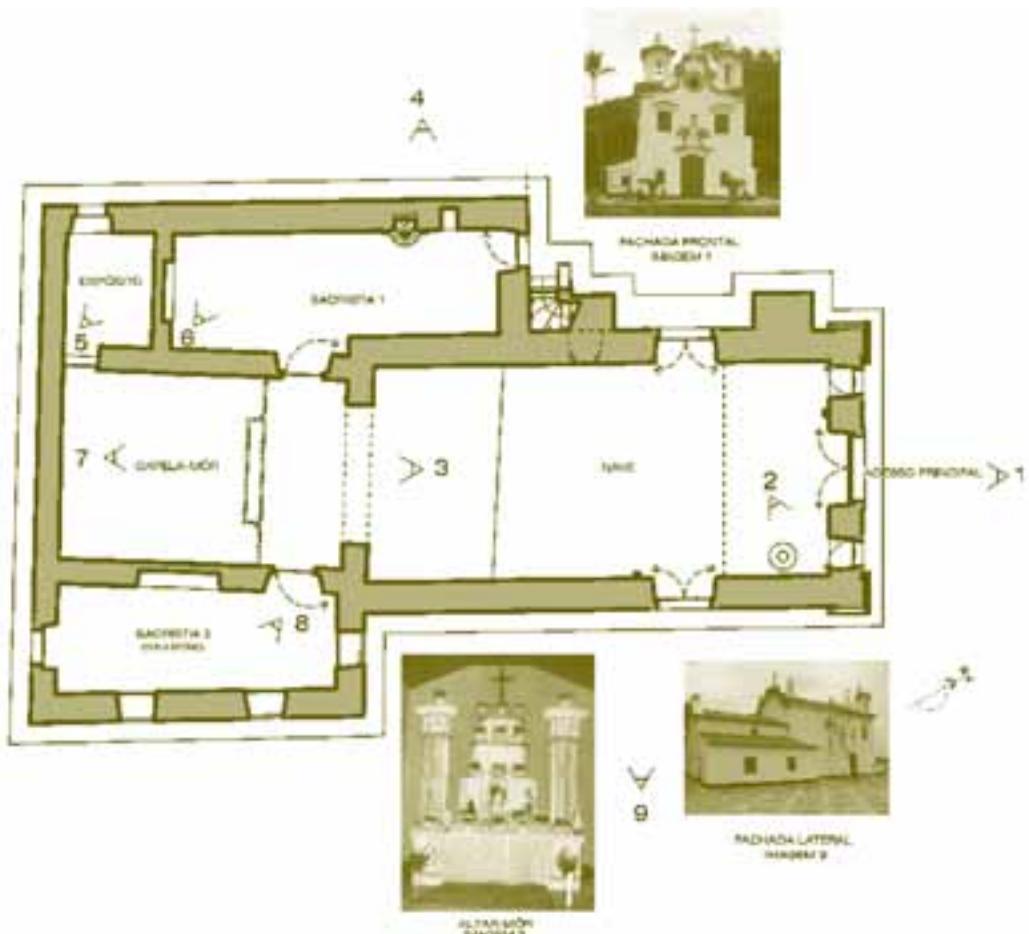


Fig. 3.22 – Anotações de fotografias em planta baixa.

As câmaras profissionais com lentes intercambiáveis têm lentes *macro* especiais, com grande definição de imagem e grande curso do anel de focagem, as quais podem dispor, além de tudo, de anéis de aproximação capazes de diminuir, ainda mais, a distância do motivo a ser fotografado (Fig. 3.20). Algumas indústrias ópticas fornecem lentes suplementares que são atarraxadas nas objetivas normais, como se fossem filtros, permitindo a aproximação da tomada (Fig. 3.21), mas nem de longe se obtém a qualidade do resultado da lente *macro* construída para esta finalidade.

### 3.7.1 Microfilmagem e digitalização

Não faz muito tempo que os arquivos documentais e históricos empregavam o recurso da microfilmagem para guardar reproduções de documentos, evitando o seu manuseio direto pelos leitores ou permitindo o fornecimento de cópias desses documentos aos usuários e investigadores. A digitalização praticamente substituiu este sistema, democratizando o acesso de todos aos documentos arquivados. O Arquivo Ultramarino em Lisboa, por exemplo, um dos fundos documentais mais importantes da História do Brasil Colonial, já disponibilizou, em colaboração com o Governo Brasileiro, a maioria dos documentos de diversos estados brasileiros, cujos arquivos digitais estão gravados em CD (Operação Resgate).

Eventualmente, podemos obter autorização para reprodução de documentos não digitalizados do nosso interesse, quando estamos fazendo investigação em alguma instituição arquivística. Uma boa câmara digital pode nos ajudar muito nessa tarefa.

A digitalização de documentos admite a aplicação de técnicas variadas. Pode ser empregado um *scanner* de mesa simples ou uma espécie de máquina fotográfica digital que faz a varredura do

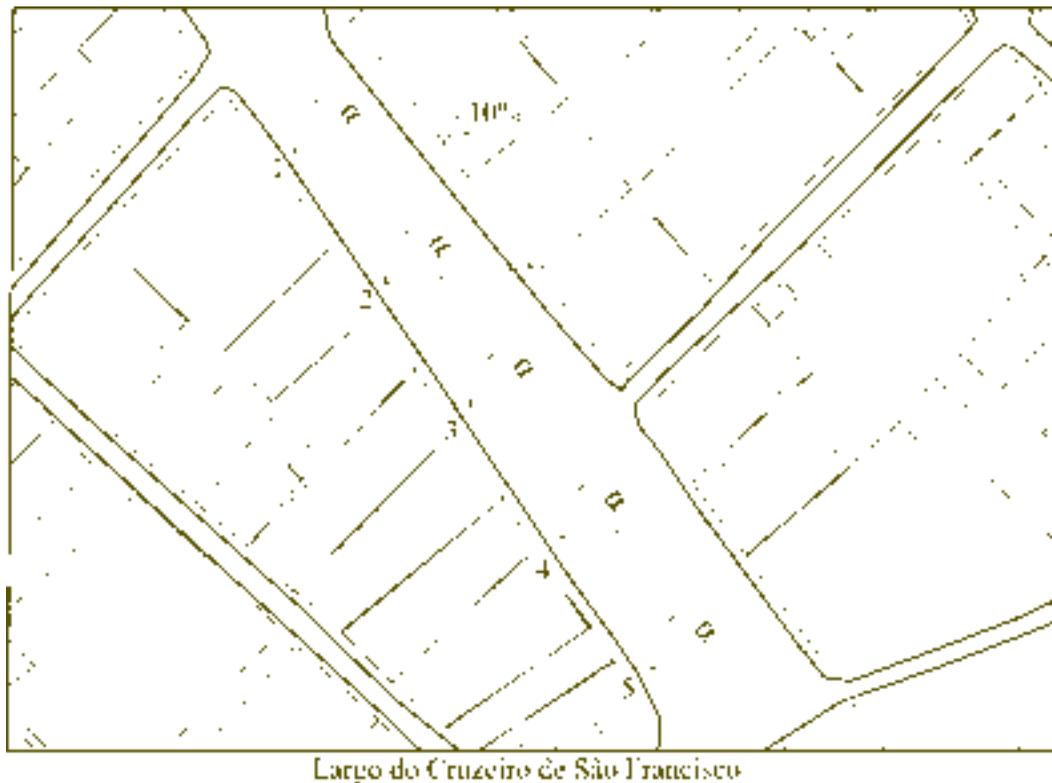


Fig. 3.23 – Estudo esquemático, em planta, de cobertura fotográfica simples de fachadas de um casario.

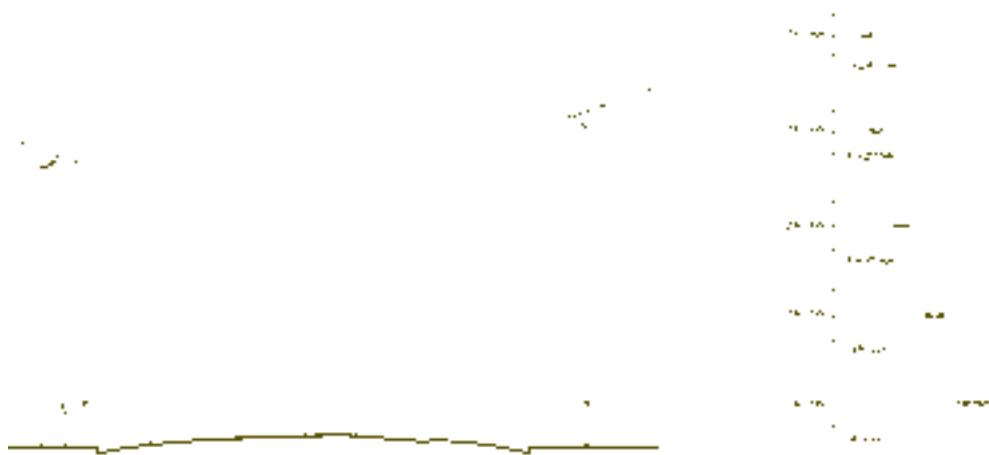


Fig. 3.24 – Estudo esquemático de cobertura fotográfica simples de fachadas em elevação.

documento sem submetê-lo ao *stress* da pressão contra a janela de vidro do *scanner* comum. Se desejarmos a reprodução de imagem a ser usada em publicação, os *scanners* devem ser de boa qualidade e definição, particularmente quando reproduzimos *slides* ou cromos, que exigem equipamentos digitalizadores especiais.

### 3.7.2 Escala da foto

É sempre de grande utilidade colocar na fotografia uma escala de referência capaz de nos permitir avaliar a dimensão do objeto fotografado. No caso de objetos de grandes dimensões, a referência pode ser feita anotando medidas de algumas das suas partes.

## 3.8 - SISTEMÁTICA DE DOCUMENTAÇÃO

A documentação de um edifício de interesse cultural, seja para elaborar um simples inventário, seja para subsidiar um projeto de restauro, não deve ser feita atabalhoadamente. Esse pecado torna-se mais freqüente na medida em que os sistemas digitais de captação da imagem reduziram extraordinariamente o custo da fotografia. Toda tomada executada deve ser referenciada em uma planta do edifício para se saber a posição, sendo também anotados a data, o equipamento que executou a foto, tipo de lente e distância focal (se a lente for *zoom* fazer anotação da distância focal empregada, se possível).

A documentação, nem necessita que se diga, deve ser criteriosamente guardada, registrando-se o número do fotograma nos filmes ou a numeração dos arquivos digitais. Todas as fotografias mais importantes **devem ser impressas** em papel fotográfico, sejam obtidas com câmaras comuns, sejam digitais, e dessa maneira arquivadas. O tamanho considerado mais adequado é o de 18x24cm. Como parte integrante do cadastramento do edifício devem ser agregadas fichas das fotografias mais elucidativas, com data, descrição e características técnicas de cada uma delas.

A guarda desse material deve ser cuidadosa, principalmente dos arquivos digitais, cuja durabilidade e conservação ainda constituem um problema. Em todo o caso, é necessário destacar que a **umidade**, que alimenta a vida de microorganismos, é o grande flagelo do material fotográfico e tem de ser evitada a todo custo, até mesmo pela climatização dos ambientes. O problema da conservação do material fotográfico de arquivos é uma disciplina de certa complexidade, que envolve a participação de especialistas qualificados.

### 3.8.1 Cobertura fotográfica de fachadas

O trabalho de cobertura fotográfica do casario de um centro histórico deve ser antecedido de planejamento. De posse de levantamento cadastral da área objeto do estudo, podemos fazer previsão do equipamento adequado para trabalhar, distância focal da lente a empregar, número de fotos necessárias, distância básica possível da fotografia e outros dados importantes ao bom planejamento da operação (Figs. 3.23 e 3.24). A objetiva com a distância focal mais adequada para a largura da rua pode ser encontrada por meio do esquema gráfico que desenvolvemos (Fig.3.24). Haverá um ganho no tamanho do campo da imagem se adotarmos a câmara rebatida a 90°, porque o fotograma vai ser empregado na sua maior dimensão de 36mm e não de 24mm, como no esquema apresentado na

Figura 3.24. Além do mais, a utilização de uma lente de 28mm no esquema demonstra ser insuficiente para cobrir toda a fachada, recomendando-se a de 24mm.

Na cobertura das fachadas com um sistema plano (não estereométrico), basta fazer a previsão de sobreposição das imagens em 10%<sup>42</sup>. Em todas as tomadas, deve-se procurar colocar o eixo óptico da fotografia perpendicular ao plano da fachada e, para tal, será necessária a ajuda de um nível para máquina fotográfica, pequeno acessório que, em geral, pode ser adaptado ao encaixe da sapata do *flash*. A distância entre a câmara e o objeto deve ser, sempre, a mesma para as fotografias conservarem a mesma escala. Para esse tipo de trabalho, os equipamentos profissionais com lentes intercambiáveis, sejam máquinas de filmes ou digitais, são os mais indicados.

### 3.9 - CONSERVAÇÃO DO EQUIPAMENTO FOTOGRÁFICO

Um bom equipamento de fotografia é um patrimônio considerável, particularmente para os que morem na **conservação** da nossa memória, atividade normalmente desperdada e cheia de carências. Por esse e outros motivos, devem os servidores e profissionais da área preocupar-se, também, com a **conservação** dos equipamentos, extremamente sacrificados nos climas tropicais como o nosso. As objetivas são muito sensíveis à proliferação de microorganismos, que se instalam superficialmente ou entre os elementos ópticos, chegando a situações irreversíveis de dano no sistema de lentes. As modernas câmaras computadorizadas têm, também, diversos circuitos integrados e sensores, que podem ser afetados facilmente. O problema fundamental é **sempre a umidade**, que está por detrás de quase todos os defeitos de funcionamento.

Em relação aos equipamentos fotográficos, não existem grandes dificuldades nessa conservação se um procedimento for seguido à risca: no caso das câmaras e/ou objetivas não serem usadas dentro de um ou dois dias, devem ser colocadas dentro de um **dessecador**<sup>43</sup> com placa de cerâmica e, sob ela, sílica gel. A completa vedação da tampa esmerilhada deve ser assegurada com graxa de silicone. Toda vez que a sílica gel tiver perdido a sua cor azulada passando a rosa, regenerar em estufa retirando a umidade. Podemos assegurar a eficácia do processo, pois temos lentes de um equipamento Nikon em perfeito estado de conservação, não obstante os mais de 36 anos decorridos da sua compra.

Outros procedimentos podem ser sugeridos para se manter um equipamento fotográfico em ordem:

- Manusear o equipamento com cuidado evitando choques e quedas;
- Não deixar o equipamento dentro do carro ao sol. A alta temperatura pode danificá-lo, particularmente os mais automatizados e com *display* de cristal líquido. A temperatura também afeta os filmes.
- Não guardar jamais, principalmente o material óptico, dentro de armários fechados e dentro de capas e caixas. Colocar saquinhos de sílica gel é coisa bisonha, porque em muito pouco tempo ficam saturados de umidade. Isso só funciona quando vem na embalagem fechada de fábrica.
- Se guardar as suas câmaras em armário, escolha um metálico com porta de vidro e jamais coloque a tampa da lente impedindo a entrada da luz. Os fungos proliferam mais na obscuridade.
- Nunca empreste seu equipamento fotográfico!

### 3.10 - BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- BUSELLE, Michael. *Tudo sobre fotografia*. São Paulo: 1998. 223p. il. Reimpressão da edição de 1979.
- EASTMAN KODAK COMPANY. *O prazer de fotografar*. São Paulo: Nova Cultura, 1981. 304 p. il.
- HEDGECOE, John. *The photographer's handbook*. New York: Alfred A. Knopf, 1977.
- KODAK. *The complete Kodak book of photography*. Hong-Kong: Hamlin, 1990.
- MORGAN, Willard D. *The encyclopedia of photography*. New York: National Educational Alliance, 1949. p. 1995-2020.
- PREUSS, Julio. *Fotografia Digital*. Rio de Janeiro: Axel Books, 2004.
- RAMALHO, José A.; VITCHE, Palacin. *Escola de Fotografia*. São Paulo: Futura, 2004. 207p. il.
- RAMALHO, José. *Fotografia digital*. São Paulo: Editora Campus/Elsevier, 2004. 197p. il.
- TRIGO, Thales. *Equipamento fotográfico: teoria e prática*. São Paulo: Editora SENAC, 2005. 360p. il.

### NOTAS

- 1 - BATCHEN, Geoffrey. Histórias de Assombração: os princípios e os fins da fotografia. Trad. Mônica Alves. In: *Fotografia. Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*. Brasília, MinC, n.271998. p. 47-58.
- 2 - VIOLLET-LE-DUC, Eugène E. *Dictionnaire raisonné...*, op. cit., p.33.
- 3 - BOITO, Camillo. *Il nuovo e l'antico in architettura*. Aos cuidados de Maria Antonietta Crippa. Milano: Jaca Book, 1989. p. 125.
- 4 - Ou **forma efetiva**, como queria Foramitti.
- 5 - Alguns roteiros interessantes da história da fotografia e das câmaras escuras podem ser obtidos em *sites* de busca da Internet, que podem satisfazer com alguns detalhes a curiosidade do estudioso, desde que confiáveis.
- 6 - NEWHALL, Beaumont. History of photography. In: MORGAN, Willard D. (Org). *Encyclopedia of photography*. New York: National Education Alliance, 1949. v.6, p.1.996.
- 7 - Poderiam ser referidos os nomes do árabe Ibn al Haitam (965-1038), do judeu Levi ben Gershon (1288-1344) e do ilustre Roger Bacon (1214-1294), entre outros.
- 8 - Tais anotações só foram publicadas a partir do fim do século XVIII.
- 9 - NEWHALL. History of photography, op. cit. p. 1996.
- 10 - PORTA, John Baptista. *Natural Magick in XX Books*. London: Thomas Young & Samuel Speed, 1658. Nesta tradução inglesa a referência à **câmara escura** foi feita, no Cap. IV do Livro XVII, da maneira seguinte: [...] *You must shut all the chamber windows, and it will do well to shut up all holes besides, lest any light breaking in should spoil all. Only make one hole, that shall be a hand*

*breadth and length. Above this fit a little leaden or brass table, and glue it, so thick as a paper. Open a round hole in the middle of it, as great as your little finger. Over against this, let there be white walls of paper, or white clothes, so shall you see all that is done without in the sun, and those that walk in the streets, like to Antipodes, and what is right will be the left, and all things changed. And the farther they are off from the hole, the greater they will appear. If you bring your paper, or white table nearer, they will show less and clearer, but you must stay a while for the images will not be seen presently [...].*

11 - PORTA, John Baptista. Id. loc. cit.

12 - Robert Boyle, em 1500, tinha observado tal fenômeno, mas o atribuiu a um processo de oxidação provocado pelo ar e não pela luz.

13 - Observou o cientista que um recipiente contendo ácido nítrico, prata e gesso, exposto à luz de uma janela, escurecia. Foi uma descoberta acidental, porque ele estava investigando outro argumento e, assim sendo, não deu continuidade à sua pesquisa.

14 - Produto polimérico betuminoso de origem fóssil utilizado, até então, para escurecimento de acabamentos de madeira e pinturas.

15 - Os fotógrafos tinham de lidar com produtos extremamente perigosos. O mercúrio é material muito tóxico, particularmente sob a forma de vapores, e o cianureto, um veneno poderoso.

16 - A descoberta do AgBr (brometo de prata), que acelerava os processos de tomada da imagem, é atribuída a Claudet.

17 - Era primo de Joseph Nicéphore Niépce.

18 - Uma invenção atribuída ao químico Henry Reichenbach.

19 - Essa idéia já tinha sido explorada na Alemanha, antes da Primeira Grande Guerra, mas não foi criado um modelo convincente de equipamento que pudesse operar com tal tipo de negativo. Convém destacar também que, na prática, o tamanho do fotograma normalmente disponível nesse formato é de 36x24mm.

20 - TLR significa *twin lens reflex*.

21 - Primeiro conflito armado registrado fotograficamente.

22 - O sueco Victor Hasselblad pertencia a uma família de empresários da fotografia, pois seu pai foi amigo de Eastman e representante exclusivo da Kodak em seu país. Desde cedo, foi preparado para a ciência e a arte da fotografia, tendo estudado sobre o assunto, ainda jovem, em Dresden, na Alemanha. Durante a Segunda Guerra Mundial, foi encarregado pela Real Força Aérea da Suécia de desenvolver uma câmara para ser usada em fotografias aéreas, baseada em um protótipo alemão encontrado em avião abatido em território sueco. O resultado foi um desenho com características próprias que, pela fama, foi introduzido no mercado profissional depois da guerra, com grande sucesso e prestígio.

23 - PREUSS, Julio. *Fotografia Digital*. Rio de Janeiro: Axel Books, 2004. p.2.

24 - Id., *ibid.*, p. p. 3

25 - Idem, *ibid.*, p.5.

26 - Idem, *ibid.*, p.8.

27 - Os equipamentos Linhof, produzidos por uma indústria alemã de Munique, foram e são famosos desde o século XIX destacando-se, particularmente, as câmaras de grande formato, muito populares, antigamente, no fotojornalismo.

28 - *Single Lens Reflex*.

29 - Atribui-se a primeira objetiva anastigmática a Hoegh, quando produziu um protótipo, em 1893, para a firma Goerz, uma verdadeira revolução na qualidade fotográfica.

30 - O mesmo acontece com as câmaras de negativos maiores, como 4,5x6, 6x6 e 6x7, 6x9 cm e outras.

31 - A utilização das objetivas PC, entre as quais destacamos aquelas fabricadas pela Nikon, tinha, entretanto, um inconveniente: a distorção dimensional do objeto fotografado, impedindo a obtenção de medidas fidedignas a partir da foto.

32 - Esse valor não é empregado nas objetivas porque a exígua profundidade de campo e a maior complexidade de fabricação não justificariam o seu emprego nos equipamentos normais.

33 - Tem-se notícia de obturadores de cortina com uma velocidade de 1/8000 seg.

34 - BATCHEN, Geoffrey. *Histórias de Assombração: os princípios...*, op. cit., p. 48.

35 - GROETELAARS, Nathalie Johanna. *Um estudo da fotogrametria digital na documentação de formas arquitetônicas e urbanas*. Salvador, 2004. 250f. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, PPG-AU, Salvador, 2004.

36 - Se é de boa qualidade alcança, se muito, seis metros de distância.

37 - Esse controle pode ser uma fotocélula que aciona o disparador do *flash* secundário com a luz do *flash* principal, sendo esses *flashes* subsidiários também conhecidos como "escravos".

38 - RAMALHO, J. A e PALACIN, Vitché. *Escola de fotografia*, op. cit., p.119.

39 - É uma forma genérica de designação porque o fotograma efetivamente tem 36x24mm.

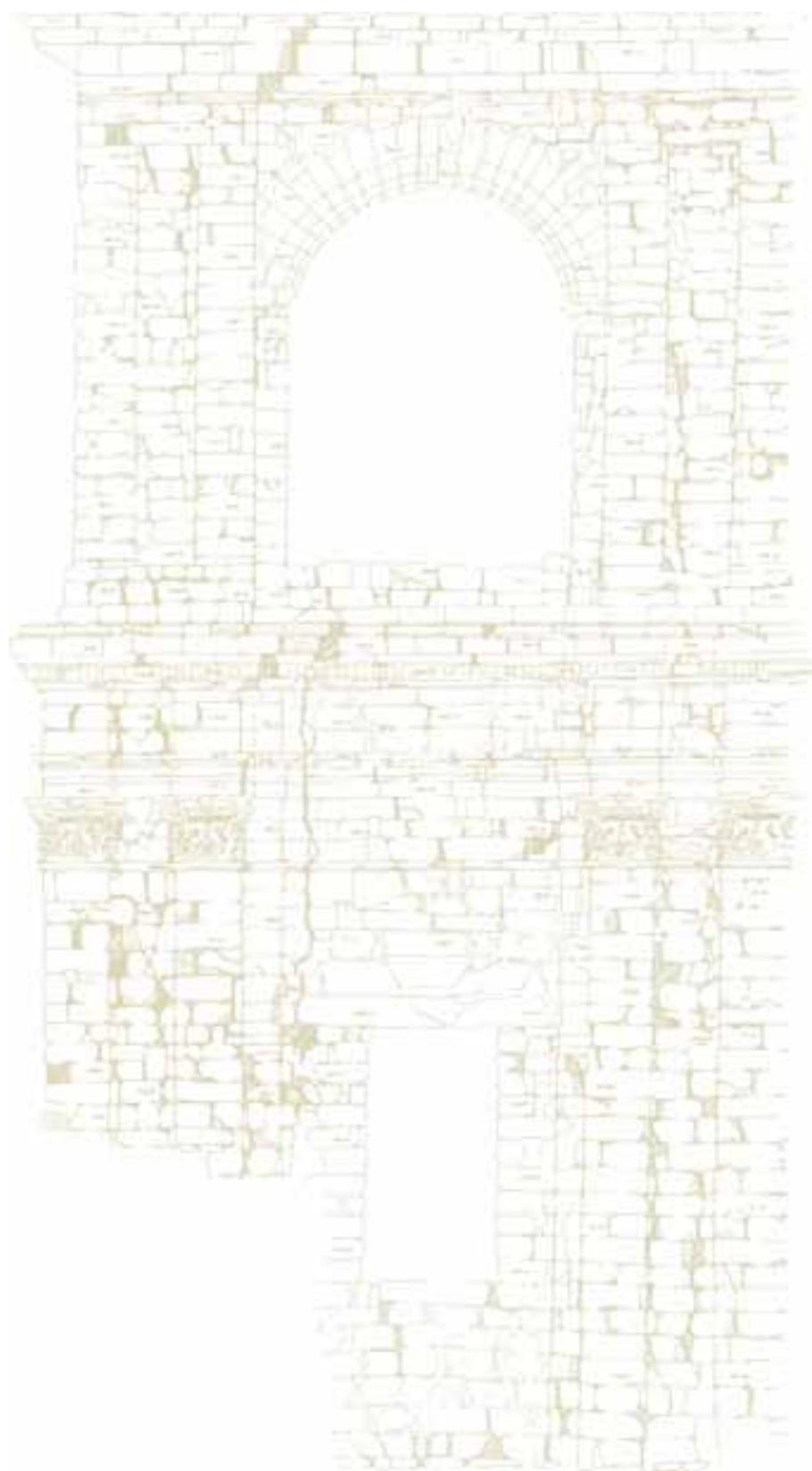
40 - PREUSS, Júlio. *Fotografia Digital*, op. cit., p. 40-55.

41 - ATKINS, Bob. Size matters. Disponível em: <http://photo.net/equipment/digital/sensorsize>. Acesso em: 25.08.2007.

42 - A fotogrametria terrestre ou aproximada exige a sobreposição de, no mínimo, 60%.

43 - Esse utensílio é de uso corriqueiro em qualquer laboratório e a sua conformação interna admite o apoio da placa cerâmica circular furada, sob a qual é colocada a sílica gel, produto muito efetivo na absorção da umidade.

## ***4. Introdução à fotogrametria***



#### 4.1 - AS ORIGENS DA FOTOGRAMETRIA TERRESTRE OU APROXIMADA

Antes de abordarmos o argumento da fotogrametria, é bom que se esclareça que o tema é assaz complexo para ser tratado rapidamente em um capítulo de livro. O assunto requer, na sua profundidade, um texto completo a ser redigido por especialista da matéria, com conteúdo a ser tratado em disciplina autônoma. Todavia, é um conhecimento fundamental para a moderna representação cadastral dos edifícios de interesse cultural com o qual temos de lidar, conhecendo as suas potencialidades e, até mesmo, operando as técnicas digitais mais recentes para as quais não se fazem necessários maiores aprofundamentos teóricos, nem equipamentos de alto custo. Não se trata de conhecimento hermético ou inacessível para profissionais de arquitetura ou de engenharia, pois foi desenvolvido justamente por esses profissionais. Saber das ferramentas disponíveis para o nosso trabalho é uma necessidade para tirar o melhor proveito das suas possibilidades, conseguindo, sempre, a melhor qualidade de representação.

A busca da representação fotogramétrica está intrinsecamente ligada à história da fotografia, particularmente no que se refere às investigações sobre as câmaras escura e clara<sup>1</sup>. Dentro dessa ótica, poder-se-ia afirmar que as experiências efetivadas por antigos artistas, nomeadamente Albrecht Dürer (1471-1528), no primeiro quartel do século XVI, podem ser consideradas como ponto de partida dessa importante técnica. É o momento em que são iniciados os estudos de matematização das técnicas gráficas, que recebem, entre outros investigadores, as contribuições de Desargues (1591-1661)<sup>2</sup>, no século XVIII, até chegar a Gaspar Monge (1746-1818)<sup>3</sup> e sua geometria descritiva<sup>4</sup>.



Fig. 4.1 – Desenho de Albrecht Dürer mostrando sistema de captura de imagem.

As câmaras escuras vulgarizadas a partir do Renascimento são, como já vimos, um passo seguro em direção à fotografia (química e digital) e desta à fotogrametria terrestre e aérea, hoje, indissolivelmente conectadas. É por essa razão que podemos atribuir o caráter de vaticínio às palavras de Arago quando apresentou, em 1839, à Câmara dos Deputados e à Academia das Ciências da França, a descoberta de Daguerre no campo da fotografia: *Les images photographiques étant soumises, dans leur formation, aux règles de la géométrie permettron, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties, les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices*<sup>5</sup>.

A paternidade oficial da fotogrametria moderna cabe, entretanto, ao engenheiro militar Coronel Aimé Laussedat, afirmativa sobre a qual todos os estudiosos da matéria parecem estar de acordo. É necessário destacar, porém, que as primeiras experiências da técnica, que Laussedat viria chamar de *iconometria*, não foram efetivadas com o registro de imagem de uma câmara fotográfica, mas empregando uma câmara clara. Essas experiências, iniciadas em 1849 com uma só perspectiva<sup>6</sup>, foram-se desenvolvendo na busca de empregar diferentes pontos de vista, cuja intersecção dos raios luminosos de pontos permite dar uma idéia do objeto em planta, em virtude das analogias de princípios com a visão estereoscópica (Fig. 4.2). Os dois monumentos apresentados por Laussedat, em 1850, talvez os mais antigos com o emprego de intersecções, foram o castelo de Vincennes e o forte

do Monte Valérien. Somente daí em diante o nosso coronel engenheiro traz para a sua *iconometria* o emprego da fotografia, que já tinha adquirido, naquele momento, qualidade técnica. A apresentação oficial desse novo processo deu-se no ano de 1860, quando ele fez uso de duas fotografias, uma tirada da torre da Igreja de Saint Sulpice e outra do observatório da Escola Politécnica. Por meio delas, localizou alguns monumentos de Paris e calculou a altura da flecha da Catedral de Notre Dame. O fato notável do evento foi a presença do mestre Viollet-le-Duc, sempre ávido por conhecimento das inovações, ao lado de um representante da Academia das Ciências<sup>7</sup>. Laussedat seguiu sempre trabalhando no desenvolvimento da técnica fotogramétrica que tinha criado, até a sua morte, em 1904. Não obstante ser um engenheiro militar e ter direcionado, preferencialmente, as suas atividades para as necessidades topográficas do seu ofício, nunca se esqueceu de colocar a técnica, que passou a apelar de *metrofotografia*, a serviço dos edifícios históricos e de interesse cultural. A fotogrametria nasceu, pois, com um dos olhos sempre voltado para a preservação da memória.



Fig. 4.2 – Catálogo de E. Ducretet datado de 1899.

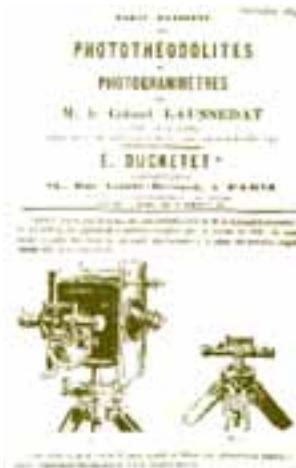


Fig. 4.3 – Fototeodolites de Ducretet segundo especificação de Laussedat.



Fig. 4.4 - Fototeodolites segundo especificação de Laussedat.

Virando-se a página seguinte da história da fotogrametria vamo-nos deparar com outro personagem emblemático das técnicas fotogramétricas, o arquiteto alemão Albrecht Meydenbauer (1834-1921). Quando ele foi encarregado, em 1858, de fazer o levantamento da catedral de Wetzlar, imaginou que poderia empregar nessa missão o apoio da fotografia. Não seria uma hipótese a se descartar que ele tenha tomado conhecimento dessas possibilidades por meio dos estudos de Laussedat. Meydenbauer apresentou suas idéias, então, em exposições e em conclave da União dos Arquitetos de Berlim. Nessa ocasião, chamava de *fotometrografia* a técnica de levantamento por meio da fotografia e de procedimentos geométricos para restituição. Na circunstância, a já lendária indústria óptica alemã veio em socorro da nova técnica, quando Busch fabricou uma excelente objetiva, a *Pantoskop*, que podia, dentro de um campo de 90°, obter imagens com pouca distorção<sup>8</sup>. A experiência com o novo equipamento foi efetuada em Freiburg. Em vista do sucesso obtido, Meydenbauer iria fundar e dirigir, a partir de 1885, a pedido do Ministro da Cultura, o *Messbildanstalt*<sup>9</sup>, primeira instituição de inventário fotogramétrico sistemático do patrimônio arquitetural, que sobreviveu até o fim da Segunda Guerra Mundial. Essa organização privilegiou sempre o sistema gráfico de restituição, não obstante o advento da estereofotogrametria<sup>10</sup>. É também atribuída a Meydenbauer a designação final do nome **fotogrametria**.

A estereorrestituição, obtida por intermédio de um par fotogramétrico ou estereopar, empregando equipamento de base estereoscópica, foi impulsionada pelos austríacos, pois os alemães resolveram insistir nos métodos gráficos. O mentor dessa revolução tecnológica foi o arquiteto Edward Dolezal,

que havia levantado com outros colaboradores, no fim do século XIX, a Karlskirsh de Viena (entre outros monumentos). Sobre as fotos feitas, inicialmente para emprego da restituição gráfica, Dolezal experimentou a estereorrestituição. Nessa tarefa, contou com a ajuda do Professor Schell<sup>11</sup>, projetista de instrumentos para a fotogrametria<sup>12</sup>, a quem sucedeu na cátedra de geodésia no Instituto Técnico Superior de Viena. A fabricação do primeiro estereocomparador por Pulfrich veio resolver o problema dessa linha de investigação. Não obstante a tenaz cruzada de Dolezal em prol da estereofotogrametria dos monumentos, sua voz foi pouco ouvida e não conseguiu criar na Áustria um instituto semelhante ao criado por Meydenbauer em Berlim<sup>13</sup>. Tornou-se, entretanto, o presidente da Sociedade Internacional de Fotogrametria, distinção que ostentou até o fim da vida, em 1955.

A técnica da fotogrametria, contudo, não se popularizou entre os conservadores na primeira metade do século XX, em que pesem as grandes vantagens que trazia, sob certos aspectos, em relação aos levantamentos tradicionais. Muito mais do que a exigência de pessoal treinado e qualificado para aplicar os procedimentos, devem ter influído, prioritariamente, o alto custo da aparelhagem para atender ao método analógico da restituição e, em segundo lugar, a exigência de **câmaras métricas** para as tomadas, também de custo elevado.

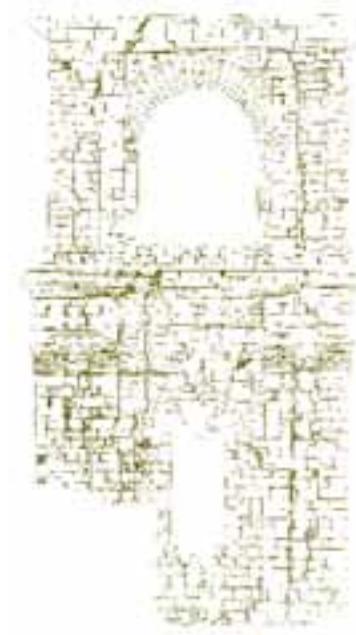


Fig. 4.5 – Fragmento da restituição da missão de São Miguel (1981) RS.

Barthelemy admite, com o que estamos de acordo, que se pode creditar à Carta de Veneza a influência sobre o reconhecimento oficial da técnica fotogramétrica aproximada<sup>14</sup> como instrumento importante na atividade de preservação do patrimônio. O famoso documento, de 1964, que estabelece a importância da "autenticidade histórica", traz como consequência a necessidade de levantamentos exatos e precisos<sup>15</sup>, aquilo que o mestre Foramitti apelidava de "forma efetiva"<sup>16</sup>. Realmente, em julho de 1968 o ICOMOS<sup>17</sup> organizou, em Paris, o primeiro colóquio internacional sobre as aplicações da fotogrametria à conservação do patrimônio cultural e, pouco tempo depois, constituiu a CIPA<sup>18</sup> como um dos comitês temáticos da organização.

Mesmo que a fotogrametria aérea tenha se desenvolvido sobremaneira no Brasil, em virtude da necessidade de levantar o seu imenso território, a fotogrametria terrestre andava, e ainda anda, a passos lentos, não obstante trabalhos mais recentes efetuados por instituições universitárias com produção de algumas dissertações e estudos. Isso aconteceu em virtude dos

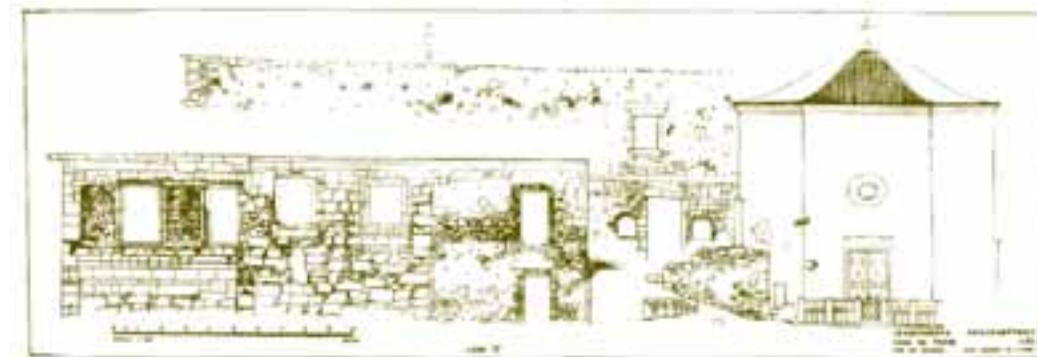


Fig. 4.6 – Levantamento primitivo da casa da Torre (1977) BA.

avanços técnicos que democratizaram a técnica, com o barateamento que os procedimentos digitais trouxeram à fotogrametria. Alguns grupos de investigação de instituições de ensino superior já a abraçaram, mas resta aos serviços de proteção do patrimônio adotar a fotogrametria como um procedimento corriqueiro e não episódico.



Fig. 4.7 – Fotogrametria da Casa das Indústrias (1985) SP.

Na qualidade de defensor do emprego da fotogrametria terrestre para os trabalhos de restauração, temos acompanhado esta lenta caminhada desde o ano de 1977, quando fizemos, com a ajuda do Professor Ivan Chiaverini, o primeiro ensaio de levantamento fotogramétrico terrestre na Casa da Torre de Garcia d'Ávila<sup>19</sup> (Fig. 4.6). Significativo também, nesta trajetória, foi o levantamento das ruínas de São Miguel das Missões (Fig. 4.5) levado a efeito pela Aerosul S.A., uma empresa que já possuía, na época, tradição em aerofotogrametria, assim como de outros edifícios de fachadas bastante elaboradas, executados pela Terra Foto, em São

Paulo, entre os anos 80 e 85, como: O Palácio da Indústrias (Fig. 4.7), a Capela de São Miguel, o Teatro Municipal<sup>20</sup>, o Palácio dos Campos Elísios, o Edifício dos Correios, a Vila Penteado e outros.

No início dos anos 80, a Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia organizou o primeiro curso de extensão em fotogrametria dos monumentos, no Brasil, ministrado pelo Professor Hans Foramitti, um dos maiores expoentes mundiais dessa tecnologia<sup>21</sup>.

É bom que se esclareça, contudo, que os processos fotogramétricos não vieram para acabar com os métodos tradicionais de levantamento, mas para apoiá-los. A fotogrametria, inclusive, exige orientação, alinhamentos e pontos de controle que não podem deixar de ser obtidos com os procedimentos e instrumentos empregados nos levantamentos cadastrais tradicionais.

## 4.2 - OS PRINCÍPIOS DA FOTOGAMETRIA

Os fundamentos da fotogrametria repousam sobre a geometria da projeção central<sup>22</sup> e da perspectiva. Esta geometria foi conseguida, na sua origem, por meio de processos de interseção gráfica, como destacamos, seguidos de processos de interseção ótica com o uso da estereoscopia. Hoje em dia os procedimentos digitais ocupam os principais espaços, por causa da sua praticidade e baixo custo, mas muitos deles ainda empregam os princípios da visão estereoscópica e o eventual uso de procedimentos gráficos, que não podem ser descartados em nosso trabalho.

A estereoscopia, que nos dá a idéia de terceira dimensão, fundamenta-se, por sua vez, na visão humana, desde quando foi tomado conhecimento de que a paralaxe do eixo dos nossos olhos permite a visualização das imagens em 3D (Fig. 4.8). Desse pressuposto devemos inferir que, ao cobrirmos um dos olhos, passamos a enxergar plano, embora continue, em nossa percepção, a sensação de profundidade provocada pela perspectiva dos objetos. Assim sendo, um objeto tridimensional, se documentado em duas diferentes posições, ou seja, com uma paralaxe entre as duas tomadas da imagem, pode nos dar a sensação ótica de volume quando as fotos (planas) são observadas através de um estereoscópio<sup>23</sup> Essa sensação de tridimensionalidade pode ser obtida com pequenos dese-

nhos capazes de enganar a nossa visão, como uma pirâmide de base quadrada vista de cima com o seu vértice deslocado, como se fosse obtida de diferentes pontos (Fig. 4.9).

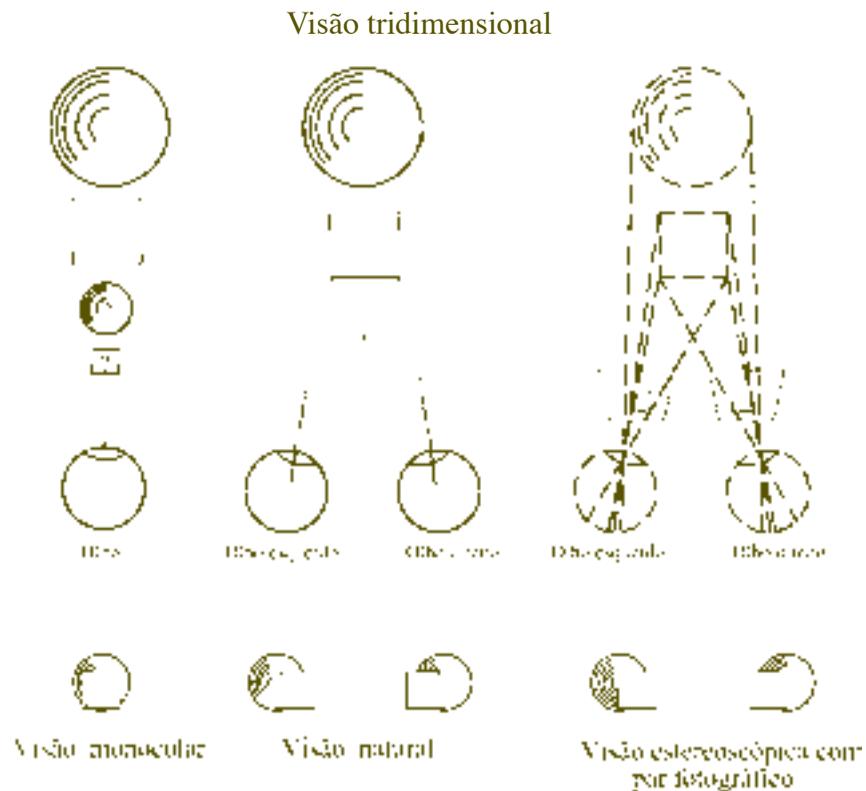


Fig. 4.8 – Geometria da visão estereoscópica.

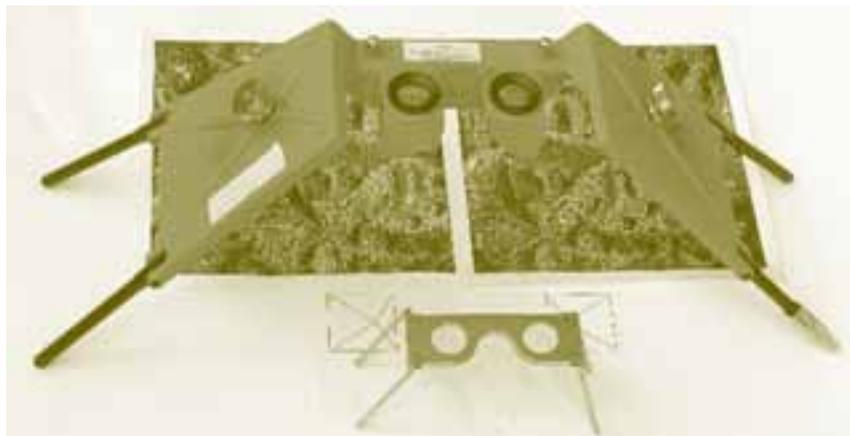


Fig. 4.9 – Estereoscópios de bolso e de mesa.

Do exposto, podemos concluir que a obtenção de imagens é ponto de partida para o processo da fotogrametria, sejam elas conseguidas com a fotografia tradicional, em papel opaco ou cromos (diapositivos), sejam imagens digitais, que podem ser impressas ou trabalhadas diretamente no computador com programas especiais.

No caso das imagens obtidas pelas câmaras fotogramétricas tradicionais, a qualidade óptica da objetiva é ponto fundamental e no passado ainda mais, porque as deformações de imagem tinham efeito decisivo na qualidade da precisão da restituição analógica. É por essa razão que as câmaras fotográficas empregadas eram as chamadas câmaras métricas com lentes corrigidas, nas quais a tolerância de desvio do raio luminoso não deveria ultrapassar  $0,04\mu$  (Fig. 4.10).

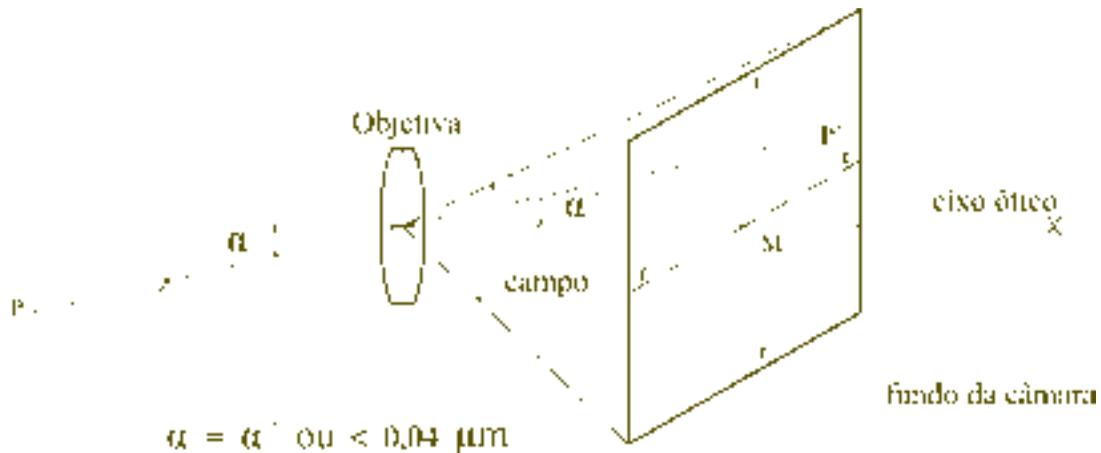


Fig. 4. 10 – Qualidade óptica exigida em uma lente de câmara métrica.

Para as imagens fotogramétricas prevalecem os mesmos princípios de fotografia que expusemos no capítulo anterior, porém a necessidade de definição e contraste torna-se crítica, pois dificilmente podemos encontrar as linhas e arestas de um edifício, quando da sua restituição, em imagens sem esses atributos.

A condição de haver uma superfície perfeitamente plana para receber a imagem no fundo da câmara conduziu as indústrias, originalmente, à construção de equipamentos cujo negativo era uma chapa de vidro, à semelhança dos primitivos negativos fotográficos. Em seguida foram construídos os modelos nos quais o filme de rolo passava entre dois vidros, que eram ajustados um contra o outro antes de cada disparo da câmara, como na P-32 da Wild Heerbrugg. As câmaras aéreas empregavam placas com orifícios através dos quais se aplicava sucção, mantendo o negativo em situação completamente plana antes do disparo do obturador. No que se refere às câmaras digitais, não existe tal problema, pois os sensores são perfeitamente planos, o que, diga-se de passagem, é grande vantagem.

Não seria, porém, lícito dizer que a estereoscopia é o fundamento único da fotogrametria porque, como vimos, Meydenbauer trabalhou anos a fio com a restituição gráfica, e modernamente, dependendo da situação e da forma do edifício, poderemos aplicar processos de *monorrestituição* com o emprego de uma só fotografia. Esse procedimento nos permite obter a **forma efetiva** em antigas fotografias de edifícios que foram mutilados, transformados ou desapareceram.

#### 4.2.1 Retificação de imagens

Outro procedimento empregado na fotogrametria é a possibilidade de retificação das imagens fotográficas removendo-lhes a deformação da perspectiva e encontrando a verdadeira grandeza de suas partes, desde que pelo menos uma delas seja conhecida.

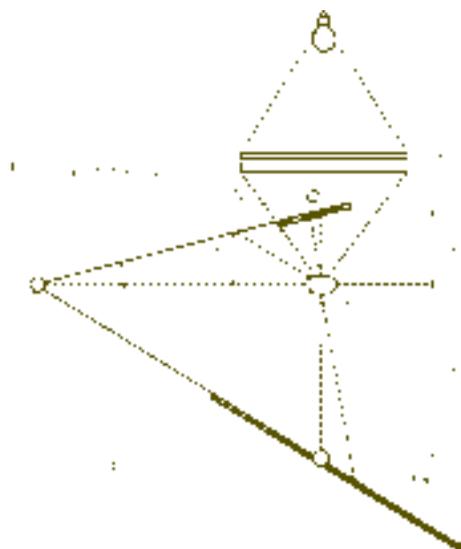


Fig. 4.11 – Condição para retificação fotográfica conservando-se a fotografia em foco em toda a sua extensão.



(a)



(b)

Fig. 4.12 – a) Retificador Zeiss SEG-6; b) Retificador KEG-30 para fotogrametria terrestre<sup>24</sup>.

Essa retificação pode ser obtida por traçados gráficos executados sobre a imagem, o que, hoje em dia, é extremamente facilitado por alguns programas de computador, como o AUTOCAD, para os quais podemos importar imagens digitalizadas e sobre elas fazer os traçados necessários, com grande precisão das interseções de linhas.



Fig. 4.13 – Retificação de imagem. Centro – fotograma original; esquerda – traçado para retificação gráfica; direita – retificação fotográfica (ortofoto) com equipamento KEG-30 (Fig. 4.12 b)<sup>25</sup>.

Muito se usou, e ainda se usa, principalmente na fotogrametria aérea, a retificação de imagens pelo processo fotográfico, porque nem sempre o nivelamento da aeronave durante o voo é perfeito, ultrapassando, por vezes, a tolerância dos 3° (cambagem). Esse tipo de retificação torna-se muito importante para a elaboração das cartas ortofotográficas (Fig. 4.13) .

O processo de retificação mais empregado atualmente pelos que se ocupam da fotogrametria terrestre é, entretanto, a retificação digital, aplicando o computador e alguns programas especiais. É o que os italianos chamam de *radrizzamento* digital. Groetelaars<sup>26</sup>, no seu estudo de fotogrametria digital aplicada à documentação do arquitetônico e do urbano, traz um repertório interessante dos programas atuais mais adequados para essa finalidade, fazendo um juízo crítico comparativo da versatilidade e do apuro da reprodução de medidas do real. O seu estudo considera que o Photo-modeler tem muitas virtudes e pode ser empregado tanto para a retificação como para a restituição

de imagens de monumentos e conjuntos urbanos. Porém, não se pode, absolutamente, em vista da dinâmica evolutiva da tecnologia desses processos digitais, considerar tais programas como a última palavra sobre o assunto, porque, dentro de pouco tempo, eles serão exclusivamente história.

#### 4.2.2 Restituição de imagens

É a passagem da imagem da *forma aparente* como ela se apresenta ao espectador, ou seja, como se vê na fotografia, para a *forma real*, que corresponde às projeções ortogonais exatas do objeto, em escala e medidas corretas<sup>27</sup>.

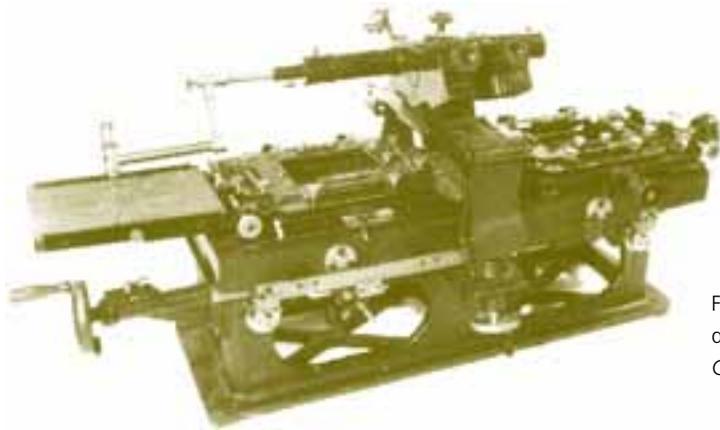


Fig. 4.14 – Primitivo estereocomparador de Pulfich (c. 1898) da coleção do *Institut Géographique Nationale* (apud Aubin).



Fig. 4.15 – Estereoploter *Planicart E-3* da Zeiss Oberkochen analítico capaz de restituir fotografias de grande formato (aéreas).

Para essa operação, havia a exigência de instrumentos de grande complexidade mecânica, particularmente enquanto os métodos de restituição eram exclusivamente analógicos. Quando foram implementados os processos analíticos, a construção desses instrumentos tornou-se menos complexa e na passagem para a restituição digital, a partir do anos 90, mais simples ainda, barateando enormemente a técnica da fotogrametria aproximada ou terrestre.

### 4.3 - APLICAÇÃO DA FOTOGAMETRIA TERRESTRE

Convém chamar a atenção para o fato de que, mesmo tendo desenvolvido a nossa argumentação em torno da utilização da fotogrametria terrestre para a documentação dos edifícios e da cidade, não

quer dizer que sua aplicabilidade termina por aí. Ela também tem emprego abundante no registro iconográfico dos objetos de arte, na geotecnia, na indústria, na polícia técnica, na arqueologia e outras tantas atividades (Figs. 4.16, 4.17 e 4.18).



Fig. 4.16 – Imagens de Ramsés II, em Abu-Simbel, por restituição fotogramétrica do IGN.



Fig. 4.17 – Aplicação da técnica fotogramétrica para a arqueologia.



Fig. 4.18 – Aplicação de técnica da fotogrametria no trabalho policial.

Essa técnica permite obter um número ilimitado de pontos na imagem, tarefa impossível de ser alcançada a bom termo com medição direta sobre o objeto. A velocidade do levantamento é, também, uma das virtudes principais do processo e somente um obstáculo de dimensões razoáveis interpondo-se ao motivo a ser fotografado pode dificultar e, eventualmente, inviabilizar a execução do levantamento. A fotogrametria terrestre pode ser considerada como a única técnica capaz de produzir um **documento autêntico**, como requer a Carta de Veneza, por intermédio do qual podemos empreender uma ação de *anastilose* responsável. Se bem executada, consegue resgatar a *forma exata* do edifício, sendo referência para se observar o andamento de deformações estruturais, ocorrência de lacunas e degradações dos materiais da fábrica. É, por isto mesmo, uma técnica recomendada pelos organismos internacionais que congregam a comunidade dos restauradores.

Poderíamos dizer que, dentro da realidade brasileira, a aplicação mais ampla da fotogrametria terrestre **é uma necessidade**. Operar em um território de dimensões continentais cadastrando edifícios que, muitas vezes, nem sequer viram uma trena, quanto mais um cadastro, é tarefa que exige agilidade e baixo custo. Em vista disso, deveria ser uma técnica incentivada pelas instituições de defesa do patrimônio, com o treinamento dos seus técnicos, como também por meio da exigência de cadastros confiáveis para os projetos submetidos à apreciação institucional. Já houve tempo em que se notava, em certos setores da burocracia encarregada dessas tarefas, uma indiferente resistência às inovações e à tecnologia, de maneira geral, mas a situação atual é, ou deveria ser, muito diversa, pois o grande obstáculo, que era o custo dos insumos para produzir a fotogrametria terrestre, foi reduzido drasticamente.

#### 4.3.1 Equipamentos de fotografia métrica ou fotogrametria

Quem trabalha com a conservação da memória tem por obrigação deixar claro, no seu discurso, a trajetória dos procedimentos, critérios e tecnologias empregados no passado, a fim de sabermos para onde vamos caminhar. Além do mais, há que se registrar e difundir a história da evolução das técnicas

como forma de contribuição para a divulgação da memória da ciência. Essa é uma das razões pelas quais procuramos sempre relembrar as maneiras de fazer do passado e os instrumentos que foram empregados. Tal tendência pode ser observada de maneira muito enfática no capítulo inicial deste texto e, em certa medida, nos capítulos subseqüentes. Há também um motivo operacional para chamarmos a atenção sobre certos equipamentos que já estão fora de linha. Não poucas vezes podemos encontrar alguns deles ainda operacionais, podendo prestar importantes serviços aos trabalhos de levantamento.

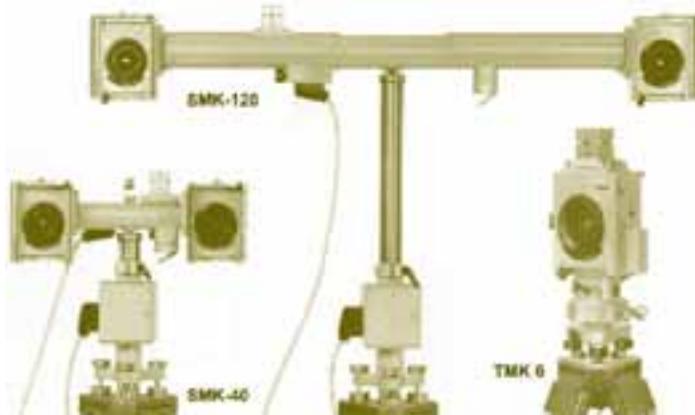


Fig. 4.19 – Alguns modelos de câmaras métricas fabricadas pela Zeiss Oberkochen.

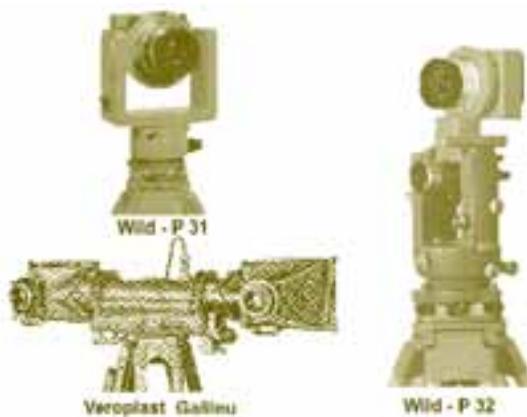


Fig. 4.20 – Modelos de câmaras métricas da Wild Heerbrugg e da Galileu italiana.

Muitas indústrias ópticas produziram modelos de câmaras métricas (ortoscópicas), ou seja, cujas lentes encontravam-se dentro dos limites que expusemos na Fig. 4.10. Entre os fabricantes poderíamos citar a Zeiss Oberkochen, a Zeiss Iena da antiga Alemanha Oriental, hoje desaparecida, a Wild Heerbrugg da Suíça, a Galileu italiana e outras. Os modelos mais populares, porém, encontram-se nas Figuras 4.19 e 4.20. Eram, além do mais, câmaras robustas que não admitiam o emprego de lentes intercambiáveis e tinham, na maioria, o foco fixo para evitar qualquer distorção do eixo óptico do equipamento. Sobre a condição de lentes intercambiáveis, mereceria que se destacasse a P-31 (Fig. 4.20), que tinha a possibilidade de trabalhar com lente normal, grande-angular ou super grande-angular, mas a objetiva era trocada em conjunto com o corpo da câmara, permanecendo somente o suporte.

A maioria desses equipamentos poderia ser fabricada na versão de câmara simples ou bicâmara. Esta última obtém um par de fotografias simultâneas ou estereopar com uma paralaxe determinada (ver a SMK-120 na Fig. 4.19 e Veroplast na Fig. 4.20), com alinhamento perfeito dos planos de fotografia (Fig. 4.21).

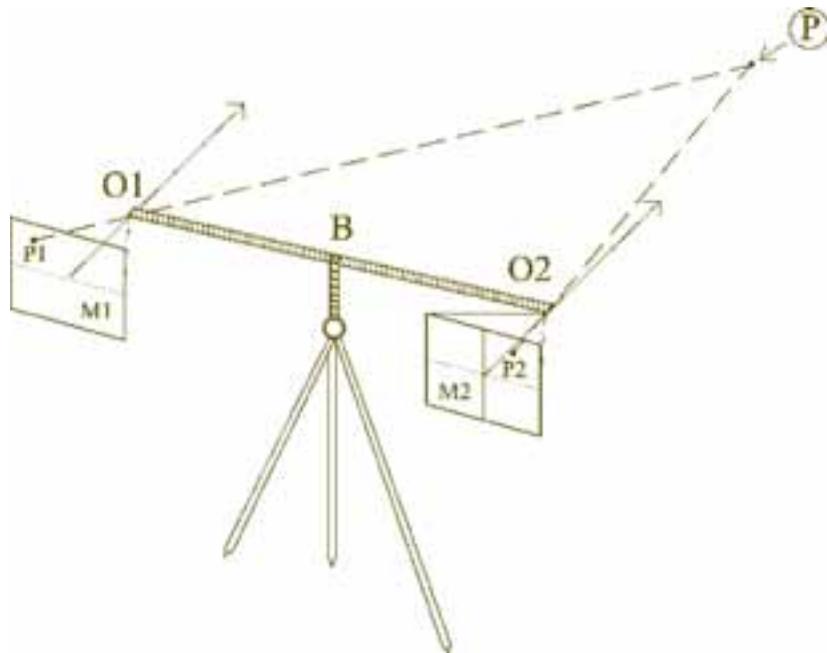


Fig. 4.21 – Geometria do sistema de bicâmaras.



Fig. 4.22 – Estereopar obtido com bicâmara.

No caso de câmaras métricas simples (TMK-6, P-31, P-32 etc.), a paralaxe era obtida pelo deslocamento do instrumento dentro do mesmo alinhamento, em princípio, paralelo à fachada e, para isto, os equipamentos dispunham de visores para o alinhamento lateral ou eram acoplados a teodolitos que forneciam essa referência. Essa linha de tomadas fotográficas estava contida dentro do que Foramitti chamava *plano de referência*<sup>28</sup>, cuja escolha era óbvia quando o objeto tinha uma fachada de andamento linear (mesmo com reentrâncias e saliência), mas que dependia da sensibilidade do operador quando o objeto era irregular, como a entrada de uma caverna.

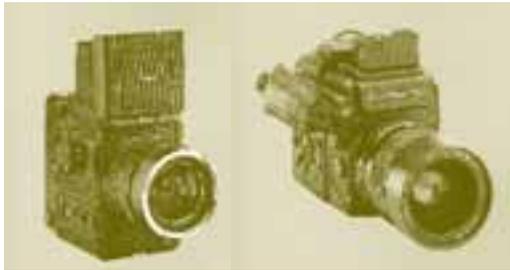


Fig. 4.23 - Câmaras semimétricas 3003 e 6006 da Rollei.



Fig. 4.24 – Moderna câmara Rolleimetric digital 6008 AF.

As câmaras semimétricas vieram em seguida, barateando consideravelmente o processo. Apareceram, principalmente, com a passagem dos métodos analógicos para analíticos assistidos por computadores. Essas câmaras com lentes de alta qualidade produzem negativos ou diapositivos com referências fiduciais no campo da fotografia, como pequenas cruzeiras que facilitam trabalhar nas fotos e fazer a sua retificação. Tornaram-se mais empregadas após o advento da fotogrametria analítica. Os exemplares mais conhecidos foram fabricados pela Leica, Hasselblad e pela Rollei<sup>29</sup>.

O sistema Rollei, por exemplo, era bastante simples, implicando a aquisição de equipamentos e programas muito menos custosos que os antigos instrumentos fotogramétricos. Podia, inclusive, ser operado com treinamento relativamente fácil, principalmente para técnicos que têm alguma intimidade com programas gráficos de computador, o que significa quase todos os profissionais de arquitetura e engenharia dos nossos dias. Para obter imagens, a Rollei criou os modelos de câmara semimétrica 6006, operando com formato 6x6, e o modelo 3003, empregando película de 35mm (formato 36x24mm), ambos os modelos equipados com óptica Zeiss, com possibilidade de uso de lentes intercambiáveis de diferentes distâncias focais. Posteriormente, o modelo 6006 veio a ser substituído pelo 6008<sup>30</sup>. Diante da película fotográfica instalada na câmara, existe um vidro com marcas de um reticulado de alta precisão, onde só aparecem as referências fiduciais do cruzamento da retícula (Fig. 4.18). Essas referências permitem uma compensação de eventuais deformações no filme. As medidas na fotografia são feitas se utilizando uma mesa digitalizadora com um cursor dotado de lente de aproximação; a restituição da imagem pode ser obtida com um programa específico do fabricante, empregando uma ou mais imagens. Esse sistema é precursor dos modernos programas e da fotogrametria totalmente digital, cujo investimento de aquisição é menor ainda do que o Rolleimetric. As fotografias obtidas com essas câmaras métricas podem ser usadas nos modernos processos digitais, com vantagem, por sua qualidade e pela presença das marcas fiduciais.

Os modernos equipamentos para obtenção de fotografias digitais a serem empregadas na retificação e restituição de imagens não necessitam de construção muito especializada. Podem ser câmaras de boa qualidade ótica que, ao serem usadas, passam por um processo de calibração. A Rollei criou as D7 métricas, e os especialistas usam também correntemente a Nikon D-100 com lentes corrigidas.

#### 4.3.2 O 3D Laser Scanning

Embora se trate de uma técnica avançada, cujo custo dos equipamentos não permite uso freqüente, a tecnologia do *Laser Scanning* não poderia deixar de ser referida, porque tem grandes virtudes no seu emprego, tanto isolado como combinado com outras técnicas fotogramétricas. Além do mais, devemos estar abertos ao conhecimento de todas as inovações porque, em futuro próximo, algumas coisas aparentemente sofisticadas podem passar a corriqueiras e não podemos ficar à margem do conhecimento. É uma tecnologia de representação que tem suas vantagens, desvantagens e um custo diferenciado.

Trata-se de um sistema de enorme precisão capaz de executar varreduras de milhares (atualmente milhões) de pontos por segundo (nuvem de pontos), definindo com exatidão as posições desses pontos no espaço. Sendo um sistema de coordenadas esféricas, os pontos são amarrados através dos ângulos  $\phi$  e  $\theta$ . Supondo-se que o centro de emissão dos *lasers* é no interior da câmara temos nesse ponto  $\phi=0$  e  $\theta=0$ . Esses dados são armazenados em computadores portáteis (*laptop*) e depois processados em programas especiais oferecidos pelos fabricantes do equipamento. A velocidade de aquisição de pontos depende principalmente da qualidade do equipamento. É especialmente recomendado para levantamento de formas complexas como fachadas muito trabalhadas, como é o caso da Igreja da Venerável Ordem Terceira de São Francisco, em Salvador.

Essa técnica tem a capacidade de representar com precisão os volumes. Esse dado pode ser obtido por uma série de varreduras em torno e na parte superior do objeto. Combinando as varreduras com o processo denominado **alinhamento** ou **registro** (*registration*), pode ser obtido um modelo completo de um volume, mesmo com superfície extremamente movimentada e irregular.



Fig. 4.25 – Equipamento 3D laser scanner da Leica.



Fig. 4.26 – Nuvem de pontos da fachada da Igreja de São Francisco (Fonte LCAD).

Os *laser scanners* são divididos em duas grandes categorias: os de **contato** e os de **varredura distanciada**. Estes últimos são os adequados para o nosso tipo de levantamento, e nessa categoria, onde aparecem os de ação **passiva** e ação **ativa**, a última é de maior interesse.

O *scanner* de ação ativa emite uma radiação, no caso do *laser* do tipo luminoso, capaz de encontrar a superfície do objeto; essa distância é medida pelo tempo gasto pelo raio luminoso para ir até o objeto e retornar à máquina (*time-of-flight*). A **distância** ( $D$ ) que vai definir a posição do ponto no espaço pode ser representada pela equação abaixo, na qual  $c$  é a velocidade da luz e  $t$  o tempo para o aparelho emitir a radiação e receber o retorno:

$$D = c.t / 2$$

O equipamento 3D *laser scanner* tem certas analogias com as câmaras fotográficas, inclusive alguns deles são dotados de uma câmara digital que, pelo seu visor, permite o enquadramento do campo que vai ser *escaneado*, oferecendo, também, uma imagem digital que documenta o setor da varredura. Assim, concluímos que a qualidade desses aparelhos reside na possibilidade de registrar com precisão o tempo ( $t$ ) da fórmula apresentada.

### 4.3.3 Equipamentos e sistemas digitais de restituição

Dissemos que a restituição é a operação de passagem da **forma aparente** do objeto para a **forma real**. Os equipamentos para executar essa operação – os restituidores – eram bastante complexos e de custo sensivelmente elevado em virtude da mecânica de precisão necessária à sua fabricação, de maneira particular quando a restituição era exclusivamente analógica. Houve tempo em que algumas empresas chegaram a fabricar aparelhos mais simplificados para restituição de imagens menores obtidas nas câmaras terrestres, como o A-40 da Wild Heerbrugg (Fig. 4.27) e o Terragraph da Zeiss Oberkochen (Fig. 4.28). Esse último adota um sistema assaz interessante adequado para operar fotografias inclinadas a 30° e 60°, justamente as condições de tomada das câmaras TMK e SMK que, praticamente, resolvem a maioria dos casos de levantamentos de fachadas. Não vamos nos deter, contudo, no detalhamento dessa aparelhagem porque, no caso da fotogrametria terrestre, ela faz parte somente da história da técnica.

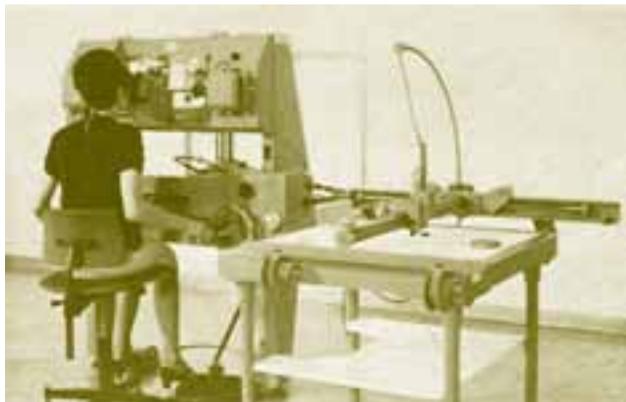


Fig. 4.27 – Estereorestituidor A-40 da Wild.



Fig. 4.28 – Estereorestituidor Terragraph da Zeiss.

Do sistema de restituição exclusivamente analógico evoluiu-se para os sistemas analíticos. Na prática, existia muita semelhança de operação entre o processo analógico e o analítico, pois se usava o mesmo estereopar e, através de idêntico deslocamento da **marca flutuante** no sistema óptico estereoscópico do aparelho, obtinham-se as coordenadas  $x$ ,  $y$  e  $z$  do ponto desejado. A diferença básica era a possibilidade de conhecer as coordenadas espaciais da **marca flutuante** e processá-las com o auxílio de computadores, e não somente representar os pontos da imagem graficamente representando as linhas isométricas. Essas coordenadas armazenadas em memória poderiam, posteriormente, passar por um *plotter* e ser transformadas em desenhos digitalizados.

Segundo Carbonnell<sup>31</sup>, para a boa estereorrestituição, as duas fotos necessárias, quer sejam obtidas por meio de uma bicâmara, quer sejam obtidas com o deslocamento de uma câmara simples, dentro de determinada paralaxe de tomada (base), devem obedecer aos requisitos seguintes:

- A *base* ou distanciamento da tomada das fotos deve corresponder de 1/5 a 1/15 da distância do objeto a ser fotografado e, excepcionalmente, 1/20. Isso quer dizer que uma bicâmara que

tem uma base fixa de 120cm fotografa, em boas condições de restituição, um objeto que se encontra distanciado de 6m a 18m, excepcionalmente a 24m. Fora desses limites, a base deverá ser aumentada.

- A escala da foto obtida não deve ser muito pequena em relação à escala da restituição que se deseja. Seria desejável a relação entre 1/7 e 1/8, excepcionalmente 1/10.
- Os pontos de controle devem ser precisos e bem visíveis.

Nem seria necessário lembrar que o alinhamento das fotos deve ser perfeito, obedecendo ao **plano de referência** das tomadas, com exato paralelismo entre os dois eixos principais da fotografia (Fig. 4.21).

A partir dos anos 90, o desenvolvimento da informática e das imagens digitais abriu as portas para novas técnicas de restituição ainda mais simples. Para isso, passaram a ser empregados programas computacionais específicos auxiliados por acessórios periféricos como monitores, óculos especiais para observação de tela de monitores, instrumentos para aquisição de medidas estereoscópicas e similares. Esses sistemas adquiriram grande versatilidade e tornaram-se capazes de operar imagens de diversos tipos e diversas câmaras, aceitando, também, a compatibilidade com outras ferramentas computacionais.

O mais curioso de tudo isso é que os modernos sistemas de restituição fotográfica comprovam a necessidade de olharmos e nos integrarmos ao desenvolvimento das técnicas, sem descuidar de olhar para o passado. Realmente, a moderna restituição, a partir de várias fotografias do objeto, emprega o mesmo processo gráfico do nascimento da fotogrametria. Os pontos homólogos difíceis de serem obtidos por meios exclusivamente gráficos ficaram facilitados com os recursos do computador.

A base da aquisição de fotos para obter uma restituição digital é a obediência aos seguintes pontos:

- Cada parte do objeto deve ser coberta, no mínimo, por duas fotografias;
- O eixo óptico de cada tomada deve ser preferencialmente maior do que 45° e menor do que 90°. Devem ser evitados ângulos obtusos;
- Para melhor detalhamento de partes mais trabalhadas, devem ser feitas fotografias aproximadas;
- Evitar fotografias com forte sombreamento na modenatura das fachadas, pois dificultam o trabalho de leitura dos detalhes sobre a foto;
- Fazer escolha judiciosa dos *pontos discretos* que servirão de apoio para a restituição, embora o emprego de alvos ou pontos de referência seja uma indicação mais efetiva e precisa (Fig. 4.30).

A estereorrestituição, entretanto, não foi descartada na passagem para o sistema digital simplificado. É uma técnica que traz grande exatidão às medidas do desenho, mas implica o emprego de câmaras semimétricas (ou então métricas) e necessita do apoio de equipamentos para a visão estereoscópica acoplados ao computador.

Grooterlaars<sup>32</sup> sistematiza as possibilidades dos diversos programas para processamento digital da seguinte maneira:

- Programas adequados para a retificação de fotografias: DigiCAD, Elconvision, PhotoPlan e Archimedes 3D;

- Programas adequados para criação de modelos simplificados em terceira dimensão: Photo-Builder, Photo3D, Canoma e ImageModeler;
- Programas para restituição que permitem obter diversos produtos dentro da forma precisa, tais como desenhos, modelos tridimensionais com textura, ortofotos, empregando uma ou mais fotografias convergentes (Fig. 4.29): PhotoModeler e ShapeCapture.

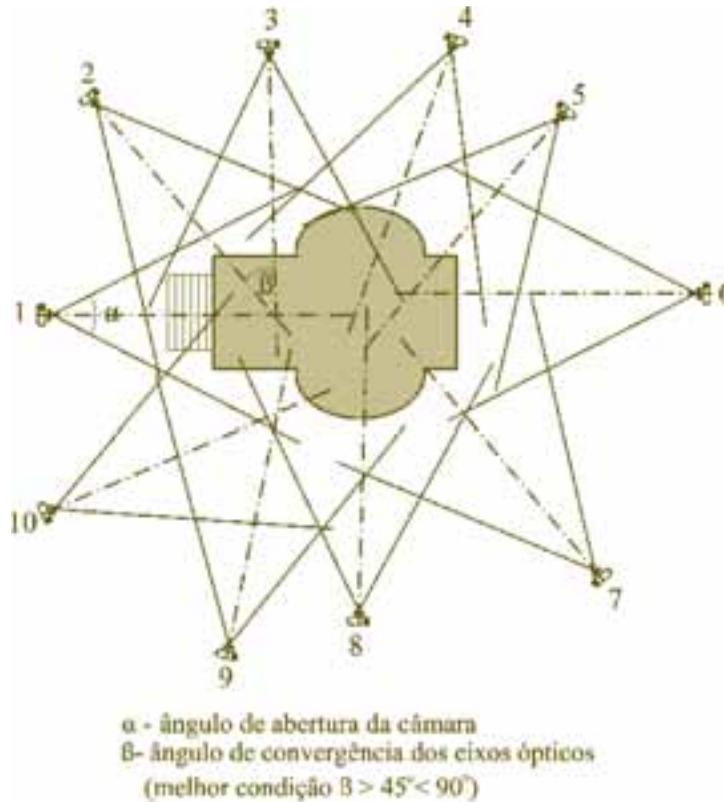


Fig. 4.29 – Esquema de tomada de fotografias para restituição digital.



Fig. 4.30 – Fachada da Capela de N.S. da Escada com referências (alvos); ao alto, modelos de alvos.

#### 4.3.4 Arquivamento do material

Quem trabalha com a preservação da memória deve estar sempre preocupado não só com o patrimônio cultural em si, como também com os documentos, registros, imagens e similares que a ele se refere. Em vista disso, o acervo iconográfico obtido com os levantamentos cadastrais, fotográficos e fotogramétricos, em papel ou sob forma digitalizada, devem merecer cuidado na sua manutenção para que tenham durabilidade.

A conservação nos países de clima tropical, particularmente naqueles com índices elevados de umidade relativa, representa um óbice a ser contornado com medidas preventivas que aumentem a longevidade do acervo. Na realidade, a conservação de papéis, fotos e arquivos digitais constitui uma disciplina do conhecimento, envolvendo pessoal especializado que deverá ser consultado. Essa observação foi feita quando tratamos da fotografia e vale também para os arquivos de fotogrametria.

#### 4.4 - O ADVENTO DA FOTOGAMETRIA AÉREA

Fotografar o terreno e o território do alto foi sempre uma aspiração dos fotógrafos, independentemente das aplicações fotogramétricas que essas tomadas pudessem ensejar. Assim, é possível identificar imagens fotográficas feitas com balão a partir da segunda metade do século XIX. Geralmente, costuma-se atribuir ao jornalista e fotógrafo Félix Nadar (1820-1910)<sup>33</sup> a primeira aventura de uma foto aérea, obtida a partir de um balão de ar quente a sobrevoar Paris, em 1858.

Mesmo tendo as técnicas fotogramétricas nascido da vertente terrestre, a aplicação da fotogrametria aérea avançou a passos largos, principalmente por causa das suas aplicações militares. Na Guerra Civil americana foi feito algum emprego das fotografias aéreas e, segundo especialistas, elas evitaram grandes percalços e surpresas aos exércitos da União na contra-ofensiva que levaram a efeito contra as tropas Confederadas<sup>34</sup>. Assim, alguns anos depois de terminada a Guerra da Secessão, o americano Adams patenteou, em 1893, uma técnica cartográfica obtida com fotos.

Mas a demonstração cabal de que a fotografia aérea também iria atender aos conservadores da memória não veio tardar e poderíamos dizer que a foto do alto do Fórum Romano obtida a partir de um balão, em 1900, prestou esse serviço. Ela permitiu a Giacomo Boni ver uma inscrição nunca dantes observada, no pavimento entre a coluna de Foca e os *pluteus*, demonstrando que a fotografia aérea seria um instrumento valioso no estudo dos centros históricos e do território, tanto no que se refere ao urbano, como ao arquitetônico e também ao arqueológico. Entretanto, a aplicação menos nobre da fotografia aérea vem prevalecer, pois foi vulgarizada pelos alemães com o uso de balões em suas manobras militares de 1911 e com dirigíveis e aviões durante a Primeira Grande Guerra. Daí em diante, até a Segunda Guerra Mundial, as técnicas fotogramétricas aéreas vão-se desenvolver, cada vez mais, permitindo levantamentos fidedignos imprescindíveis nas manobras dos exércitos, bem como imagens necessárias à fotointerpretação do terreno.

A partir dos anos 45 do século XX, a aerofotogrametria adquiriu lugar de destaque no planejamento urbano, e algumas cidades brasileiras passaram a ter os seus levantamentos cadastrais baseados no emprego dessa técnica. O primeiro plano diretor de vulto feito para a Cidade do Salvador, EPUCS, liderado pelo Engenheiro Mário Leal Ferreira, ensejou o primeiro levantamento fotogramétrico dessa cidade no fim da década de 40 do século XX. A restituição dessas imagens só aconteceu, porém, no início dos anos 50, quando foi elaborado o primeiro atlas cartográfico, já depois da morte de Leal Ferreira. A cartografia e as fotos obtidas naquela época são ainda muito consultadas, quando se deseja saber as transformações acontecidas no arco de tempo que vai do levantamento primitivo

aos levantamentos mais atualizados. Nesse aspecto, a Cidade do Salvador foi uma das pioneiras dos levantamentos aerofotogramétricos aplicados ao planejamento urbano. Igualmente, foi uma das primeiras capitais brasileiras a ter uma cobertura fotogramétrica a cores, nos anos 70.



Fig. 4.31 – Câmara de fotogrametria aérea wild.

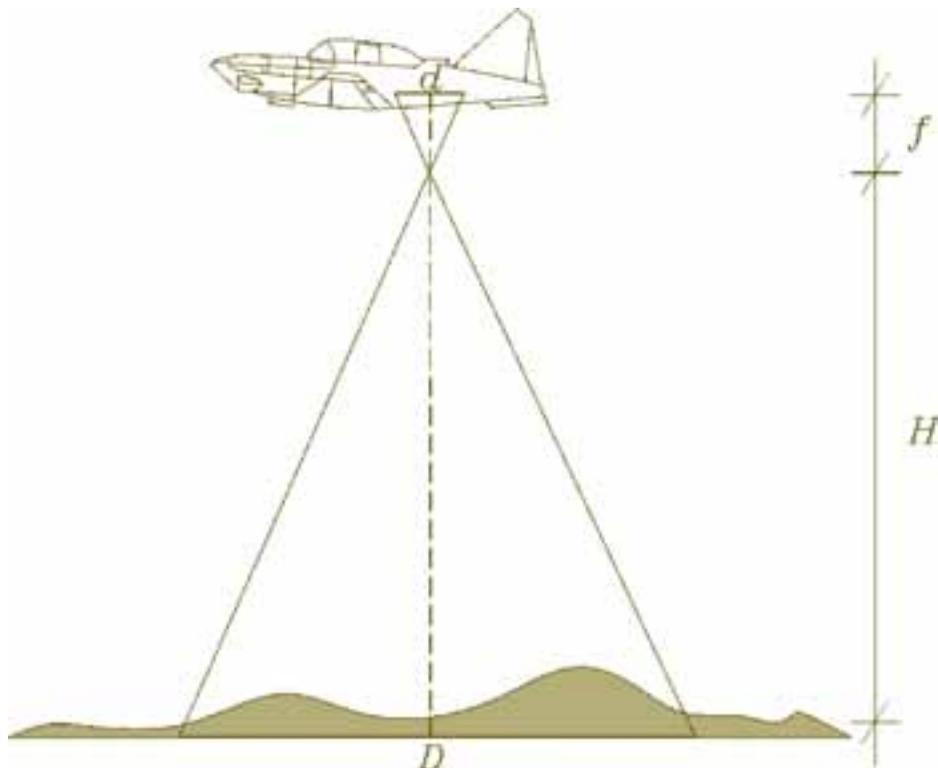


Fig. 4.32 – Esquema da fotografia aérea.

Recentemente, o sensoriamento remoto com imagens obtidas por meio de satélites aumentou as possibilidades da documentação do terreno a partir do alto.

#### 4.4.1 Aplicação

Fica evidente que os levantamentos aéreos são mais complexos dos que os terrestres, exigindo pessoal especializado na sua execução quando se trata de fotogrametria. Fazemos essa distinção porque

nem sempre todas as fotos aéreas servem para fotogrametria. Essa técnica implica o emprego de câmaras métricas especiais (Fig. 4.31) e tomadas fotográficas verticais ou quase verticais. As outras tomadas inclinadas são também de grande utilidade para o nosso trabalho, ajudam a fotointerpretação do território, mas não admitem a obtenção de medidas confiáveis do terreno (Figs. 4.33 e 4.34).

A fotogrametria aérea vem sendo de extrema utilidade em diversos campos de estudos relacionados à gestão da cidade e do território. Destacamos os bons serviços que ela presta ao Planejamento Urbano e Regional e consideramos lamentável a falta de intimidade de alguns profissionais do assunto com essa técnica, utilizando exclusivamente as suas possibilidades cartográficas, quando ela permite muito mais. Como o estudo dos centros antigos e dos centros históricos está inserido no contexto do planejamento das cidades, seria ocioso dizer o quanto a fotogrametria aérea contribui para a atividade de revitalização e valorização de nosso patrimônio cultural e ambiental.



4.33 – Fotografia aérea inclinada na qual podem ser observados vestígios arqueológicos nos campos cultivados.



4.34 - Sinais da localização de um antigo castelo sob campos cultivados<sup>36</sup>.

Como as cartas temáticas simplificam, por uma questão operacional, as informações contidas na fotografia, a consulta dos originais fotografados, com a ajuda da estereoscopia, torna-se uma necessidade básica. Com ela, podemos resgatar a forma da cobertura de edifícios sinistrados, avaliar a degradação de um tecido antigo de cidade, fazer contagem para inventários, atualizar cartas temáticas, verificar a extensão de áreas verdes e o tipo de revestimento florístico, observar a proliferação de construções abusivas e assim por diante.

Para a observação e leitura das informações contidas nas fotografias aéreas originais, foi criada a ciência da fotointerpretação. Essa técnica, tendo nascido nas atividades bélicas, passou, em seguida, para outras atividades mais dignas, como a observação das formações geológicas e eventuais fenômenos de erosão do terreno, à gestão dos recursos naturais e outras tantas. A arqueologia foi grandemente beneficiada com a interpretação das fotografias aéreas, porque se constitui um auxiliar poderoso na identificação e localização dos sítios arqueológicos. Um excelente apanhado dos princípios da fotointerpretação direcionada para a arqueologia foi feito pelo Gen. Giulio Schmiedt que, por algum tempo, dirigiu o serviço de fotointerpretação do exército italiano, dedicando-se, depois, ao resgate da memória arqueológica do seu país e à conservação do patrimônio cultural<sup>35</sup>.

Resumindo os principais produtos materiais que podem ser obtidos da fotogrametria aérea poderíamos relacionar: as tradicionais cartas temáticas do território, as plantas cadastrais dos agrupamentos urbanos, as ortofotocartas, as reproduções fotográficas por contato dos negativos, as ampliações dos originais de vôo e os cromos (quando forem executadas coberturas fotográficas coloridas). O emprego de filmes especiais, como os infravermelhos, facilita a interpretação de determinados particulares da fotografia.

#### 4.4.2 Organização do vôo

Não importa que os levantamentos devam ser feitos por profissionais especializados e não nos caiba a execução. Contudo, ter uma noção dos rudimentos da sua elaboração é uma necessidade, para que possamos manejar adequadamente os fotogramas e obter as informações que nos são de interesse.

Do ponto de vista da orientação dos vôos, esclarecemos que eles devem varrer faixas paralelas. A direção preferencial é Leste-Oeste ou Norte-Sul, quando se trata de levantamento de uma área. As tomadas fotográficas sincronizadas com a velocidade da aeronave devem constituir uma série de fotos que sejam sobrepostas ao menos 60% de sua área (Fig. 4.35), de modo que toda e qualquer parte do terreno seja sempre coberta por duas fotos, para se obter o efeito da estereoscopia. Do exposto, conclui-se que haverá um pequeno recobrimento entre a primeira foto e a terceira, desta com a quinta, depois com a sétima e assim por diante. O recobrimento da primeira faixa de fotos com a segunda, obtido no sentido inverso (Fig. 4.35) deverá ser de 10 a 30%. Há certos casos nos quais algumas coberturas por imagem do terreno para restituição da topografia apresentam, por motivo de economia, outro andamento. Isso acontece quando queremos, por exemplo, obter o levantamento topográfico de uma estrada, cujo vôo pode ser organizado na direção aproximada do eixo que se pretende dar ao seu traçado, bastando para tal uma só faixa de fotos.

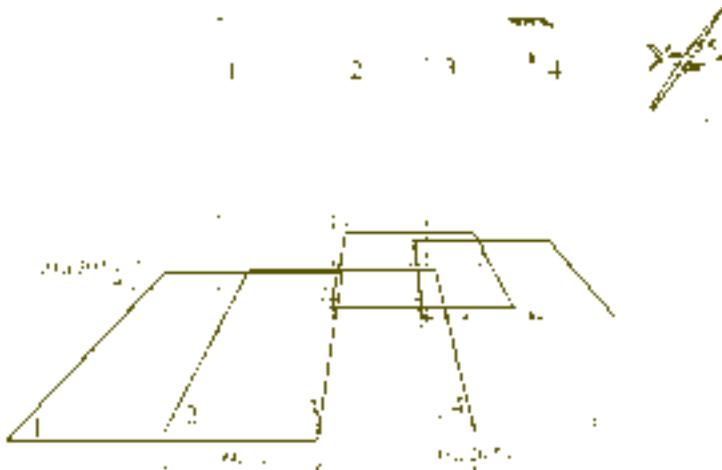


Fig. 4.35 – Esquema de cobertura fotogramétrica de uma área.

Cada fotograma aéreo acessível ao usuário é obtido com uma cópia de contato dos negativos ou cromos originais, porque as ampliações podem ser fontes de distorções e difíceis de serem manejadas sob os estereoscópios. Essas reproduções trazem consigo impressas algumas informações que são necessárias ao conhecimento da escala da fotografia e, conseqüentemente, à avaliação de medidas diretamente sobre elas. Tais dados geralmente são: numeração seqüencial da foto, distância focal da lente do equipamento fotográfico, cota de vôo (Fig. 4.36); algumas fotografias mostram um nível de bolha indicando a condição de nivelamento da aeronave quando foi efetivado o disparo da câmara. À semelhança das demais fotografias de câmaras métricas, exibem nos lados do quadrado marcas fiduciais, cujo cruzamento indica o ponto principal da imagem.

Para facilitar a consulta das fotografias, as firmas encarregadas do levantamento ou as repartições governamentais detentoras do acervo fotográfico possuem aquilo que se denomina de **fotoíndice**.

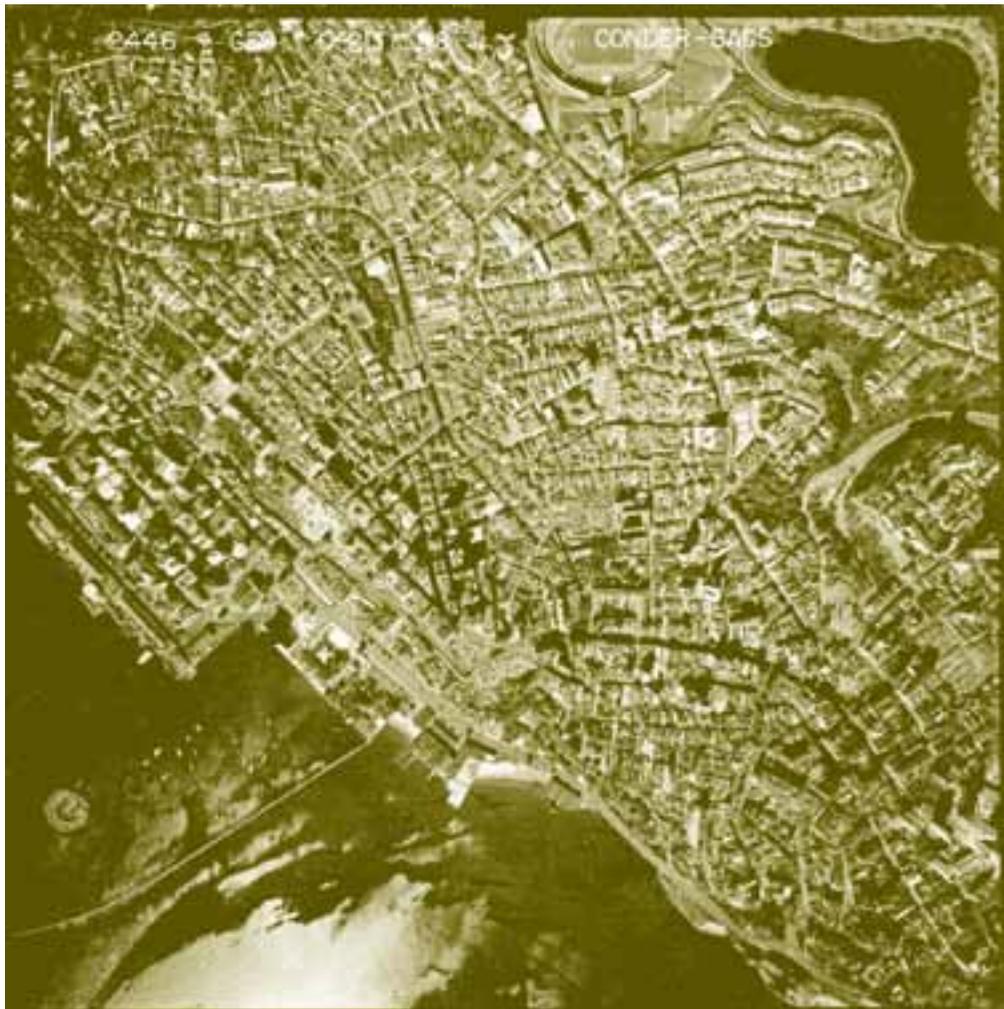


Fig. 4. 36 - Fotograma de um levantamento fotográfico aéreo do Centro Histórico de Salvador.

Nada mais é do que uma fotografia do conjunto de todos os fotogramas do levantamento arrumados em mosaico, com a cobertura de toda a área interessada. Por meio dele sabemos a numeração das fotos que nos interessam para examinar determinado particular. Quando as imagens da cobertura fotográfica encontram-se sob forma digital, a primeira imagem, em geral, é a do **fotoíndice**, que facilita a busca da área desejada.

### 4.4.3 Manejando as fotos

O requisito principal para se trabalhar sobre uma fotografia é o conhecimento da sua escala. Se não estiver especificada, ela pode ser facilmente calculada com os elementos encontrados na Figura 4.32, aplicando a fórmula abaixo na qual  $d$  é a dimensão total do fotograma,  $f$  a distância focal da máquina fotográfica,  $H$  a cota de vôo e  $D$  a dimensão sobre o terreno a ser encontrada:

$$\frac{d}{D} = \frac{f}{H}$$

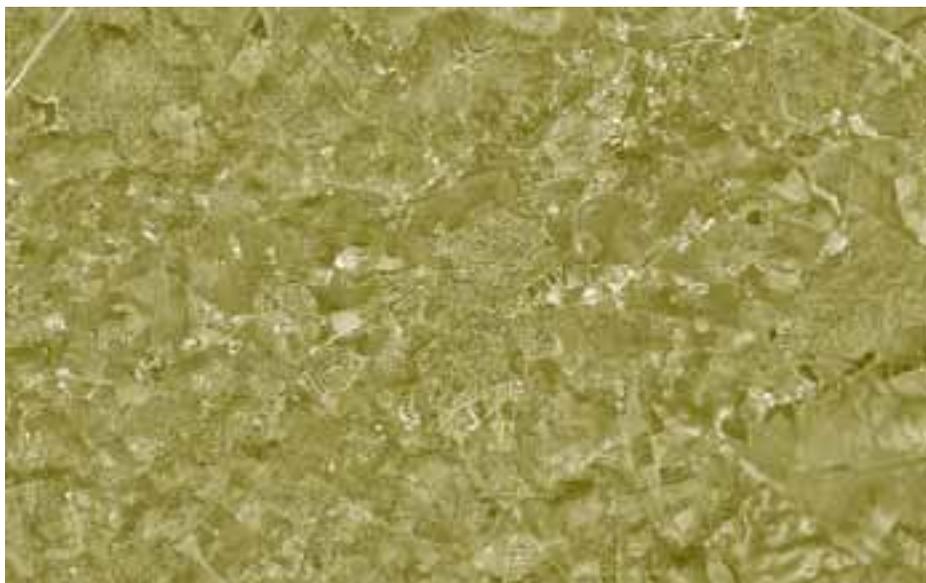


Fig. 4.37 – Montagem de dois fotogramas aéreos da Cidade de Elvas, a Chave do Reino de Portugal, um dos sistemas fortificados mais íntegros do mundo<sup>37</sup>.

Para serem colocadas sob o estereoscópio, devem adotar a posição de seqüência do vôo. Se forem colocadas em posição contrária, o relevo torna-se invertido, isto é, as cumeadas passam a ser vales e vice-versa.

As anotações, delimitações de área e sinais que forem necessários à nossa observação e interpretação da fotografia devem ser praticados sobre um papel transparente com lápis dermatográfico, ou marcadores de retroprojeter, para não danificarem os originais.

## 4.5 - SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto é cada vez mais usado na cartografia, no georreferenciamento e, conseqüentemente, na gestão dos centros históricos. O acesso dessas imagens foi parcialmente democratizado por sua disponibilização via Internet, embora nem sempre possamos encontrar imagens de alta definição para o nosso objeto de estudo.

A grande virtude do sensoriamento remoto é a varredura executada com larga faixa do espectro luminoso, permitindo observação de certas particularidades da imagem, de muita importância na fotointerpretação.

#### 4.6 - BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ALMAGRO, Antonio. La fotogrametría en la documentación del patrimonio histórico. In: *Cuadernos Técnicos*. Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos. Andalucía: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, p.95-109, 1996.

BRUCKACHER, O.W. An equipment system for architectural photogrammetry, Oberkochen. In: INTERNATIONAL CONGRESS FOR PHOTOGRAMMETRY, 12º, 1972, Ottawa. *Annals...* Ottawa, 1972.

CARBONNEL, Maurice. *Quelques aspects du relevé photogrammetrique des monuments et des centres historiques*. Roma: ICCROM, 1974. 86p.il.

CARBONNEL, Maurice. *Photogrammetrie appliquée aux relevés des monuments et des centres historiques*. Roma: ICCROM, 1989, 165p. il. Edição bilíngüe.

CHELI de Almeida, A., Aplicación de la técnica fotogramétrica a levantamientos arquitectónicos y/o arqueológicos: In: Seminário de Fotogrametria Aplicada a Levantamentos Arquitetônicos e Arqueológicos, 1º - I SEFLA, Rio de Janeiro: IME 1992. p.51.

C.I.P.A. *La photogrammetrie au service des monuments historiques et des sites de l'archéologie*. Paris: ICOMOS/UNESCO, 1972.

FERRI, Walter. *La fotogrammetria e i suoi impieghi no cartografici*. Firenze: Bertelli & Piccardi, 1972.il.

FERRI, Walter; FONDELLI, Mario. *Problems in photogrammetric surveying of domes*. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY, 12º., July/Aug. 1972, Ottawa. *Annals...* Ottawa, 1972. il.

FORAMITTI, Hans. *La photogrammetrie au service des conservateurs*. Roma: ICCROM, 1973. Anexos, il.

GROETELAARS, Nathalie Johanna. *Um estudo da fotogrametria digital na documentação de formas arquitetônicas e urbanas*. 2004. 257fl. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, PPG-AU, Salvador, 2004.

OLIVEIRA, Mário Mendonça. Na Bahia uma experiência de fotogrametria de monumentos. *Planejamento*, Salvador, SEPLANTEC. V.7, n.1, p. 51-70, jan/março.1979.il.

ROMEO, M. *Architettura digitale: tecnologie ed applicazioni informatiche per l'architettura*. Firenze: Facoltà do Architettura, 2002.

SAINT AUBIN, Jean-Paul. *Le relevé et la représentation de l'architecture*. Paris: Inventaire Générale des Monuments et Richesses Artistiques de la France, 1992. 231p. il.

#### NOTAS

1 - A câmara clara ou *camara lucida*, como conhecemos atualmente, com o emprego de visores prismáticos, é uma invenção de William-Hyde Wollaston trazida a público em 1804.

2 - LAURANT, J.; SAKAROVITCH. Il trattato del taglio delle pietre di Girard Desargues. Traduzido para o italiano por Rocco Sinisgatto. In: CONVEGNO I FONDAMENTI SCIENTIFICI DELLA RAPPRESENTAZIONE, 17-19, 1986, Roma. *Atti...* Roma: Kappa, 1989. p.84-87.

3 - FASOLO, Orseolo; MIGLIARI, Riccardo. Mongeometria. *Quaderni del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo*, Università di Roma. Kappa, v.1/2, p. 73-98, 1988.

4 - TATON, René. Le grande tappe della matematizzazione delle tecniche grafiche: delle origini a Dürer, a Desargues, a Monge. Traduzido para o italiano por Rocco Sinisgatto. In: CONVEGNO I FONDAMENTI SCIENTIFICI DELLA RAPPRESENTAZIONE, 17-19, 1986, Roma. *Atti...* Roma: Kappa, 1989. p.19.

5 - CARBONNELL, Maurice. L'histoire et la situation presente des applications de la photogrammetrie a l'architecture. In: Seminaire ETUDE SUR LA PHOTOGRAMMETRIE APPLIQUÉE AUX MONUMENTS HISTORIQUES, 4-6 juillet 1968, Sait-Mandé. *Annales...* Paris: ICOMOS: UNESCO, 1968. p. 2.

6 - O motivo escolhido para este trabalho de Laussedat foi a muito conhecida Cúpula dos Inválidos, vista da Praça Vauban.

7 - CARBONNELL, M. L'histoire el la situation... op. cit., p.3.

8 - Imaginava-se, na época, que a perspectiva fotográfica obtida era "geometricamente exata", o que não seria possível com os recursos então disponíveis, mas poderiam ser consideradas de boa precisão.

9 - O nome completo da instituição era: *Königlich Preussische Messbild-Anstalt*.

10 - CARBONNEL, M. L'histoire el la situation..., op. cit. p.5.

11 - Id., loc. cit.

12 - Como um fototeodolito universal e um estereoscópio de base fixa.

13 - Mais tarde, viria a ser criado na Áustria o *Photogrammetrische Abteilung do Bundesdenkmalamt*, instituição encarregada da defesa do patrimônio artístico, que foi dirigido algum tempo por Foramitti.

14 - BARTHELEMY, Jean; CARBONNELL, Maurice. Conservation, restauration et documentation. L'apport de la photogrammétrie architecturale. *ICOMOS information*. Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, n.2, p.3-13, 1985.

15 - Ver Art. 16 da Carta de Veneza que trata da Documentação e Publicação.

16 - FORAMITTI, Hans. *La photogrammetrie au service des conservateurs*. Roma: Faculté d' Architecture de l' Université de Rome, 1973. p. 5.

17 - *International Council on Monuments and Sites*.

18 - *Comité International de Photogrammétrie Architecturale*.

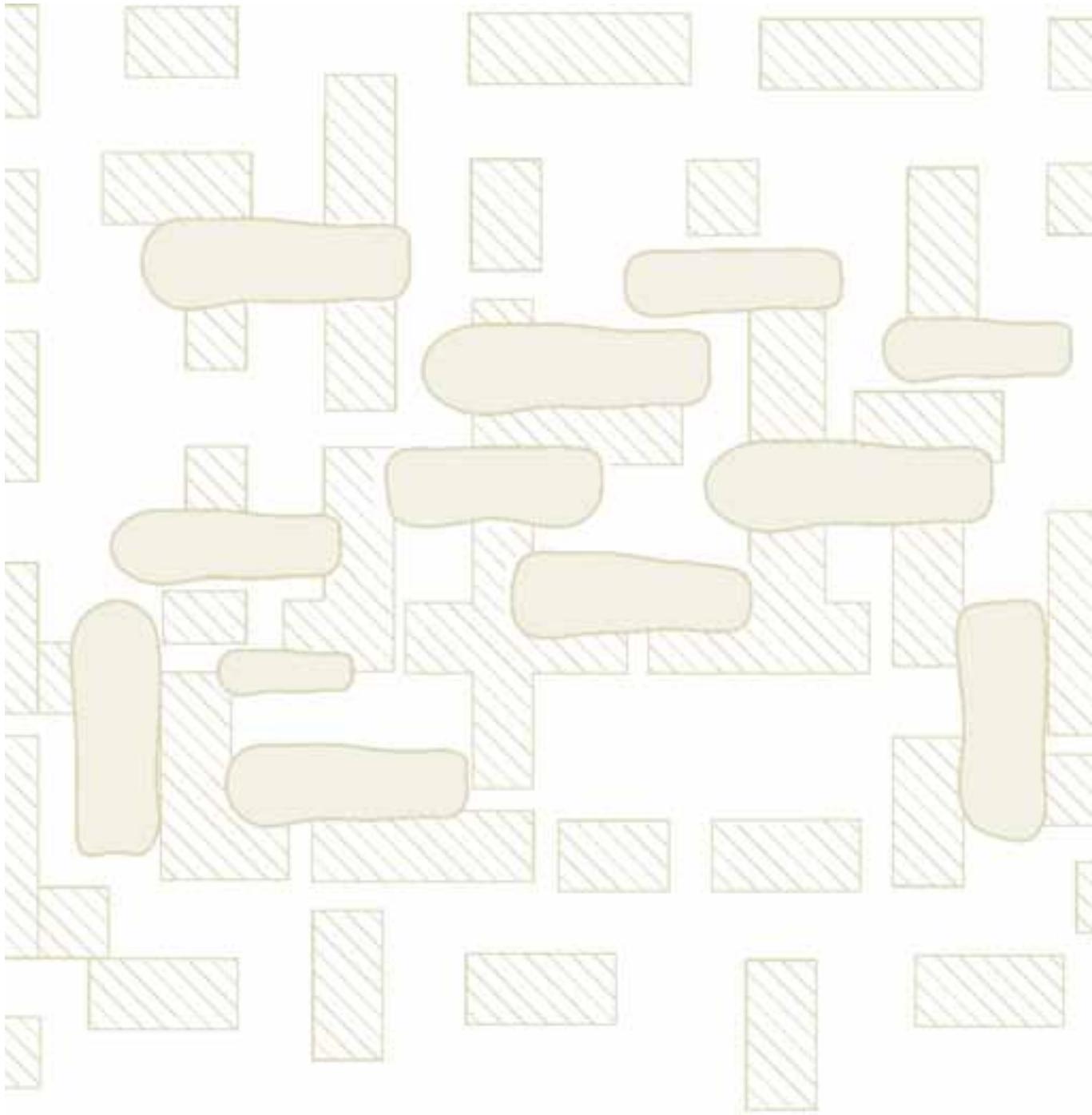
19 - OLIVEIRA, Mário Mendonça. Na Bahia, uma experiência em fotogrametria de monumentos. *Planejamento*, Salvador, Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia do Estado da Bahia, v.7, n.1, p.51-70, 1979. Esse monumento teve, posteriormente, um levantamento mais detalhado e rigoroso feito pelo IME (Instituto Militar de Engenharia), empregando uma câmara P-32 da Wild.

20 - O levantamento original do Teatro Municipal foi subsídio importante do projeto que fizemos para a restauração da fachada do edifício, em 2006, quando puderam ser observadas as alterações e lacunas acontecidas a partir do cadastramento original.

- 21 - O Professor Hans Foramitti era um arquiteto austríaco pertencente ao *Photogrammetrische Abteilung* do *Bundesdenkmalamt*. Na qualidade de consultor da Zeiss Oberkochen, colaborou na criação de aparatos fotogramétricos que se tornaram famosos.
- 22 - Vitruvius já tinha uma idéia sobre essas projeções centrais quando afirmava no seu livro I: *Item scænographia est frontis et laterum abscedentium adumbratio ad circinique centrum omnium linearum responsus* (Por cenografia (perspectiva) entende-se o desenho sombreado da fachada e dos lados [do edifício] que se distanciam em relação ao fundo com a convergência de todas as linhas em direção ao centro da circunferência).
- 23 - Profissionais treinados e sem defeitos visuais consideráveis podem observar esse efeito de tridimensionalidade com um par fotogramétrico, mesmo sem auxílio do estereoscópio.
- 24 - Esse restituidor extremamente simples foi desenvolvido pela Zeiss, com a consultoria do Professor Hans Foramitti, para retificar as fotos das câmaras TMK e SMK construídas para os casos particulares de 0°, 30°, 60° e 90° de inclinação vertical.
- 25 - CIPA. *Photogrammétrie des monuments et des sites*. Paris: UNESCO/ICOMOS, 1972. Fonte da ilustração.
- 26 - GROETELAARS, Nathalie Johanna. *Um estudo da fotogrametria digital...*, op. cit.
- 27 - Esses conceitos estabelecidos por Foramitti contemplam um terceiro que é a *forma teórica*, por meio da qual o edifício é representado na sua imagem original de projeto, sem adições e transformações materiais e estruturais que o tempo vem ajuntar.
- 28 - FORAMITTI. *La photogrammétrie...*, op. cit. p.9.
- 29 - Como as Rolleimetric 3003 e 6006.
- 30 - Essas câmaras foram comercializadas nas versões comuns e métricas e tinham a virtude interessante de aceitarem, com um ajuste no fundo do equipamento, filmes em diferentes bitolas de carretel.
- 31 - CARBONELL, Maurice. *Quelques aspects du relevé photogrammétrique dès monuments et dès centres historiques*. Roma: Faculté D'Architecture de l'Université de Rome, 1974. p.56.
- 32 - GROETELAARS, Nathalie Johanna. *Um estudo da fotogrametria digital...* op. cit., p.188.
- 33 - Pseudônimo de Gaspard-Félix Tournachon, fotógrafo jornalista e intelectual muito ativo na vida parisiense da segunda metade do século XIX e amigo de pintores e escritores como Júlio Verne, que em virtude das peripécias de Nadar com os balões se inspirou para escrever a sua ficção: *Cinq semaines en ballon*.
- 34 - Temos notícias de que o uso da observação com balões foi aplicado na Guerra do Paraguai, mas não sabemos se a fotografia foi também aplicada nesse procedimento.
- 35 - SCHMIEDT, Giulio. Fotointerpretação arqueológica. In: PIETRAMELARA, Carla; MARINO, L (Org.) *Contributi sul "Restauro Archeologico"*. Firenze: Alínea, 1982. p. 11-36.
- 36 - Estas duas imagens nos foram oferecidas pelo Professor Hans Foramitti quando, faz muitos anos, deu um curso introdutório à fotogrametria terrestre na FAUFBA.
- 37 - Esta imagem aérea, que mostra com grande clareza toda a organização do território envolvendo a Cidade de Elvas, no Alentejo, foi uma cortesia de sua Câmara Municipal para esta publicação, por ocasião da *Cimeira Internacional de Especialistas em Arquitetura Militar Abaluartada*.



## *5. Arqueologia e conservação do patrimônio cultural*



## 5.1 - À GUIA DE JUSTIFICATIVA

Não é difícil pela própria etimologia grega da palavra – *archaios* + *logos* (αρχαίος + λόγος) – deduzir-se, imediatamente, tratar-se de uma ciência cujo foco é o resgate do conhecimento do passado<sup>1</sup>. Nessa condição, a arqueologia está visceralmente ligada à conservação da memória, fazendo parte de sua interdisciplinaridade. É, por sua vez, um ramo do conhecimento que tem também suas próprias características interdisciplinares<sup>2</sup> e, como consequência, razoável complexidade, cujo manejo não pode ser atribuído a um só especialista. A definição que lhe atribui Gullini, no prefácio à edição italiana do manual clássico de Frédéric, é uma evidência da magnitude dos problemas pertinentes a essa ciência: *A arqueologia é a ciência que pesquisa, recolhe, indaga e estuda os produtos e as manifestações concretas do passado com a finalidade de reconstruir a história da cultura material, da formação das primeiras comunidades humanas até o momento em que as investigações podem ser historicamente conduzidas sobre documentos*<sup>3</sup>. Mesmo que a limitação temporal do final da afirmativa seja discutível, fica patenteada a extrema complexidade dos estudos envolvendo o argumento. Já se foi o tempo da incipiente arqueologia, no qual um diletante, na maioria das vezes autodidata, lançava-se à cata dos vestígios sepultados da Antiguidade, resultando, em muitos casos, em danos e destruição a muitas informações que poderiam ensejar mais corretamente a leitura do nosso passado mais remoto.

A verdadeira arqueologia adquiriu, a partir do século XIX, o *status* de ciência complexa, lançando mão de metodologias e instrumentos que a moderna tecnologia nos trouxe e tomando caráter multidisciplinar. É, em termos gerais, a **ciência** da humanidade desaparecida. Quando comentarmos, mais além, alguns conhecimentos que colaboram com esta disciplina, não será mais necessária qualquer demonstração da sua característica interdisciplinar.

Em vista disso, seria totalmente fora de propósito (para não dizer pretensioso) tentarmos, em um simples capítulo, dissecar matéria tão complexa. Acontece que, no domínio da interdisciplinaridade, temos de ter algum conhecimento da linguagem das diversas disciplinas envolvidas no processo de salvaguarda da nossa memória, sob pena de não conseguirmos chegar ao mínimo de entendimento para trabalhar em conjunto. Olhando por outro prisma, a experiência tem demonstrado que o trabalho dos restauradores e conservadores, principalmente arquitetos, não poucas vezes entra em conflito com o mister arqueológico. Aliás, não é **o trabalho em si** que provoca essa rota de colisão, mas **as pessoas**, por falta de conhecimento das especificidades de cada área de atuação, falta de diálogo e de bom senso, ou então, a arrogância de achar que o próprio trabalho é mais importante do que o alheio. Esses rudimentos de arqueologia aqui apresentados têm como finalidade facilitar o *inter se disputandum* dos interessados no resgate e conservação da nossa memória. Para fundamentar as nossas observações nas peculiaridades da arqueologia, nada melhor do que o texto de um profissional consagrado como Louis Frédéric<sup>4</sup>.

Há quem considere que a arqueologia é uma disciplina da história, estudando documentos que possam fazer luz sobre o passado do homem, assim, uma ciência da humanidade desaparecida. Preferimos considerá-la, juntamente com a história, disciplinas do resgate, da documentação e conservação da memória da humanidade como um todo.

Confessamo-nos, de certa forma, avessos a certas esquematizações temporais, pois quase sempre acabam por suscitar divergências e polêmicas, já uma vez que cada estudioso tem as suas preferências.

Contudo, ter uma idéia geral dos períodos nos quais alguns arqueólogos costumam dividir o seu estudo não faz grande mal, pois nos pode dar uma idéia geral do conjunto e da amplitude dos argumentos e sua divisão geral:

Divisão vertical		Limite temporal e local	
1	Arqueologia Pré-histórica -----		Até a idade dos metais
2	Arqueologia Protohistórica -----		Até os metais sem escrita
3	Arqueologia Histórica →	↗ Clássica -----	Grécia, Roma e Egito
		↘ Bíblica -----	Seguindo informações da Bíblia
4	Arqueologia Moderna	↗	Européia
		→ Continental →	Asiática
		↘	Americana...

## 5.2 - ARQUEOLOGIA E RESTAURO ARQUITETÔNICO

Em grande parte dos casos de intervenção sobre edifícios de interesse cultural, a metodologia correta do projeto **exige** conhecimento dos possíveis vestígios arqueológicos do local. Isso faz parte da fase que apelidamos de *cognitiva* do restauro do edifício<sup>5</sup>. A rigor não poderemos mesmo tomar qualquer decisão responsável diante de propostas mais substanciais para um antigo fabricado, sem conhecer os vestígios arqueológicos subjacentes ao nosso objeto de trabalho ou entender melhor os restos que estão aflorando. Aliás, não estamos inventando nada de novo porque a velha Carta de Veneza já rezava no seu Art. 9º: [...] *A restauração será sempre precedida e acompanhada de um estudo arqueológico e histórico do monumento*<sup>6</sup>.

Um trabalho cuidadoso de arqueologia vai, em primeiro lugar, resgatar a memória da evolução do organismo arquitetônico sobre o qual estamos debruçados, fundamentando as decisões da nossa intervenção. Esses achados serão incorporados ou não à proposta de restauração do edifício, após juízo de valor desses vestígios e dos efeitos estéticos do tratamento dos espaços, uma prerrogativa da qual a arquitetura



Fig. 5.1 – Projeto arquitetônico para proteção de ruínas romanas de Conimbriga, Portugal. Foto do autor.



Fig. 5.2 – Restauro arquitetônico de uma parte do antigo Colégio dos Jesuítas de Salvador com valorização dos vestígios arqueológicos encontrados. Foto do autor.

não pode abrir mão. Tudo isso, entretanto, criado com **extrema sobriedade** e elegância. As investigações arqueológicas vão nos permitir, também, evitar que, com uma abertura de cava indevida ou ocupação inadequada do terreno, cancelemos algum achado importante da memória do bem cultural que estamos procurando resgatar ou dificultemos futuras escavações esclarecedoras.

Muitas vezes, a presença de vestígios arqueológicos significativos exige uma projeção especial de espaços sob o edifício ou próximos a ele, para os quais, freqüentemente, muito engenho, tecnologia e sensibilidade são envolvidos nas soluções que nos permitem a visitação desses restos (Figs. 5.1 e 5.2).

Por outro lado, não basta o afã de escavar vestígios de arqueologia histórica colocando-os a céu aberto sem os devidos cuidados na sua conservação. Uma ruína exposta é vulnerável e, sem os devidos procedimentos de tratamento e consolidação, é meio caminho andado para a completa aniquilação dos testemunhos encontrados. Por isso mesmo, Sir Flinders Petrie, um dos pais da moderna arqueologia, nos ensina: *Colocar a descoberto um monumento e deixar que o arruinem as intempéries ou os saqueadores, destruir assim o que durou milhares de anos e poderia durar milhares mais, é um crime*<sup>8</sup>. Não foram poucos os casos vistos dessa forma de descabro. Já na Carta de Atenas do Escritório Internacional de Museus, de 1931, recomendava o item VI que *quando for impossível a conservação de ruínas descobertas durante uma escavação, é aconselhável sepultá-las de novo depois de haver sido feito um estudo minucioso*<sup>9</sup>.

Diante desses pressupostos, há que se reconhecer que o trabalho do arquiteto restaurador pode contribuir muito para o do arqueólogo e vice-versa. Não se trata de uma suposição isolada, mas um conceito que foi compartilhado por notáveis da arqueologia como Caputo, quando se referia à missão do arquiteto nos trabalhos arqueológicos: [...] *Uma outra atividade que deve cultivar [o arquiteto] é aquela de acompanhar as escavações para tomar consciência de que nossa matéria não é ficção científica e também para poder ajudar o arqueólogo, assim como o arqueólogo discutindo com o arquiteto, possam chegar, em conjunto, à verdade da avaliação*<sup>10</sup>. A necessidade dessa colaboração já era consenso, faz longo tempo, entre os signatários da Carta de Atenas: *Não é preciso dizer que a técnica e a conservação de uma escavação impõem a colaboração estreita do arqueólogo e do arquiteto* (grifos nossos)<sup>11</sup>. Além do mais, para a conservação dos restos encontrados, é fundamental a colaboração de expertos em conservação e restauração de monumentos e de objetos.

### 5.3 - ESBOÇO HISTÓRICO

A arqueologia, como modernamente a entendemos, tem início no século XVIII (se é que naquela época tratava-se de verdadeira ciência!). É um momento controverso em que os *saques organizados* dilapidam ou retiram do seu contexto muitos artefatos culturais de grande importância, mas, no revés da moeda, fizeram crescer o interesse pelos vestígios do passado, ensejando o nascimento, a partir dessa fase caótica, das primeiras tentativas de se trazer metodologia científica às escavações arqueológicas. Para fazermos uma sistematização compacta desse acidentado roteiro histórico da arqueologia, caberia dividi-lo em três grandes blocos: o primeiro, sobre os pressupostos antigos de conhecimento do passado, que não se traduziram em investigações sobre o terreno, mas serviram, sobretudo, como referencial para os futuros arqueólogos; e em seguida, de forma extremamente esquemática, os momentos da arqueologia dos *dilettantes*; e, finalmente, o momento da arqueologia científica. Isso não quer dizer, infelizmente, que não encontramos, hoje em dia, atividades de vandalismo arqueológico perpetradas por falsos profissionais da arqueologia ou por *curiosos do assunto*, que nos remetem à *pré-história* dessa atividade.

### 5.3.1 As fontes primeiras e a busca do passado

Relacionamos alguns vultos da história cujos escritos demonstraram a preocupação de busca do passado e/ou foram, e continuam sendo, subsídios para nossas investigações da humanidade de outrora:

#### Os antigos

- **Homero** – por meio de sua poesia, que falava dos Deuses e dos homens, mesmo vivendo no século IX a.C, deixou-nos informações importantes das culturas pré-helênicas. Foi a *Ilíada* o livro de cabeceira de Schliemann, que lhe deu muitas pistas para achar a Tróia do rei Príamo.
- **Escritores da Bíblia** – criaram repertório inesgotável de informação sobre as culturas do Oriente Próximo, não obstante o linguajar metafórico do discurso.
- **Tucídides** (470-401 a.C.) – descreveu costumes e objetos do seu tempo, dedicando-se também a falar da arquitetura.
- **Heródoto** – como um dos pais da história, dispensa maiores apresentações.
- **Aristóteles** (384-322 a.C.) – muito além de filósofo, foi um cronista do seu tempo.
- **Pausânias** – com suas descrições precisas da Grécia Antiga, da sua arte e da sua arquitetura, contidas no *Itinerário da Grécia*, século II d.C.
- **Estrabo** – com informações importantes na *Geografia*.
- **Vitrúvio** (I século a.C.) – nosso mestre do *De architectura*, trouxe-nos subsídios sobre o passado, edifícios desaparecidos e autores que o antecederam, cujos textos se extraviaram.
- **Dionísio de Halicarnasso** - escreveu *Arqueologia*<sup>12</sup> *Romana*, 20-5 a.C.
- **Plínio, o Antigo** (27-79) – com a sua famosa *Historia Naturalis*.

#### Os medievais

- **Heráclito** (Século X) legou-nos o *De coloribus et artibus romanorum* e sua admiração pela cultura dos antigos romanos.
- **Cardeal Giordano Orsini** (1159-1181) – principiou uma coleção de objetos romanos.
- **Teófilo**<sup>13</sup> (Século XII) – demonstrou que permanece muito forte o culto ao passado romano, não tanto com seu trabalho técnico *Schedula diversarum artium*, mas, principalmente, na *Mirabilia urbis Romæ*.
- **Cola di Rienzo** (1310-1354) – famoso estadista, fez estudos da base histórica da Civilização Romana. Tinha como meta a restauração da grandeza de Roma e a unidade italiana e, para isto, voltou sua atenção para as *restaurações* de monumentos e estátuas, além de estudos da epigrafia latina.

- **Ciriaco de Ancona** (1391-1452) – contou suas viagens e compilou textos antigos. Deambulou pela península italiana, Grécia, Egito e também pela Turquia, fornecendo sinais de sua grande curiosidade pelo passado. Registrou de maneira pormenorizada inúmeras inscrições epigráficas (texto desaparecido em incêndio).

### Os renascentistas

- **Lorenzo Ghiberti**<sup>14</sup> (1378-1455) – nos seus *Comentários*, fez referências à arte do passado.
- **Giorgio Vasari** (1511-1574) – resgatou a vida de antigos artistas e arquitetos em *Le vite dei più eccellenti pittori scultori e architetti*, que se constitui na primeira História da Arte<sup>15</sup>.

### As fontes brasileiras da Bahia

Mesmo que a nossa arqueologia histórica seja relativamente recente, em comparação com outros países de história mais antiga, já temos os nossos problemas de localização de sítios e edifícios desaparecidos que pertencem hoje à arqueologia histórica. Uma cidade como Salvador, antiga *Cabeça do Brasil*, tem um acervo de vestígios enterrados não desprezível, para os quais devemos estar atentos no sentido de ensejar o seu resgate, protegendo-os e, eventualmente, expondo-os. Não faz muito tempo, o restauro dos antigos porões do colégio dos inacianos, no Terreiro de Jesus, foi orientado pelo cadastramento deixado pelo Engenheiro Militar José Antônio Caldas, no século XVIII. Para apoiar os trabalhos dos arqueólogos e restauradores, no caso particular da Bahia, existem fontes clássicas como as dos diversos viajantes que por aqui passaram, relatórios de engenheiros militares, o tratado de Gabriel Soares de Sousa, a História de Frei Vicente, o Livro que dá Razão do Estado do Brasil, de Diogo Moreno, seu relatório de 1609, as Cartas Soteropolitanas de Luiz dos Santos Vilhena, entre outros.

A arqueologia como *processo erudito de investigação* compreende três períodos distintos, segundo Langer<sup>16</sup>: a fase humanista, a dos antiquários e a dos escavadores modernos:

- **Humanistas (1300-1600)** – Antiguidade pela antiguidade. Objeto desinserido do seu contexto com pouco interesse pelo referenciamento temporal. Observe-se que Dante Alighieri (1265-1321) estudou caracteres de manuscritos antigos, pergaminhos e palimpsestos; Petrarca (1304-1374) analisou, com grande interesse, moedas greco-romanas. De maneira geral, como já referimos no primeiro capítulo, todos os arquitetos do Renascimento demonstram interesse pelas antiguidades, estudando e documentando os seus vestígios. Atribui-se a Lorenzo de Medici (1449-1492), nesse período, a criação da primeira escola de arqueologia, em Florença.
- **Os antiquários (1600-1730)** – as coleções tornaram-se mais detalhadas e os materiais mais sistematizados. Aumentaram os estudos sobre paleografia e numismática, disciplinas do conhecimento sobre as quais voltaremos a falar. Intensificou-se a vertente comercial na atividade. É desse período a *Inscriptions antiquae totius orbis romani* (1603), de Gruter. Outro filólogo holandês, Jacques Gronovius, com as mesmas intenções, publicou a grande enciclopédia *Thesaurus antiquitatum graecarum* (1702), vasta compilação do mundo grego em treze volumes.

- **Os modernos escavadores** – (após 1730) – inicialmente por meio de *diletantes*, com uma abordagem pouco científica, depois por arqueólogos profissionais, a arqueologia transformou-se, progressivamente, em ciência com atividades multidisciplinares, estágio que só alcançou, praticamente, depois do século XX.

### 5.3.2 No século XVIII, a paixão pela Antiguidade virou modismo

Nesse momento, a conjuntura internacional favoreceu, com a abertura de canais diplomáticos entre países distantes, as viagens e o conhecimento mais detalhado de outras civilizações exteriores à ocidental. Esses viajantes e diplomatas trazem de outras terras peças, moedas e medalhas antigas, que fazem o deleite dos antiquários e museus a se multiplicarem na Europa. O nascimento da arqueologia corresponde ao surgimento do Neoclassicismo, do Iluminismo e também da cultura do restauro<sup>17</sup>, o que, de certa forma, explica o retorno às reflexões sobre o passado. *Assim, a arqueologia cresce em interesse e em cientificidade: o mundo clássico e seus testemunhos mutilados adquirem valor paradigmático: nasce o gosto pela ruína que assume proporção poética*<sup>18</sup>. Esse gosto pelas ruínas, em si, sobrevive através do século XIX entre artistas e intelectuais como Ruskin, chegando mesmo até o século XX. No século XIX, são inúmeros os exemplos europeus de falsas ruínas inseridas no paisagismo.

Vamos continuar relacionando em tópicos, para abreviar a leitura das informações, personagens e acontecimentos significativos para a história da arqueologia nesta quadra:

- **Bernard de Montfaucon**, em 1719, deu a conhecer *L'Antiquité expliquée et représentée en figures*, obra composta de 15 alentados volumes.
- **Fischer von Erlach**, arquiteto austríaco, publicou *Esboço de uma História da Arquitetura*, em 1720, no qual foram reproduzidos monumentos antigos.
- Proposta de *revival* etrusco (entre 1723-26), por meio do escocês **Thomas Dempster**, com seu trabalho *De Etruria Regali*.
- **Abade Barthélemy** (1716-1795), estudioso de línguas do passado e colecionador de moedas antigas, foi encarregado de adquirir, na Itália, exemplares de moedas antigas para o enriquecimento do *Cabinet des Medailles*, de Paris. Escreveu as *Voyages du jeune Anacharis*.
- **Choiseul-Gouffier** (1752-1817), diplomata francês que escavou o local onde seria encontrada posteriormente a Tróia homérica, doando as suas coleções de achados ao Louvre de Paris. Con-tou suas campanhas de investigação arqueológica na Grécia no *Voyage pittoresque en Grèce*.
- Até na longínqua Rússia, o interesse pelas escavações se manifestou quando **Tatishev** escreveu um manual sobre arqueologia intitulado *Instruções para as escavações* (1739), assim como **Lomonosov** deixou escrita uma *História da Rússia Antiga* (1763).
- Por iniciativa e com o apoio do Duque Emmanuel de Lorena, em 1719, foram iniciadas as escavações de Herculano<sup>19</sup>. Esses trabalhos, cujos frutos foram evidentes, justificaram a sua continuidade, algum tempo depois (1748), com o apoio do Rei de Nápoles, Carlos III de Bourbon. Apenas muitos anos depois se deu a identificação do sítio como local da extinta Pompéia. Esse foi um momento realmente mágico na história da arqueologia, na Itália, quando começaram a aparecer estudiosos bem intencionados que procuraram dar alguma ordem às escavações e ao material já existente e em coleta. Não é necessário dizer, porém, que nos primeiros momentos das escavações dessas duas importantes cidades não existia qualquer método de investigação ou critério de atuação. Predominava a busca por objetos de valor,

com cancelamentos de muitas informações que foram perdidas por causa do verdadeiro vandalismo de caça aos tesouros. Porém, dentro da maré benfazeja de busca do patrimônio histórico e artístico italiano, situam-se, com destaque, **Giovanni Bottari**, que publicou, em 1737, *Sculture et pitture sacre, estratte da i cimiteri di Roma*, e **Ennio Quirino Visconti** (1751-1818), que publicou, em Paris, *Iconographie ancienne*.

- Merecem especial destaque, no panorama da intelectualidade italiana do *settecento*, dois personagens importantíssimos pelo que significaram para os primeiros passos da cultura restaurativa e arqueológica, influenciando, de maneira significativa, os estudiosos da arte européia. São eles **Johann Joachim Winckelmann** (1717-1768) e **Giambattista Battista Piranesi** ou Giovanbattista Piranesi (1720-1778):

Winckelmann, nascido na Alemanha, de origem humilíssima, adotou como sua pátria cultural a Itália. Culto, erudito, inteligente e dotado de grande sensibilidade, deixou um acervo literário invejável, que influenciou o pensamento estético do século XVIII e a historiografia da arte do seu tempo. Passando privações no início da vida, conseguiu, por intermédio do Cardeal Passione, tornar-se seu bibliotecário e daí vir a ser, finalmente, servidor da biblioteca do Vaticano, um sonho para um estudioso. Entre muitos títulos da sua produção, ele nos dá a conhecer, por meio de publicações, importantíssimos trabalhos como *História da Arte Antiga* (1764), considerada a sua obra-prima, e *História da Arte Romana*<sup>20</sup>. Gurrieri tem sobre ele um juízo muito claro, preciso e esclarecedor quando afirma: [...] *arqueólogo, erudito, historiador da arte que exerceu uma profunda influência sobre o tardio Setecentos alemão, em particular durante a passagem do iluminismo para o romantismo. A ele se deve não somente a redescoberta da antiguidade, mas a afirmação, retomada depois, do assim chamado neoclassicismo, na qual a única estrada para se tornar grande consiste na "imitação dos antigos"*<sup>21</sup>. Embora não se tenha dedicado ao trabalho de campo, foi considerado por muitos como o "pai da arqueologia" visitando, algumas vezes, as escavações de Pompéia e motivando a investigação do passado arqueológico. Carregou o fardo das suas preferências sexuais que, em muitos momentos, lhe trouxeram angústias e depressões, motivando, talvez, o seu infausto desenlace desta vida, assassinado em um hotel de Trieste.

Piranesi, diferentemente de Winckelmann, não nos deixou um legado de palavras, mas de imagens. Também veio de origem humilde, filho de um canteiro. Veio de seu pai, entretanto, a aproximação com a arquitetura, cuja complementação adquiriu trabalhando com seus tios. Piranesi dizia-se arquiteto, mas a sua produção arquitetônica foi extremamente modesta, se a compararmos com a obra de artista gravador que o imortalizou. Foi, à semelhança de Winckelmann, um trãnsfuga de suas origens, encontrando em Roma a realização profissional, embora depois de muita labuta e privação. Enfrentou os desafios da vida com pertinácia, pois era de caráter decidido e forte, que não aceitava subserviência, tudo isso temperado com um forte gosto pela aventura. Finalmente, na sua segunda estada em Roma, conseguiu estabelecer-se e ter uma produção extraordinária, contando também com a ajuda de dois filhos e com a proteção de dois papas amantes das artes. O primeiro deles foi Bento XIV e, quando este faleceu, foi sucedido por Clemente XIII (Pontificado de 1758–69), por sorte do artista, também do território veneziano. A este último papa, o cardeal Rezzonico, amigo e protetor, Piranesi dedicou o álbum *Della Magnificenza ed Architettura de' Romani* e dele recebeu a homenagem de fazê-lo sepultar na Igreja de Santa Maria do Priorado, cujo *restauro* foi uma das suas poucas obras de arquitetura em vida. Piranesi aprendeu a sua arte com Tiepolo, mas também, e principalmente, com o mestre da gravura em *água forte*, o napolitano Giuseppe Vasi. Essa técnica tornou-se o veículo de expressão por excelência da sua poética, por meio da qual conseguiu efeitos notáveis de claro-escuro e, em certos casos, uma intensa dramaticidade, quando a expressividade do tema o exigia. O seu imenso acervo de gravuras sobre a antiguidade romana é, até hoje, fonte de investigação do passado, e conserva a **memória** de muita coisa que desapareceu, não obstante o caráter fantástico que imprimiu em algumas das

representações. A intimidade com a arquitetura e com os cadastros (Figs. 5.3 e 5.4) aponta uma possível atuação em levantamentos na Vila de Adriano, em Tivoli, além da colaboração com o levantamento do curso do Tibre e com a feitura de uma planta cadastral de Roma, com Carlos Nolli e Giambattista Nolli. Ao contrário do que se pensa, o amor de Piranesi pela arquitetura antiga não se esgotou na arte de Roma. Um dos álbuns que deixou mostra, claramente, que ele se rendeu também ao fascínio de outras arquiteturas do passado, como a egípcia<sup>22</sup>: *Diverse maniere d'adornare i cammini ed ogni altra parte degli edifizii desunte dall'architettura Egizia, Etrusca, Greca con un Ragionamento Apologetico in difesa dell' Architettura Egizia, e Toscana, opera del Cavaliere Giambattista Piranesi Architetto.*

- Em 1773, foi fundada em Londres a **Society of the Dilettantes** para o desenvolvimento da arqueologia, que pode ser considerada como a primeira dedicada a essa disciplina do conhecimento.
- O **Conde de Caylus** (1692-1765), na qualidade de diplomata, residiu algum tempo em Constantinopla, de onde enviou muitos comunicados para a *Academie des Inscriptions et Belles-Lettres*, editando um verdadeiro *potpourri* arqueológico: *Recueil d'antiquités égyptiennes, étrusques, grecques.*



Fig. 5.3 – Gravura de Piranesi com o levantamento do Templo da Concórdia.

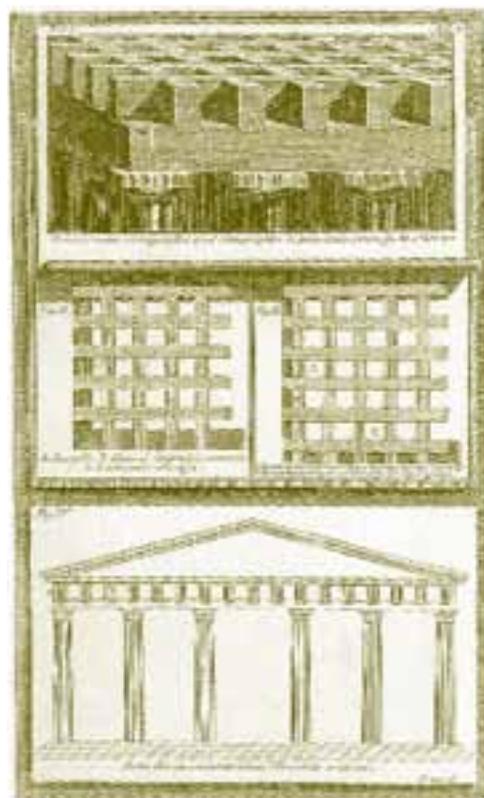


Fig. 5.4 – Gravura de Piranesi ilustrando a cobertura de templo dórico, segundo Vitruvius.

- Estabeleceu-se em Roma, no apagar das luzes do século XVIII, o francês **Jean Baptiste Louis George Seroux d'Agincourt** (1730-1814). Depois de ter visitado muitos países, fixou-se, finalmente, na Itália, onde fez escavações e publicou a *Histoire de l'Art par les Monuments depuis le IV<sup>e</sup> siècle jusq'au XVI<sup>e</sup> siècle.*
- Parece-nos ser muito significativo neste momento destacar, como a fechar com chave de ouro o século XVIII, a expedição napoleônica ao Egito, por meio da qual o mestre das batalhas aliou campanha militar a investigações científicas na terra dos faraós. Foi um fato de enorme importância política e propagandística, muito mais do que bélica, com o qual **Bonaparte** consolidou sua imagem de poder na França. Imitando Alexandre Magno na incursão ao Oriente, Napoleão fez-se acompanhar na missão por mais de uma centena e meia

de homens de ciência e estudiosos<sup>23</sup>. Armado, pois, de soldados e cientistas de renome, desembarcou em Alexandria em 1º de julho de 1798. A criação do Instituto do Egito (*Institut d'Égypte*) deu-se em 22 de agosto, mais ou menos, um mês depois de ter Napoleão vencido a Batalha das Pirâmides. Além dos levantamentos, desenhos e das escavações efetuadas nos monumentos antigos, pelos arqueólogos ligados à expedição, teve esse empreendimento a felicidade de encontrar a famosa Pedra da Rosetta, descoberta acidentalmente por um soldado, que a comunicou ao seu capitão (Capitão Bouchard), e foi apresentada em uma sessão do Instituto do Egito por Lancret. Com esse importante achado arqueológico Jean-François Champollion veio a decifrar, pela primeira vez, os hieróglifos egípcios, uma vintena de anos depois da descoberta. A figura mais destacada que compunha a expedição, no campo da arqueologia, foi **Edmé-François Jomard** (1777-1862), que aliava os seus conhecimentos de arqueologia à sólida formação científica obtida na *École Nationale des Ponts et Chaussées* e na *École Polytechnique*.

### 5.3.3 A arqueologia faz escola no século XIX

Da mesma maneira como fizemos com o século precedente, colocaremos sob forma de tópicos os fatos e personagens marcantes que balizaram a trajetória da arqueologia durante o século XIX. Limitaremos ao máximo essas referências, já que tais acontecimentos no campo da arqueologia multiplicaram-se de maneira extraordinária, em número e dimensão, e, repetimos, não é finalidade deste texto fazer uma história da arqueologia, mas trazer ao leitor alguma erudição sobre o assunto.

- **Luigi Lanzi** (1732-1810), de formação jesuítica, tornou-se abade e professor de grego. Foi chamado pelo Grão-duque Pietro Leopoldo para ocupar um posto na *Galeria degli Uffizi*, em Florença. Iniciou investigações sistemáticas da etruscologia, dando continuidade aos estudos de destaque dados a essa cultura por Thomas Dempster, no século anterior. Escreveu muitos textos, entre os quais: *Guida della reale Galleria di Firenze* (1782), *Saggio di lingua etrusca e di altre antiche d'Italia* (1789) e *Storia pittorica dell'Italia* (1796).
- No ano de 1812, **Johann Ludwig Burckhardt** (1784-1817) descobriu Petra para os ocidentais, famosíssimo sítio arqueológico, localizado na Jordânia, que já pertenceu a diversas civilizações<sup>24</sup>. Para isso, praticamente assumiu a vida do islamismo, adotando, inclusive, o nome de Ibrahim Ibn'abd Allah. Isso, de certa forma, facilitou o seu trânsito entre os locais. Viajando até a Núbia, deu a conhecer aos europeus os famosos templos de Abu Simbel, escavados na rocha por ordem de Ramsés II<sup>25</sup>.
- O famoso (ou famigerado?) **Thomas Bruce Elgin** ou **Lord Elgin** (1766-1841) trabalhou sobre a acrópole de Atenas, em 1816, despojando-a de grande quantidade de material arqueológico em favor do *British Museum*. Esses saques oficializados, que eufemisticamente foram considerados "empréstimos científicos", podem ter salvado algumas peças da destruição, mas retiraram muito material antigo do seu contexto, dificultando a leitura dos monumentos<sup>26</sup>. As críticas a esse vandalismo arqueológico não são recentes. Alguns contemporâneos de Elgin taxaram-no severamente de vândalo e desonesto, e uma das vozes do coro que verberou os seus atos foi a do ilustre poeta Lord Byron.
- Em 1822, **Jean-François Champollion** (1790-1832), estudando a Pedra de Rosetta, encontrada pela expedição de Napoleão Bonaparte, conseguiu decifrar a chave da escrita dos

hieróglifos, pois o decreto de Ptolomeu V (210-180 a.C.) nela epigrafado foi redigido em três línguas, em três alfabetos: hieroglífica, demótica<sup>27</sup> e grega. Usando o método comparativo, foi descoberto que os hieróglifos, que todos imaginavam ser baseados em ideogramas, eram escrita basicamente silábica.

- O segundo quartel do século XIX viu nascer, progressivamente, as chamadas escolas arqueológicas: a **Escola Francesa de Atenas** (1829), a **Escola de Roma**, o **Instituto de Correspondência Arqueológica** dos alemães e assim por diante, demonstrando que o gosto pela Antiguidade não estava direcionado exclusivamente para a cultura greco-romana.
- Entre 1843 e 1845, **Richard Lepsius** (1810-1884), alemão da Saxônia, explorou o Egito desde a Núbia. Isso foi possível em virtude do patrocínio do Imperador Frederico Guilherme IV, da Prússia. Um dos maiores conhecedores de egiptologia do seu tempo, dedicou grande parte da vida ao ensino na Universidade de Berlim, à egiptologia e às pesquisas arqueológicas no Egito.
- Em torno da primeira metade do século XIX, foram feitas importantes explorações na região da Antiga Babilônia e na Assíria (Nínive e Khorsabad). Encabeçaram as escavações entre 1843 e 1844, **Paul-Émile Botta** (1802-1870),<sup>28</sup> secundado, entre 1858–1865, por **Victor Place** (1818-1875). Ambos eram arqueólogos-diplomatas, um casamento profissional muito comum naqueles tempos. O segundo sucedeu ao primeiro nas atividades consulares em Mossul (Iraque) e nas investigações arqueológicas.
- A descoberta da Tróia homérica é um dos fatos notáveis da segunda metade do século XIX (1870). A proeza foi levada a efeito pelo alemão **Heinrich Schliemann** (1822-1890), um dileitante que, depois de fazer grande fortuna nos negócios, resolveu lançar-se em busca do passado, principalmente da Tróia descrita na *Iliada*. Esse famoso personagem da arqueologia não era somente um comerciante extremamente habilidoso que soube, no momento exato da vida, deixar de amearhar dinheiro para realizar os seus sonhos. Era um gênio das línguas pois, com 22 anos, já conhecia sete delas – inclusive o português –, das quais a maioria foi aprendida em espaço de poucos meses!<sup>29</sup>. O local de Tróia já tinha sido escavado anteriormente, no



Fig. 5.5 – Desenho de Schliemann das escavações de Tróia.

século XVIII, por Choiseul-Gouffier e por outros, mas Schliemann encontrou a Tróia homérica, do Rei Príamo, no sétimo estrato arqueológico de investigação. Como não poderia deixar de ser, as suas andanças arqueológicas levaram-no a investigar Tirinto e Micenas, na Grécia, de onde partiram os gregos pelágicos que puseram abaixo, a ferro e a fogo, a importante cidade da Antiguidade imortalizada na *Ilíada*.

Dois fatos importantes a serem destacados no trabalho de Schliemann em Tróia: o primeiro deles é que, pela primeira vez, foi utilizada de maneira adequada a metodologia de escavação respeitando a estratigrafia, e o segundo é que o sucesso da documentação e interpretação das estruturas arquitetônicas deveu-se à presença, na equipe do investigador, de um arquiteto experiente em canteiros e escavações arqueológicas, que foi Wilhelm Dörpfeld. Ele era um arquiteto com tirocínio adquirido nas escavações da escola clássica alemã de arqueólogos nas ruínas de Olímpia, na Grécia, e a ele, possivelmente, deveu-se a adoção do sistema estratigráfico nas investigações de Tróia, revolucionando as técnicas até então aplicadas. O sucesso da sua participação fez com que, em 1884, Schliemann levasse esse importante colaborador para as escavações da Cidadela de Tirinto.

- **Arthur Evans** (1851-1941), também no fim do século, retirou do ostracismo a brilhante Civilização Cretense ou Minóica, que vivia exclusivamente no ideário das lendas. Evans teve uma vida longa e profícua para a arqueologia e para a cultura.

Claro está que os grandes acontecimentos arqueológicos e os personagens famosos do século XIX não terminariam nestas sumaríssimas referências, tocando somente nos nomes mais notórios. Eles são muito mais do que isto. Não poderíamos deixar o século XIX, porém, sem fazer referência à figura importantíssima de Prosper Mérimée (1803-1870), pelo que significou para os restauradores e para o patrimônio histórico francês. Em primeiro lugar, foi investigador voltado para as suas raízes, estudando e buscando a Antiguidade da própria França e conseguindo motivar a salvaguarda e restauração de grande número de monumentos desse país. É um dos responsáveis pelo movimento da *découverte du Moyen-Âge*. Em segundo lugar, pelo apoio e confiança, quando *Inspetor Geral dos Monumentos Históricos*, dedicados a Viollet-le-Duc, que se vai tornar um dos maiores pioneiros da restauração, nesse século. Essa confiança nasceu do testemunho da sua competência, quando o jovem Eugène se propôs a aceitar o desafio de restaurar a Madalena de Vezeley, do qual todos se esquivavam. De início, Mérimée mostrou-se temeroso confessando as suas dúvidas, como ele mesmo contou, procurando informações junto ao tio do rapaz: *Eu então era inspetor dos monumentos históricos e me lembro que fui consultar M. Delécluze e lhe perguntar se não estávamos correndo um grande risco com o seu sobrinho confiando-lhe uma restauração tão difícil e tão perigosa. Delécluze me disse: "Se Eugênio disse que se encarregaria pode confiar, ele vai conseguir"*<sup>30</sup>. O tempo veio mostrar que os receios de Mérimée eram completamente infundados.

### 5.3.4 A arqueologia torna-se ciência no século XX

Foi chegado o momento em que a arqueologia deixa de ser um passatempo ou *hobby*, para adquirir o *status* de ciência. O arqueólogo deixa de ser um aventureiro à cata de tesouros fabulosos, para se tornar a figura *talvez mais prosaica, mas certamente mais rigorosa, de um cientista que se vale para o seu trabalho, de tecnologias modernas e da colaboração de um sempre maior número de especialistas de ciências afins*<sup>31</sup>. Aparecem os manuais que buscam transmitir os métodos de tratamento da arqueologia como o *Methods and aims in Archaeology* (1901), de Sir William Mathew Flinders Petrie<sup>32</sup> (1853-1942). Datam do século XX as famosas descobertas da Cidade de Machu-Picchu (1911), do

túmulo de Tutankamon (1934), das cidades desaparecidas de Mohenjo Daro e Harappa (a partir dos anos 20), nesse caso, demonstrando civilizações mais antigas do que se tinha imaginado até então<sup>33</sup>. Também não menos surpreendente foi a descoberta da cidade de Mari, na Antiga Mesopotâmia, por André Parrot<sup>34</sup>. Outros manuais são escritos por Jéquier, Vandier<sup>35</sup>, Contenau<sup>36</sup>, Barrois e tantos mais. Desde o século XIX a febre da arqueologia atinge, também, os monumentos deixados pelas Culturas Pré-Colombianas que habitaram a América Central e do Sul (Astecas, Toltecas, Olmecas, Maias, Incas etc.). A grande descoberta de Machu-Pichu, no Peru, deu-se somente em 1911, por intermédio do arqueólogo americano Hiram Bingham.

#### 5.4 - CONHECIMENTOS AUXILIARES DA ARQUEOLOGIA

Resumimos em quadros algumas disciplinas dos conhecimentos auxiliares que contribuem para a arqueologia:

Conhecimentos Históricos	Atividade
Paleografia	Ciência que se ocupa dos textos antigos e sua leitura, de modo a obter informações para a história e a arqueologia. Implica, em certos casos, o conhecimento de abreviaturas usuais e símbolos de escrita nas diversas épocas.
Epigrafia	Dedica-se à escrita de textos em superfícies duras como pedra, metais, cerâmica etc. A Pedra de Rosetta é um exemplo clássico de epigrafia.
Toponomástica	Investigação de nomes (de locais) que são pistas de itens preexistentes desaparecidos ou antigos proprietários da área <sup>37</sup> .
Onomástica	Estudo da origem do nome de pessoas, de famílias e dinastias.
Numismática	Estudo sobre moedas antigas e medalhas.
Cronologia	Ciência que se ocupa da datação de objetos e materiais e sistemas comparativos de calendários.
Sigilografia	Ocupa-se do estudo dos selos (universitários, religiosos, administrativos, reais, da nobreza, privados, de corporações etc.).
Heráldica	Ciência que trata do conhecimento dos brasões, escudos, emblemas e insígnias, tanto de famílias como de corporações civis, militares e religiosas.
Genealogia	Estuda as famílias, suas origens, parentescos e descendências.
Diplomática	Relações políticas entre grupos humanos e civilizações.
Criptografia	Dedica-se à exegese do sentido oculto de alguns textos, descobrindo o seu significado simbólico ou oculto.
Linguística	Origem e evolução das línguas através do tempo e a correlação existente entre elas.
Etnologia	Investiga as origens e mutações étnicas dos seres humanos. Tratada independentemente, mas correlata à história.

Conhecimentos Técnicos	Atividade
Fotografia	Nas suas formas mais variadas: comum, aérea, fotogrametria (terrestre e aérea).
Eletrônica	Relativa ao emprego de instrumentos eletrônicos de medição, sondagens, detecção etc.
Geofísica	Emprego de processos geofísicos nas sondagens do terreno.
Geologia	Procura o conhecimento do solo e de suas transformações, bem assim ajuda a caracterizar materiais e instrumentos líticos.
Biologia	Dedica-se ao conhecimento dos seres vivos (especialmente zoologia e botânica), por meio do qual pode identificar restos dos seres encontrados nas escavações.
Metalurgia	Estudo dos metais, suas ligas e técnicas de produção, o que, além de caracterizar os materiais encontrados, permite aproximação de datação do objeto e seu tratamento.
Física nuclear	Datação de objetos pelo $C_{14}$ e termofluorescência, raios-X etc.
Química	Aplicada em análises de materiais, tanto de origem orgânica como mineral.
Matemática	Ajuda através dos seus métodos estatísticos e quantitativos.
Biologia humana	Estudo de restos humanos e seus vestígios nas escavações.
Informática	Aplicada nos inventários, arquivos, bancos de dados, desenhos e reproduções.
Agrimensura	Para levantar e documentar os achados de edifícios e áreas de interesse histórico.

Conhecimentos de arte	Atividade
História da arte e da arquitetura	Para conhecer a tipologia e sistema construtivo dos monumentos e objetos de interesse cultural, bem assim das suas características estilísticas e técnicas.
Técnicas de arte	Dedicam-se ao conhecimento das técnicas arquitetônicas e artísticas, como materiais e formas de execução das mais variadas expressões de arte. Por exemplo: pintura afresco, têmpera, óleo, encáustica, <i>sgraffito</i> etc.
Museologia	Estuda as técnicas de fichamento, documentação, guarda e conservação de antigos objetos encontrados.
Indumentária	Dedica-se ao conhecimento dos variados tipos de trajes nas mais diferentes culturas, inclusive armaduras e artefatos de proteção corporal.
Artes menores	Procuram conhecer os objetos (armas, utensílios e adornos) empregados na Antiguidade.

## 5.5 - PREPARAÇÃO PARA A PESQUISA DE CAMPO

Como está muito bem demonstrado tratar-se a arqueologia de **ciência**, a aplicação de metodologias de procedimentos seria o ponto de partida para qualquer ação efetiva no campo. Aos não iniciados caberia, para começar o discurso, responder perguntas quase sempre formuladas: por que, quando se fala em arqueologia, vem imediatamente a idéia de escavação, de desenterrar alguma coisa? Exceituando-se a maioria dos túmulos que foram, de propósito, colocados abaixo da superfície do terreno para guardar os mortos, não deveriam os restos dos edifícios estar evidentes, embora arruinados? Bem, para responder tais questões, temos de atentar para o fato de que não somente um fator, mas vários, intervêm para que isto aconteça. Vamos alinhar alguns deles:

- a. **Agentes de origem climática** – sabe-se que o intemperismo, de maneira geral, vem afetando, há milhões e milhões de anos, a superfície do planeta, transformando a sua morfologia tanto através da ação química como física. Tal processo ocorre pela ação das radiações, de temperatura e sua variação, das chuvas que provocam inundações com assoreamento e erosão do solo e dissolução dos materiais, e do vento, entre outros fatores. Esses fatores desbastam o relevo, sepultando, com o carreamento de partículas, as partes mais baixas, mas também, eventualmente, as partes mais altas, quando as partículas são transportadas pelo vento.
- b. **Agentes geológicos** – além dos agentes climáticos, que se misturam aos geológicos, poderíamos citar os movimentos tectônicos, terremotos, subsidências geológicas e erupções vulcânicas. Todos sabem que foi uma dessas que sepultou com cinzas e lava as cidades de Herculano e Pompéia em 79 d.C.
- c. **Agentes zoológicos** – animais, insetos e vermes, principalmente estes últimos, são capazes de aumentar a cota do terreno com a sua atividade.
- d. **Agentes botânicos** – os vegetais, ao longo de sua vida, deixam cair grande quantidade de folhas e galhos secos e até mesmo troncos consumidos pelos insetos. Isso forma uma espessa camada de *húmus* que vai sepultando as construções da vizinhança. Além do mais, as raízes tendem a suspender o terreno. Tal agressão por vegetais foi observada em muitos sítios arqueológicos, como Palenque e Angkor.
- e. **Agentes de origem antropológica** – correspondem a determinadas atividades humanas sobre o planeta. Aterros, cortes de terreno, modificações de *grades* de vias nas cidades e, principalmente, reedificações sobre os escombros de construções antigas, aproveitando a estabilização do terreno com as antigas fundações. Isso, inclusive, esclarece o achado da Tróia homérica no sétimo estrato da escavação. Explica, igualmente, que a Florença romana está muito abaixo do nível da atual, e a Londres, também daqueles tempos, está a quase uma dezena de metros sob a moderna. Em Salvador, cidade muitíssimo mais recente, encontramos na Casa de Câmara e Cadeia uma porta dando para a Rua da Ajuda a uns dois metros abaixo de seu atual nível.

### 5.5.1 A ocupação humana do território

Para se ter uma idéia dos locais prováveis a serem efetuadas buscas dos vestígios do passado humano, temos de usar algumas referências ou pistas capazes de nos dar algumas indicações. Os **mitos**,

**crenças e superstições** sempre possuem alguma base de verdade a ser investigada. A *Iliada*, não obstante sua vertente de ficção, levou Schliemann até o local de Tróia.

De muita ajuda também é a **toponímia** do local. Os nomes de antigos proprietários, aldeamentos, locais de cultos e acontecimentos, por vezes permanecem. No Brasil, o conhecimento dos rudimentos da linguagem dos nossos antigos habitantes ajuda muito na identificação da toponímia.

O conhecimento da **documentação** arquivística escrita ou iconográfica é a base lógica que antecede qualquer investigação sobre o terreno. Existem, nos arquivos ou textos especializados, muitos mapas e plantas antigas que devem ser consultados exaustivamente e reinterpretados, porque se verificam muitos problemas e incorreções na exatidão de escalas e convenções.

Os locais mais prováveis de fixação da presença de grupos humanos dependem um pouco do estágio cultural em que se encontravam e do tipo de clima da região. Nas regiões mais frias, procuravam vizinhanças de elevações que os protegessem dos ventos dominantes e até mesmo cavernas. Buscavam, igualmente, a vizinhança dos cursos d'água, necessária à sua sobrevivência; procuravam os cruzamentos de estradas ou a sua confluência. Quando havia necessidade de defesa e/ou isolamento, ocupavam os locais elevados, mas se eram culturas dedicadas à agricultura, buscavam os terrenos férteis e com água em abundância. Os povos que se dedicavam à pesca e à navegação assentavam-se nas vizinhanças de enseadas e assim por diante.

### 5.5.2 Investigação sistemática do terreno: prospecção aérea

Quando se trata de investigar um sítio arqueológico urbano, o reconhecimento aéreo é de pouca utilidade. Fora das cidades, porém, é de extrema utilidade, como já enfatizado no capítulo dedicado à fotogrametria.

Assim, de posse das informações sobre a possível ocupação humana do território (item 5.5.1), passa-se à verificação do terreno, inicialmente, se possível, através de reconhecimento aéreo. Primeiramente, não seria necessário fazer uma cobertura fotográfica, pois desviaríamos a nossa observação do conjunto para nos concentrar nas fotografias. Na oportunidade, munidos de uma carta temática da área (se houver), onde serão feitas anotações e usando também um gravador<sup>38</sup>, registramos as nossas observações em função de uma série de sinais na morfologia do terreno. Isso quer dizer que as recomendações dos especialistas apontam, sempre, neste momento operativo, para um simples **reconhecimento visual**. Os pontos que devem atrair mais a atenção são os relevos de pequenas dimensões, sinais na vegetação, encontro de caminhos e similares. A visibilidade desses elementos do terreno pode ser melhorada, a depender da estação do ano (principalmente nos climas frios) e da incidência da luz solar, preferencialmente bastante inclinada, para facilitar a fotointerpretação.



Fig. 5.6 – Terreno plano.



Fig. 5.7 – Terreno inclinado.



Fig. 5.8 – Indicação de vestígios sob terreno instável onde vegetação pode significar restos.

Somente depois é que vamos nos dedicar a fazer as fotografias aéreas, sejam tomadas oblíquas, sejam tomadas com finalidades fotogramétricas (verticais). Nesse caso, em virtude da simplificação trazida pelos modernos processos fotogramétricos digitais, a cobertura poderá ser feita com câmaras digitais de qualidade, tendo-se o cuidado de colocar alvos de fácil identificação sobre o terreno, cujas coordenadas vão facilitar a elaboração da planta ou da ortofoto.

Uma vez que os rudimentos dessa técnica já foram expostos na Introdução à Fotogrametria (4.0), limitar-nos-emos a tecer alguns comentários sobre a fotointerpretação arqueológica, com base nos ensinamentos de um dos maiores mestres do assunto, o General Giulio Schmiedt<sup>39</sup>.

### 5.5.3 A fotointerpretação

Dissemos, no capítulo dedicado à fotogrametria, que o primeiro evento dedicado à fotointerpretação deve ter sido aquele no qual Giacomo Boni, em 1900, com a ajuda de fotografia obtida de um balão cativo, conseguiu ler sobre o pavimento de travertino do Foro Romano um fragmento de nome – *L. NÆVIUS*. O resto do nome só foi lido posteriormente, porque se encontrava sob uma escadaria feita em época mais recente<sup>40</sup>. Essa vertente da aplicação da fotografia aérea, para ajudar no resgate da memória, despertou inicialmente certa atenção dos serviços do patrimônio italiano. Assim, em 1907, o Superintendente das Escavações de Roma, Dante Vaglieri, conseguiu do batalhão aéreo dos serviços de engenharia do Exército Italiano a cobertura do território entre Fiumicino e o porto de Óstia e, posteriormente (1911), das escavações de Óstia Antiga<sup>41</sup>. Mas parece que, daí em diante, essa técnica foi direcionada exclusivamente para as funções bélicas, nas quais tinha larga aplicação, e para a cartografia dos territórios e das cidades. Esse deve ter sido o quadro geral em todos os países com domínio dessa tecnologia, até a Segunda Grande Guerra. Somente depois desta foi empreendido um grande trabalho de fotointerpretação arqueológica pelo arqueólogo inglês John Bradford, que era também oficial da RAF (*Royal Air Force*), sobrevoando a Puglia e as necrópoles etruscas de Cerveteri e Tarquínia, entre os anos de 1944 e 1945.

Temos alguma desconfiança de que, nos serviços de patrimônio, talvez pelas deformações profissionais de alguns que vivem somente com o passado, existem certas resistências às inovações técnicas. Nesse momento, se faz necessária a presença de homens de visão como o foi De Angelis d'Ossat. Este, na qualidade de Diretor Geral das Antiguidades e Belas-Artes, promoveu seminário para discutir a aplicação da fotografia aérea e dos métodos geofísicos na investigação arqueológica do território, em 1954. Foi o ponto de partida para, na Itália, serem organizadas as grandes fototecas de imagens aéreas e a técnica tornar-se reconhecida, oficialmente, pelos serviços de proteção ao patrimônio. No Brasil, para a fotogrametria terrestre dos monumentos, os serviços militares foram também de grande ajuda, principalmente o IME (Instituto Militar de Engenharia).

Schmiedt resume, assim, as características e finalidades das tomadas aéreas para fotointerpretação arqueológica<sup>42</sup>:

- a. Como documento para mostrar a conformação topográfica das áreas de interesse arqueológico, que estejam sob escavação ou somente identificadas;
- b. Como veículo de obtenção do relevo planialtimétrico do terreno em escalas maiores (1:1000, por exemplo), propiciando, concomitantemente, a visão da morfologia do dito terreno (estereoscopia) e da localização topográfica das estruturas escavadas ou que estão aflorando;
- c. Como instrumento de investigação necessário para reconstituir uma planta de um complexo arqueológico sepultado, a rede do sistema de estradas antigas e modernas, a divisão agrária e o parcelamento do solo, as variações de determinado perfil de costa, as estruturas submersas de um porto antigo, as mudanças de direção de um curso d'água, as áreas desmatadas e assim por diante.

Para a verificação das estruturas enterradas, como previsto no item (c), as observações são conduzidas segundo três tipos de efeitos principais: **marcas de sombra** (*shadow-marks*), propiciadas pela ação da luz solar inclinada (primeiras horas da manhã e últimas da tarde) sobre o relevo do terreno; **marcas da plantação** (*crop-marks*), por meio das quais são notadas a maior ou menor altura dos vegetais de um campo cultivado e a mudança de tonalidade do verde; e **marcas na vegetação rasteira** [*grass (weed) - marks*]. Nesse caso, o *mato* rasteiro ou vegetação daninha, cuja observação pode indicar estruturas enterradas (Figs. 5.6 a 5.8). Ainda, **marcas sobre o terreno** (*soil-marks*), que aparecem depois que o terreno é capinado ou, principalmente, arado, e alguns fragmentos enterrados evidenciam-se na superfície; **marcas de umidade** (*damp-marks*), diferenciadas na intensidade, que aparecem no chão, de modo particular, depois de uma chuva, quando o terreno começa a ficar enxuto. Finalmente podemos alinhar os **sinais dos restos submersos**, que podem ser observados dependendo da transparência da água, da iluminação e de alguns recursos de filtros e filmes fotográficos.

Aos que desejarem empregar essa técnica, deve-se chamar à atenção para dois pontos fundamentais: essa fotointerpretação, em princípio, deve ser feita por pessoal qualificado e treinado que participa da equipe interdisciplinar da arqueologia, além do mais, tem suas limitações como qualquer outra técnica de investigação, a depender do caso.

## 5.6 - PESQUISA DO TERRENO: SONDAgens NÃO DESTRUTIVAS

É o momento no qual a eletrônica, a geofísica e ciências afins podem dar grande contribuição, ensejando o uso de sensores capazes de permitir, por meio de investigações não destrutivas ou pouco destrutivas, uma leitura da presença de restos enterrados. Outras técnicas menos ortodoxas já foram usadas, cujo registro cabe somente como curiosidade, como a radioestesia, porque adentra o domínio do paranormal. Citamos algumas:

- a. Sondagens por intermédio da verificação de propagação de ondas artificiais sonoras ou sísmicas, técnica muito aplicada na geofísica. Uma delas corresponde à produção de vibração em determinado ponto do terreno, como a queda repetida de um peso, e a propagação desta vibração é captada por *geofones* dispostos em círculo (Fig. 5.9).
- b. Emprego de radares de superfície, atualmente muito utilizados na geotecnia (Fig. 5.10), e outros tipos de sondagens;

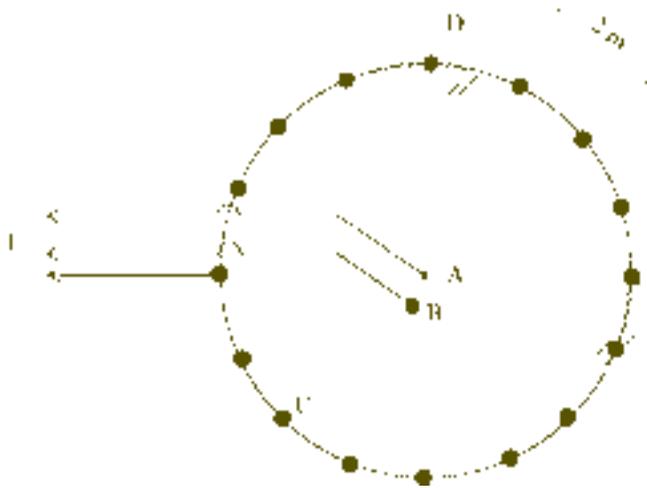


Fig. 5.9 – Esquema de medição da propagação sonora. A) Produção de vibração; B) Geofone de referência; C) Geofones; D) Estruturas enterradas; E) Conexão com instrumentos de leitura.

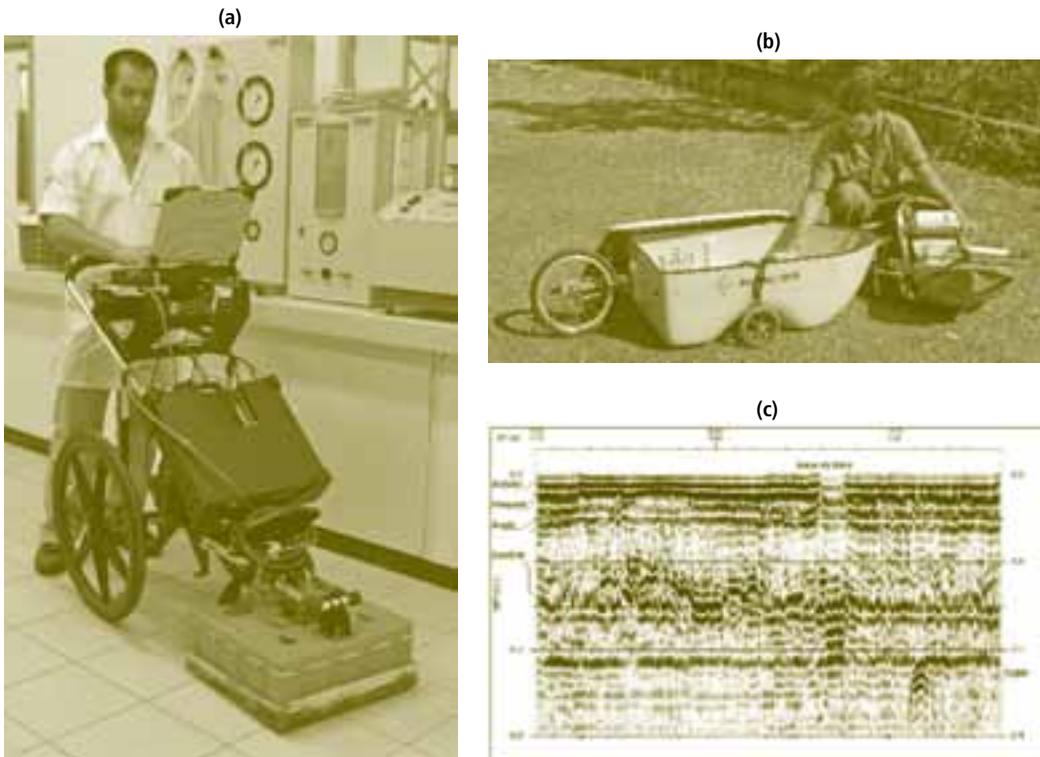


Fig. 5.10 – Radares de superfície (GPR): a) radar do Laboratório de Geotecnia - EPUFBA; b) radar do Laboratório GEOAMB - EPUFBA; c) radargrama de uma rua de Santo Amaro.

- c. Instrumentos baseados na leitura dos campos eletromagnéticos, partindo-se do princípio de que as estruturas enterradas, mesmo naturais, têm capacidade de modificar, mais ou menos, o campo magnético do terreno. Essas anotações devem ser feitas sobre uma quadrícula na área, cuja marcação necessita ser efetivada com fios não metálicos para evitar interferências. Esse mesmo cuidado dever-se-á ter com a sondagem por condutibilidade elétrica (f). Essas

interferências, porém, podem estar presentes de outra forma como: vizinhança de linhas ferroviárias, transformadores, linhas de alta tensão, rochas vulcânicas e similares;

- d. Detectores de minas empregados pelas forças armadas para desenterrar artefatos explosivos. Embora eficientes até pequena profundidade, limitam-se a acusar a presença de metais;
- e. Instrumentos de varredura do terreno baseados na emissão de radiofrequência;
- f. A resistividade elétrica do terreno é um processo de custo baixo, porque pode ser efetivado por meio de resistômetros comuns empregados pelas empresas de eletricidade para medir aterramento de subestações. É uma técnica geofísica muito antiga que fica aquém em eficiência aos radares, mas já testamos a sua eficácia na casa da Torre de Garcia d'Ávila<sup>43</sup>. Essa Pode ser empregada com dois sistemas de medições: com dois eletrodos (Fig. 5.11) e o outro, mais eficiente, com quatro eletrodos (Fig. 5.12). Observamos também que, na prática, os eletrodos não necessitam ter uma terminação hemisférica, como proposto na teoria, bastam hastes (ferros redondos de Ø 10 mm) de ponta, bem mais baratas, simples e fáceis de cravar. Nas imagens e fórmulas, a letra  $v$  é expressa em volts e  $I$  em ampères. As medições devem ser efetuadas com o terreno marcado em quadrículas de 1mx1m, que deverão, posteriormente, servir para as escavações. Pode ser considerado um método seguro se empregado em boas condições, isto é, sem o terreno molhado.



Fig. 5.11 – Medição com dois eletrodos.

Para dois eletrodos

$$R = \frac{v}{I} \Omega \text{ (ohms)}$$



Fig. 5.12 – Medição com quatro eletrodos.

Para quatro eletrodos

$$R = \frac{v(B \text{ e } C)}{I(A \text{ e } D)}$$

condição de  $AB = BC = CD$

A **resistência** é medida em ohm/cm ou ohm/m  $\Rightarrow \Omega/\text{cm}$  ou  $\Omega/\text{m}$ .

Resistência de alguns materiais em $\Omega/\text{cm}$	
Granito	500.000
Arenito	50.000
Calcário	20.000
Terra seca	2.000
Argila seca	1.000
Areia seca	800
Areia úmida	100
Terra "gorda"	50
Argila plástica	10 a 20

## 5.7 - PRELIMINARES DA ESCAVAÇÃO

Como exige a boa metodologia científica, os procedimentos de uma escavação devem ser seguidos o mais rigorosamente possível. Esse tipo de disciplina operativa deve estar incorporado à *forma mentis* do investigador da arqueologia e recomenda determinados passos como:

- Licenças para a escavação – em virtude da possibilidade de haver importância no sítio arqueológico que justifique o seu tombamento, toda e qualquer escavação que tenha finalidade arqueológica ou mesmo aquela para execução de obras a serem efetivadas em locais com possíveis restos arqueológicos **deve ser autorizada pelo Iphan** (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Essa instituição decidirá sobre a relevância do sítio, se necessita do acompanhamento de arqueólogos da entidade ou se pode ser efetuada por arqueólogo qualificado e credenciado. A depender da importância do sítio poderá, posteriormente, ser tombado de acordo com o Capítulo II, § 1º do Decreto-Lei Nº 25 de 30 de novembro de 1937;
- Estudos pedológicos do local são necessários, porque a composição do solo pode indicar a presença de ocupação humana. Por exemplo, a presença de fosfatos pode sugerir o uso humano da área;
- Verificações com os habitantes locais, principalmente os mais antigos, de informações que sejam de interesse para o trabalho;
- Sondagens com trados para verificar a estratigrafia preliminar do local. Esses trados podem ser manuais, de muito baixo custo e acessíveis em qualquer loja de ferragens (os de até ~3m de profundidade) ou pode-se aplicar sondagens motorizadas com equipamentos mais sofisticados empregados em geotecnia, para atingir maiores profundidades. A observação é feita com a introdução de minicâmaras de fotografia ou cabos de fibra óptica e deve-se ter extremo cuidado para não danificar peças enterradas. O material colhido deverá ser objeto de laudos de sondagem para estudos do perfil geológico do terreno. A velha máxima dos arqueólogos diz: *a arqueologia termina quando começa o solo natural*, e assim a sondagem vai indicar a profundidade que se deve alcançar;
- Reconhecimento do terreno na cartografia e plantas adquiridas anteriormente. Organizar as fichas de prospecções aéreas com as devidas observações verificadas;
- Organização detalhada do canteiro de escavações, planejando-o de tal maneira que as instalações não possam interferir no andamento progressivo dos trabalhos. Os problemas logísticos da equipe devem ser previstos adequadamente e deve-se fazer a proposta de um laboratório de campo para os tratamentos preliminares do material coletado;
- Levantamento cadastral do local, compatibilizando-o com a cartografia existente. Encontrar o norte magnético e, por meio do conhecimento da declinação vigente, o norte verdadeiro. Esse levantamento necessitará ser feito, de preferência, com o emprego de recursos topográficos, como teodolitos e níveis, calculando planimetria e altimetria, com cujos dados podem ser desenhadas também secções do terreno. Os piquetes de marcação, normalmente, têm secção quadrada, em torno de 5x5cm, para permitirem a gravação das referências e devem ter comprimento suficiente para ficar com cerca de 0,50m acima do nível do terreno, depois de cravados no solo;
- Verificar, com os dados colhidos das sondagens e respectivos laudos geotécnicos, a constituição do terreno para saber as dificuldades nas escavações. Os terrenos pantanosos podem exigir drenagem e aqueles com material incoerente podem trazer a necessidade de execução de escoramento na abertura das cavas, a ser prevista no planejamento logístico.

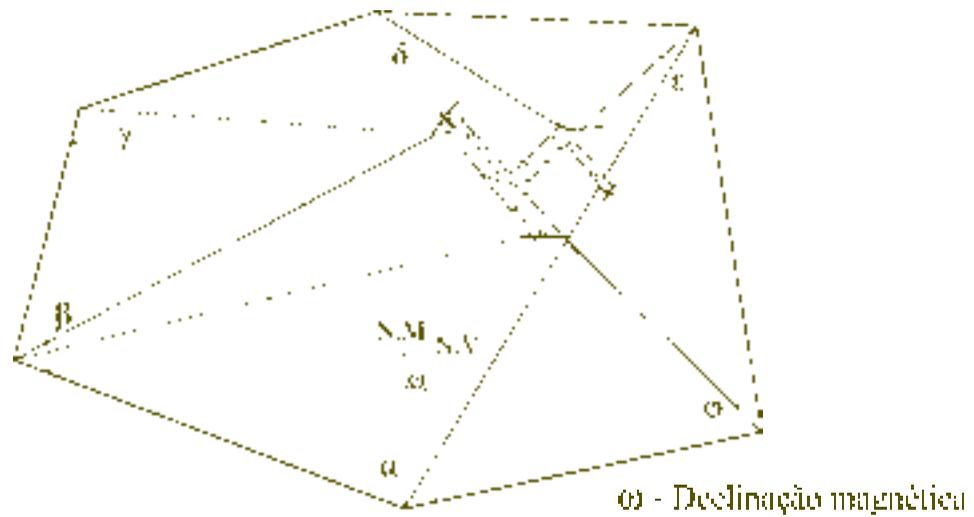


Fig. 5.13 – Amarração de vestígios através de ângulos nos cantos de uma área poligonal.

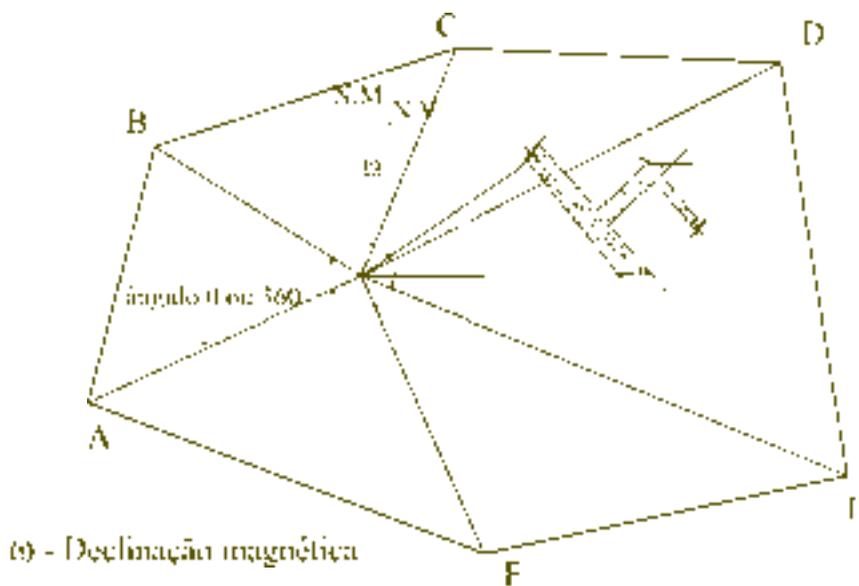


Fig. 5.14 – Amarração de vestígios através de sistema de irradiação.

## 5.8 - EXECUÇÃO DAS ESCAVAÇÕES

### 5.8.1 Ensaios de escavações

Esses Os ensaios só devem ter início quando definida a quadrícula piquetada sobre o terreno com o módulo de 1x1m e máximo de 5x5m (cinco módulos por cinco módulos). Essa quadrícula deverá tomar por base as direções Norte-Sul e Leste-Oeste, mas isso pode depender também de outros

fatores que facilitem o trabalho, ou da orientação do resto das estruturas vizinhas ainda aparentes. Não é conveniente que a quadrícula tenha um andamento longitudinal e transversal aos vestígios das paredes existentes, porque podem escapar nas sondagens alguns restos paralelos à trama (Fig. 5.15). Vejamos algumas sugestões de procedimentos para alguns casos clássicos, segundo Frédéric<sup>44</sup>:

- a. No caso de serem encontrados túmulos isolados com sua estrutura aparente: em geral, abre-se um poço de inspeção tangenciando a ocorrência arqueológica, cuidando para que a estratigrafia seja adequadamente registrada;
- b. Em conjunto de túmulos emergentes, abrir as trincheiras dentro da quadrícula de forma interrompida cobrindo toda a área (Fig. 5.16). Nunca se esquecer que a cava deve ser aberta um pouco menor que a marcação da retícula, para deixar diafragmas provisórios de solo entre as quadrículas vizinhas. Estes podem ser demolidos depois das devidas documentações (Fig. 5.18);

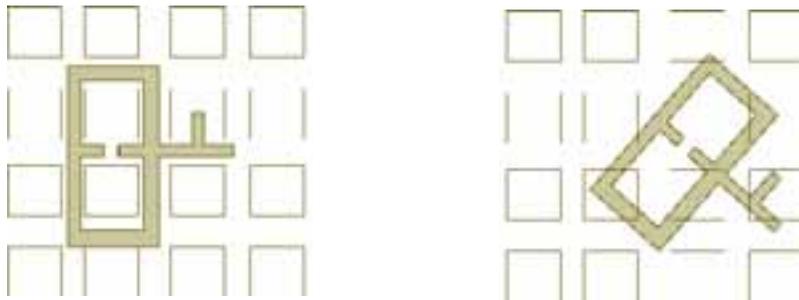


Fig. 5.15 (a) – Inconveniência da quadrícula ortogonal onde algumas paredes enterradas podem não ser vistas; (b) – Posição mais adequada para locação da quadrícula.

- c. Caso as estruturas sejam emergentes e de pequenas dimensões, atuar diretamente sobre a parte visível, criando uma quadrícula em sentido tal que permita encontrar outros trechos enterrados não visíveis. Procurar respeitar a estratigrafia. Terminadas as anotações, a terra das escavações deve ser recolocada e compactada. Não escavar jamais abaixo do plano de apoio das fundações sem o devido escoramento (Fig. 5.17), para evitar desmoronamentos. Nas regiões chuvosas, fazer uma cobertura provisória da cava;

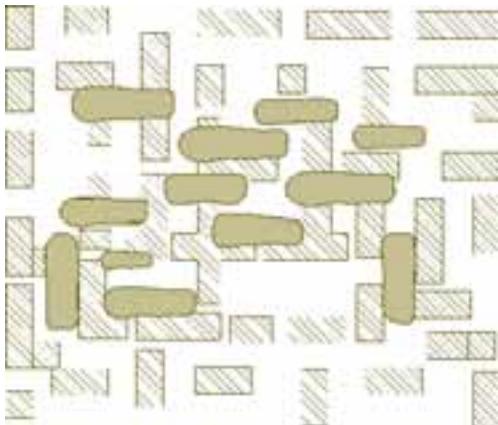


Fig. 5.16 – Busca de conjunto de túmulos.

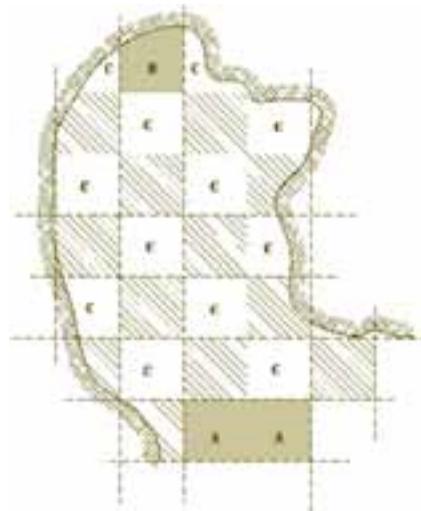


Fig. 5.17 – Prospecção em caverna.

- d. No caso de restos de pequenas dimensões, a escavação deve ser procedida dentro dos retículos, empregando dois módulos por dois (2mx2m). Se o resultado da estratigrafia e do achado dos objetos for positivo, continuar escavando as outras quadrículas;
- e. Caso seja uma gruta, na qual foram encontrados vestígios da presença humana, depois de aplicada a quadrícula base, deve-se começar a escavação piloto em uma ou mais quadrículas da entrada, seguida de outras no fundo do espaço da caverna (Fig. 5.17), utilizando um módulo por dois (1mx2m).



Fig. 5.18 – Abertura de quadrículas.

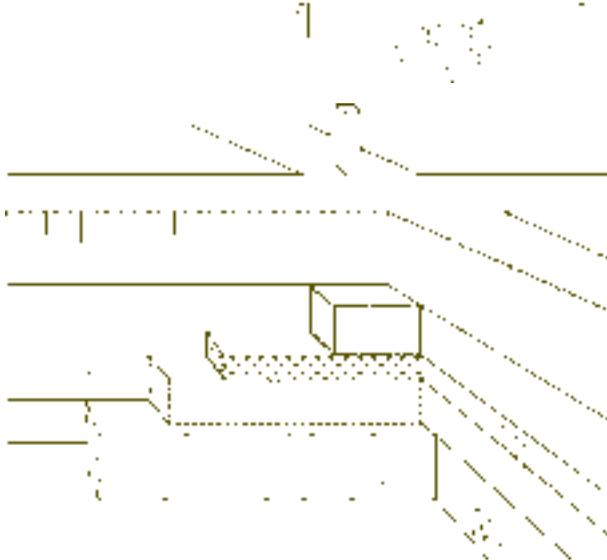


Fig. 5.19 – Testemunhos da estratigrafia.

### 5.8.2 Escavações de construções enterradas

Os trabalhos devem começar pelos ângulos da quadrícula tendo-se, todavia, o cuidado de deixar, como dissemos, uns 50cm de terra até a marcação da quadrícula vizinha, constituindo diafragmas provisórios de terra a serem removidos posteriormente, se houver necessidade. Essa é, contudo, uma tarefa difícil em terreno incoerente e, nesse caso, deve prevalecer a marcação de base. Em cada estrato, deve ser deixado um testemunho para melhor documentação da escavação (Fig. 5.19). Onde houver uma concentração muito grande de achados, deve ser utilizada uma quadrícula de madeira móvel de 1x1m, com subdivisões em cada decímetro para referenciamento em coordenadas tridi-

mensionais da posição do objeto (Fig. 5.20). De qualquer maneira, todos os achados deverão ser referenciados, por meio de coordenadas tridimensionais  $x$ ,  $y$  e  $z$ , em relação à quadricula marcada sobre o terreno (Fig. 5.20). Tais referências passam para a ficha que cada peça encontrada deve ter, juntamente com outras informações até mesmo fotográficas do local, se a peça tiver maior importância.

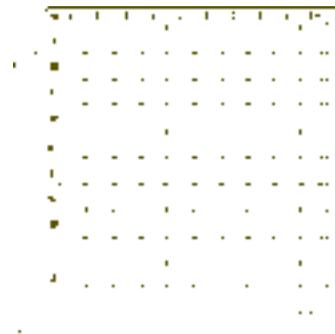


Fig. 5.20 – Módulo reticulado móvel com trama de 1 dm.

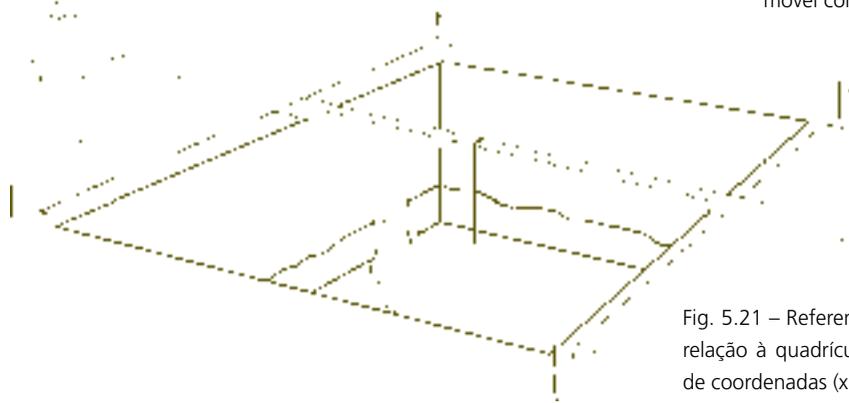


Fig. 5.21 – Referenciamento de objeto em relação à quadricula através de indicação de coordenadas ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ).

Nessa operação, muitos cuidados e observações devem ser colocados em ação para distinguir os sistemas construtivos e evitar cancelamento de evidências:

- Nas construções de madeira, ou com elementos de madeira, como as taipas de *pau-a-pique*, ter cuidado para registrar os *fantasmas* que correspondem aos espaços deixados pela madeira que apodreceu. A depender da importância do vestígio, este pode ser moldado preenchendo-se o vazio com gesso;
- Ter muito cuidado com as construções de adobe ou de taipa de pilão, para identificar bem o seu limite com o terreno. Aspersão de água (em pouca quantidade) pode ajudar a distinguir. Se for excessiva, desestabiliza o material;
- Os muros de alvenaria de pedra ou de tijolo são mais fáceis de escavar. As maiores dificuldades são obter estratigrafia do terreno quando a parede fica rente e paralela à abertura das cavas. Recomenda-se que, se aparecerem blocos de pedra ou de tijolo, não devam ser imediatamente removidos, mas deve-se continuar a escavação em profundidade. Se chegarmos, posteriormente, à conclusão de que se trata de uma pedra isolada, pode-se decidir por sua remoção. Quando um muro for escavado em profundidade, deve-se sempre deixar uma parte não removida para conservar os testemunhos de estratigrafia do terreno que se podem relacionar com as fases de construção ou reconstrução do muro. É muito importante a caracterização, em laboratório, dos materiais de construção para melhor entender as etapas de edificação do fabricado e a tecnologia construtiva da época.

### 5.8.3 Estratigrafia

Já empregamos, algumas vezes, o termo estratigrafia, cujo significado é do domínio comum. Entretanto, se quisermos uma definição clássica, poderíamos dizer que é *o estudo do conjunto de estratos, geológicos ou fósseis, depositados uns sobre os outros no decorrer do tempo*<sup>45</sup>. Esses estratos podem ser geológicos, da mesma época da ocupação humana ou produzidos, direta ou indiretamente, por ela. A correta interpretação da estratigrafia fornece informações sobre as transformações das culturas, usos e costumes dos usuários do local, permitindo até, em função dos achados, que se faça correlações temporais.

A leitura da estratigrafia estabelece duas grandes divisões nos elementos da sua composição – **estruturas horizontais** e **estruturas verticais**.

As primeiras são os pisos. Não somente aqueles originários de sistema construtivo de um pavimento, como também os de terra, originários da compactação provocada no terreno pelos pés dos usuários do local. Eventualmente, esses pisos de terra podem ter sido batidos mecanicamente com um *pilão*. Já as estruturas verticais são, na maioria, originárias das construções dos humanos, como: paredes, poços, sepulturas, igaçabas de enterramento, fornos subterrâneos e similares.

Não poucas vezes são encontrados vestígios incongruentes (misturados) no terreno, adicionando maior dificuldade à interpretação da estratigrafia, pois introduzem perturbações na respectiva leitura. Essas incongruências são provocadas, em geral, pelos seguintes fatores:

- a. **Geológicos** – deslizamento de falhas de rochas, deslizamento do terreno, erosões, falhas abertas por terremotos etc.;
- b. **Humanos** – modificações do relevo com obras e aplanamentos para culturas, aterros, escavações clandestinas e/ou escavações mal feitas nas áreas arqueológicas, poços, fossas etc.;
- c. **Animais** – animais escavadores como ratos, toupeiras, minhocas, tatus etc.;
- d. **Vegetais** – árvores com raízes possantes deslocam objetos e misturam a estratigrafia, até mesmo em locais profundos.

Toda e qualquer atividade no resgate do patrimônio histórico, arqueológico ou não, deve ser documentada por desenhos cadastrais e fotografias. Assim sendo, os estratos, na medida em que forem sendo descobertos, devem ser documentados e os objetos neles encontrados devem receber registro iconográfico especial para constar de ficha. A fotografia digital vem facilitar e baratear o custo dessa operação.

Se o terreno for argiloso e tiver coesão é possível conseguir, com os devidos cuidados, além da documentação individual de cada estrato, fazer o conjunto dos estratos (Fig. 5.22) e desenhá-los para melhor legibilidade. Esse trabalho pode ser feito com técnica fotogramétrica digital, como explicamos anteriormente. Para obter melhor definição fotográfica dos estratos na escavação, as paredes podem ser umedecidas ligeiramente com um aspersor (evitar qualquer excesso que possa produzir desestabilização). Para facilitar os desenhos e melhorar a leitura das fotografias, deverão ser colocadas referências de níveis e de estratos (em algarismos arábicos e romanos para diferenciar) presas à parede, bem como escalas de referência pintadas de vermelho e branco e fios de prumo.

A interpretação desses estratos exige preparação, perícia e experiência.

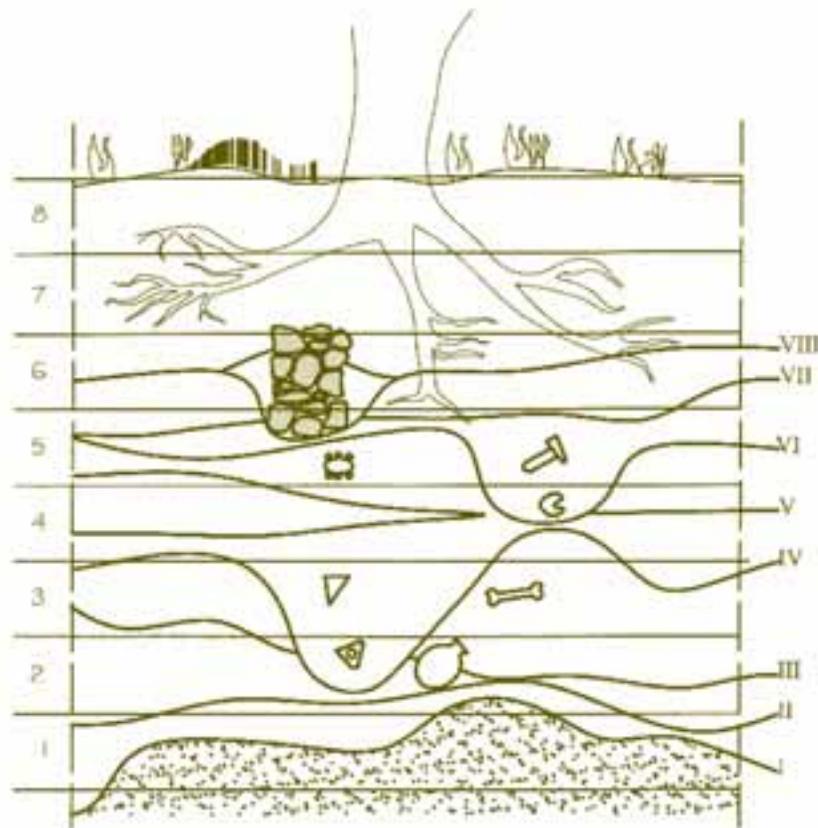


Fig. 5.22 – Exemplo de esquema estratigráfico de uma cava.

#### 5.8.4 Recuperação de objetos

Deve-se ter extremo cuidado com objetos, ossos e quaisquer outros vestígios encontrados. Para se dar continuidade à escavação, eles devem ser removidos, porém catalogados, fotografados e, eventualmente, desenhados, com indicação das coordenadas tridimensionais do local onde foram encontrados. O artefato evidenciado deverá ser desvencilhado da terra envolvente de maneira periférica, sempre com muito cuidado para evitar danos (Fig. 5.23). Na maioria das vezes, não se deverá processar a limpeza no local para evitar maiores danos à peça.



Fig. 5.23 – Passos a serem dados na liberação da terra de uma peça encontrada em escavação.

É óbvio que, quando não se tratar de peças isoladas, mas de elementos construtivos, estes não deverão ser removidos do local se estiverem relacionados com a construção existente.

Os objetos encontrados, que forem removidos, devem ser bem embalados para transporte até o laboratório do canteiro de escavações. A ficha a eles referente deve conter informações como o número de

ordem, tipo da peça, material, dimensão, quadrícula e estrato onde foi encontrado, perfeitamente referenciado com três coordenadas, eventualmente fotografia, e assim por diante. Os que ainda não foram removidos na jornada de trabalho devem ser recobertos com terra para evitar secagem abrupta.

### 5.8.5 Procedimentos conservativos no canteiro

As peças sepultadas, em geral, estão muito fragilizadas pelo longo tempo de enterramento. Por isso mesmo, quase sempre necessitam de uma espécie de *primeiros socorros*, para evitar que se desfachem no transporte para o laboratório. Essas peças deverão ser submetidas a processo de tratamento conservante e consolidante para adquirirem durabilidade. Existem medidas profiláticas possíveis de evitar a desagregação total. Eis algumas:

- a. Objetos paleolíticos – quando apresentarem incrustações duras, não há necessidade de limpá-los, ou melhor, **não se deve limpá-los** na zona de escavação. Isso deve ser confiado a um restaurador especializado que vai escolher a técnica mais adequada, em função do material do objeto e da substância incrustante;
- b. Ossos – no caso de serem encontrados ossos, devemos agir com prudência, pois podem estar em estado de extrema friabilidade. Para dar alguma consolidação, deve ser borrifada sobre eles uma solução de goma arábica ou goma laca em álcool ou água, ou até envolvê-los em gaze parafinada;
- c. Objetos de metal – quase sempre estão oxidados e/ou com incrustações. Nesse caso, é melhor não tentar retirá-los dos blocos de terra onde estão incorporados, recobrimo o bloco com gaze e parafina. O seu tratamento só pode ser efetivado em laboratório porque, muitas vezes, o metal transformou-se completamente, tornando à sua forma mineral. Para se ter uma idéia preliminar da complexidade do tratamento dos metais é interessante que se consulte o manual clássico de Planderleith e Werner<sup>46</sup>, que indica, também, o tratamento de outros materiais antigos;
- d. Madeiras – se estão muito úmidas, como no caso dos navios naufragados, não é necessário secá-las, pois isso pode trazer variações dimensionais no material, seguidas de desagregação. Deve-se colocá-las em água ou em emplastos encharcados em solução de água e álcool a 10% e levá-las para tratamento em laboratório. Se a madeira estiver seca, pode ser limpa com escovas e pincéis;
- e. Conchas e carapaças carbonáticas de animais – se fragilizadas, devem receber um tratamento de acetato de polivinila (PVA);
- f. Cerâmicas pintadas – devem ser limpas somente em laboratório, para não haver danos à pintura. As cerâmicas pintadas, porém vitrificadas, são mais resistentes e podem receber a primeira limpeza no canteiro;
- g. Cerâmicas comuns são geralmente muito frágeis, assim, recomenda-se tratamento borrifando a peça com uma solução aquosa de acetato de polivinila. Quando encontradas em local muito úmido, secá-las naturalmente à sombra;
- h. Tecidos, couros e palha trançada – requerem, quando ainda resistem, um tratamento com acetato de polivinila.

## 5.9 - BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- ACOSTA; SAIGNES, M. *Arqueologia para aficionados*. Caracas: Cultura Universitaria, 1950.
- ATKINSONS, R.J.C. *Field Archaeology*. London: Methuen, 1946.
- FRÉDÉRIC, Louis. *Manuale pratico di Archeologia*. Trad. Marcela B. Bagnasco. Milano: Mursia Editore, 1980. 401p. il (texto base).
- GURRIERI, Francesco. *Lezioni di restauro*. Firenze: CLUSF, 1978.
- HEIZER, F. *A manual of archaeology field methods*. California: Milbrae, 1949.
- PIETRAMELARA, Carla; MARINO, L. (Org). *Contributi sul restauro archeologico*. Firenze: Alinea, 1982.
- PRICE, N. P. Stanley (Org). *Conservation on archaeological excavations*. Roma: ICCROM, 1984.
- SEASE, Catherine. *A conservation manual for the field archaeologist*. Los Angeles: Institut of Archaeology/University of California, 1987.
- WEELER, Sir M. *Archaeology from the earth*. London: Oxford University Press, 1954.

## NOTAS

- 1 - Não corresponde, todavia, exatamente ao *antiquitates* dos latinos, como querem alguns. O termo, como aparece por vezes nos textos de Cícero e Plínio e outros autores, quer dizer mais **história antiga** ou **dos antigos**.
- 2 - PAONE, Rosário. Il carattere interdisciplinare della archeologia ed il ruolo dell'architetto-archeologo. In: PIETRAMELARA, Carla; MARINO, L. (Org). *Contributi sul restauro archeologico*. Firenze: Alinea, 1982. p.105-125.
- 3 - FRÉDÉRIC, Louis. *Manuale pratico di archeologia*. Milano: Mursia, 1980. p.v.
- 4 - FRÉDÉRIC. id., ibid.
- 5 - OLIVEIRA, Mário Mendonça de. A ciência, a prática e a projeção do restauro. In: ENCONTRO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO, 3º, 26-30 maio 2003, Lisboa. *Actas...* Lisboa: LENEC, 2003. p.63-72. Conferência.
- 6 - IPHAN. *Cartas Patrimoniais*. Organização de Isabelle Cury. Brasília: Ministério da Cultura/Iphan, 1995. p.110.
- 7 - A inscrição reza: *Corpo de um homem de grande engenho Filippo di ser Brunelleschi, fiorentino*.
- 8 - PETRIE, W. M. F. *Métodos e propósitos en Arqueologia*. Buenos Aires: Biblioteca de Difusión Cultural, 1907. p. 10.
- 9 - IPHAN. *Cartas Patrimoniais*, op., cit. p.17.
- 10 - CAPUTO, Giacomo. Dallo scavo all'anastilosi, dall'anastilosi al restauro. In: PIETRAMELARA, Carla; MARINO, L. (Org). *Contributi sul restauro...*, op., cit. p. 45.
- 11 - IPHAN. *Cartas Patrimoniais*. op. cit. p. 17.

12 - Evidentemente, o termo arqueologia empregado no texto de Dionísio não equivalia ao moderno conceito da palavra, referia-se ao panorama da história de Roma antes das guerras contra Cartago (Guerras Púnicas).

13 - **Teófilo** é pseudônimo empregado pelo monge beneditino Rogério (*Teophilus presbiter qui est Rugerus*).

14 - Contemporâneo e emulo de Brunelleschi, autor das esculturas da porta principal do Batistério de Florença.

15 - Considera-se que muitas informações do Vasari foram obtidas em dois antigos manuscritos apócrifos, atualmente sob a guarda da Biblioteca Nacional de Florença. Um deles é conhecido como *Il libro de Antonio Billi* (nome de seu antigo proprietário anotado no início) e o outro, *Il codice dell'anonimo Gaddiano*.

16 - LANGER, Jonni. *As origens da arqueologia clássica*. Disponível em: [http://www.galeon.com/projetochronos/concilium/nova\\_pagina\\_1.htm](http://www.galeon.com/projetochronos/concilium/nova_pagina_1.htm). Acesso em: 15/08/2007.

17 - GURRIERI, Francesco. *Lezioni di restauro*. Firenze: CLUSF, 1978. p.9.

18 - Id., *ibid.* p.11-12.

19 - O sítio de Herculano estava sob um vilarejo conhecido como Resina. Inicialmente, quando foram feitas as primeiras escavações, acreditava-se que era um sítio arqueológico, pois eram encontrados objetos sepultados, inclusive estátuas, mas não se sabia ainda que fosse a Cidade de Herculano. Somente em 1738 encontraram a inscrição *Theatrum Herculanensem*, indicando o local do edifício de espetáculos da cidade desaparecida.

20 - Outros textos de Winckelmann: *Considerações sobre a imitação das obras gregas na pintura e na escultura* (1755); *Observações sobre a arquitetura dos antigos* (1760); *Monumentos antigos inéditos explicados e ilustrados* (1767); *Tratado preliminar do desenho e da beleza...*

21 - GURRIERI, Francesco. *Lezioni...* op. cit., p.12.

22 - Trabalhar sobre as ruínas e edifícios romanos era o ganha-pão de Piranesi, já que editava as estampas dos seus álbuns, de maneira avulsa, para vender aos visitantes da Cidade Eterna.

23 - Valeria destacar os nomes de Monge, Berthollet, Caffarelli, Fourier, Conte, Denon, Dolomieu, Villiers du Terrage, Saint'Hilaire e Jomard, entre tantos outros cientistas representantes de instituições de renome como: *École Centrale, École Normale, École des Mines, École Polytechnique, École des Ponts et Chaussées, École des Arts et Métiers, Musée d'Histoire Naturelle, Jardin Botanique* e outras.

24 - Petra (do grego **pedra**) foi assim designada, provavelmente, pelo material preponderante na construção dos seus edifícios, alguns deles escavados na rocha. A presença humana no local é atestada pelos arqueólogos desde o neolítico. Foi uma cidade dos Edonitas e depois tornou-se a capital de uma das tribos árabes (Nabataenos) lá pelos 1200 a.C. Foi ocupada pelos romanos em 106 d.C., quase destruída por um terremoto no século VI, motivo do esvaziamento de grande parte dos habitantes. Passou pelas mãos dos muçulmanos e cruzados até cair no esquecimento para os ocidentais.

25 - O *speers* de Ramsés II, em Abu Simbel, foi centro de momentoso debate entre conservadores e restauradores, quando a Unesco apoiou o seu restauro com traslado para uma cota superior da montanha, para evitar a sua submersão com a construção da segunda barragem de Assuã.

26 - Frédéric usa, para este tipo de apropriação efetuada sobre monumentos da Antiguidade, o termo sarcástico de "elginização".

27 - O **demótico** era uma escrita cursiva empregada pelos antigos egípcios.

- 28 - Tendo encontrado o Palácio de Sargão, em Korsabad, Botta imaginou, inicialmente, que teria encontrado a cidade bíblica de Nínive. Em seguida verificou o seu erro e corrigiu a informação divulgada.
- 29 - MIRANDA, Fernando Márquez. *Siete arqueólogos siete culturas*. Buenos Aires: Ed. Hachette, 1959. p. 646.
- 30 - AUZAS, Pierre-Marie. *Eugène Viollet le Duc*. Paris: Caisse Nationale des Monuments Historiques et des Sites, 1979. p. 37.
- 31 - RASTRELLI, Ana. Lo scavo archaeologico. In: PIETRAMELARA, C; MARINO, L. *Contributi al restauro archeologico*. op. cit. p. 51.
- 32 - MIRANDA. op. cit. p. 514.
- 33 - WEELER, Sir Mortimer. *The Cambridge History of India: the Indus civilization (Supplementary volume)*. Cambridge: University Press, 1953.
- 34 - Ver do autor: PARROT, André. *Ninive et l'Ancient Testament*. Neuchâtel (Swisse): Delachaux & Niestlé, 1955. Também, *Ziggurats et tour de Babel, Archéologie Mesopotamienne* e outros.
- 35 - VANDIER, Jacques. *Manuel d'Archéologie Égyptienne*. Paris: A. et J. Picard, 1954.
- 36 - CONTENAU, G. *Manuel d'archéologie orientale*. Paris: J. Picard, 1927/47. 4.v.
- 37 - Para ajudar na toponímia nacional de origem tupi o nosso Teodoro Sampaio escreveu um texto clássico sobre o assunto: SAMPAIO, Theodoro. *O tupi na Geografia Nacional*. Salvador: Câmara Municipal de Salvador, 1955.
- 38 - O uso do gravador é procedimento recomendado nas inspeções de monumentos para a avaliação dos danos e posterior diagnóstico, a serem explicados em relatório ou memorial de projeto.
- 39 - SCHMIEDT, Gen. Giulio. Fotointerpretazione Archeologica. In: PIETRAMELARA, C; MARINO, L. *Contributi al restauro archeologico*, op. cit., p. 11-36. O general Schmiedt dirigiu, na Segunda Guerra, o serviço de fotointerpretação do Exército Italiano. Sendo homem culto, dedicou-se, ao passar para a reserva, à investigação do patrimônio arquitetônico (principalmente os castelos) e arqueológico da Itália, aos quais prestou relevantes serviços, por meio de seus textos e estudos.
- 40 - Id., *ibid.*, p.11.
- 41 - Id., *ibid.*, p.12.
- 42 - Id., *ibid.*, p.15.
- 43 - OLIVEIRA, Mário Mendonça. Uma metodologia para indagação arqueológica do terreno pela resistividade elétrica (processo de Wenner). *RUA*, Salvador: v.1, p. 99-113, 1988.
- 44 - FRÉDÉRIC. *Manuale...*, op. cit., p. 143.
- 45 - FRÉDÉRIC. *Manuale...*, op. cit., p.160.
- 46 - PLANDERLEITH, H. J.; WERNER, A.E.A. *Il restauro e la conservazione degli oggetti d'arte e d'antiquariato*. Milano: Mursia, 1986. 279p. il. Tradução do original inglês: *The Conservation of Antiquities and Work of Art (Treatment, Repair and Restoration)*.

## A

## ANEXO - LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1.1	Instrumento proposto por Philibert de l'Orme para medição de deflexões e ângulos.
Fig. 1.2	Modelo de nível proposto por Philibert de l'Orme, mas que na realidade é baseado em instrumentos antigos já encontrados no Egito.
Fig. 1.3	Parte dos desenhos do levantamento cadastral do complexo do colégio jesuítico no Terreiro de Jesus, em Salvador, executado pelo Sargento-mor Engenheiro José Antônio Caldas.
Fig. 1.4	Reconstituições de um corobato segundo Viviani, em cima, e segundo Perrault, abaixo.
Fig. 1.5	Reconstituição de uma "balança" ( <i>libris aquariis</i> ).
Fig. 1.6	Reconstituição de uma dióptera, segundo Venturi (1814).
Fig. 1.7	Reconstituição de uma groma.
Fig. 1.8	<i>Visório</i> , evolução quinhentista do instrumento de Heron de Alexandria.
Fig. 1.9	Diversos instrumentos de medições e levantamentos segundo W. Ryff.
Fig. 1.10	Aplicação do bastão de Jacó, segundo Riff.
Fig. 1.11	a) Aplicação do quadrante de círculo, segundo Cosimo Bartoli e b) Emprego do quadrante geométrico.
Fig. 2.1	a) escala de dobrar; b) nível de bolha; c) prumo "de face"; d) prumo "de centro".
Fig. 2.2	a) GPS; b) nível Cowley; c) estação total e mira; d) nível ótico automático; e) esquadro laser (groma moderna); f) teodolito tradicional; g) nível laser manual.
Fig. 2.3	Medidas anotadas por acumulação e diagonais.
Fig. 2.4	Levantamento de base de coluna (acumulação).
Fig. 2.5	Erro provocado por medidas tiradas em diferentes níveis.
Fig. 2.6	Processo de amarração por triangulação, que pode ser sempre usado quando não se tiver formas curvas a levantar.
Fig. 2.7	(a) Amarração de pontos através de coordenadas cartesianas; (b) emprego de cavaletes para colocar linha de referência tensionada.
Fig. 2.8	Idem, definição de perfil de um arco.
Fig. 2.9	Levantamento por coordenadas polares.
Fig. 2.10	Sistema de irradiação com coordenadas polares múltiplas do Forte do Barbalho, em Salvador. Além da irradiação interna, foi feita uma poligonal fechada externa, com irradiação de cada uma das estações.
Fig. 2.11	Levantamento do perfil de um arco ogival com coordenadas polares.
Fig. 2.12	Poligonal de amarração externa de um edifício.
Fig. 2.13	Caminhamento azimutal.
Fig. 2.14	Medição de distância por taqueometria.
Fig. 2.15	Utilização de trigonometria na medição indireta de alturas.
Fig. 2.16	Transposição de pontos inacessíveis para locais acessíveis.
Fig. 2.17	Transposição de pontos elevados para o plano horizontal. Tal operação com teodolito é muito precisa.
Fig. 2.18	Medição do diâmetro com trena dobrável.
Fig. 2.19	Medição com trena da circunferência.
Fig. 2.20	Medição do diâmetro com compasso de pontas curvas.
Fig. 2.21	Medição de muro com arrasto, com transferência de nível para cota superior.
Fig. 2.22	Medição de chanfro de envasaduras na horizontal e na vertical.
Fig. 2.23	Nivelamento efetuado com uso de nível ótico e mira graduada.

Fig. 2.24	Iconografia de nivelamento do tratado de Leon Batista Alberti (De re ædificatoria).
Fig. 2.25	Esquema de teodolito.
Fig. 3.1	Câmara escura, como apresentada na <i>Encyclopédie</i> .
Fig. 3.2	Esquema de câmara escura <i>reflex</i> .
Fig. 3.3	Heinrich Schultz. Fonte: <a href="http://www.cotianet.com.br/photo/hist/quimica.htm">http://www.cotianet.com.br/photo/hist/quimica.htm</a> .
Fig. 3.4	a) Primitiva Leica (1925); b) Leica de 1932. Fonte: <a href="http://www.crestock.com/uploads/blog/2007/Leica-1.jpg">http://www.crestock.com/uploads/blog/2007/Leica-1.jpg</a> .
Fig. 3.5	Sistema Rolleiflex TLR: a) primitiva; b) desenvolvida. Fonte: <a href="http://www.geocities.com/Petsburgh/Farm/8764/Rollei1b.jpg">http://www.geocities.com/Petsburgh/Farm/8764/Rollei1b.jpg</a> .
Fig. 3.6	Hasselblad F 1600. Fonte: Cortesia da Hasselblad.
Fig. 3.7	Asahi Pentax (SLR). Fonte: <a href="http://www.cameraquest.com/pentorig.htm">http://www.cameraquest.com/pentorig.htm</a> .
Fig. 3.8	Fig. 3.8 Nikon F-1 (SLR).
Fig. 3.9	Esquema da distância focal.
Fig. 3.10	Profundidade de campo.
Fig. 3.11	Campo aproximado das lentes grande-angular, normal e tele, para um negativo de 35mm (fotograma de 36x24mm).
Fig. 3.12	Visor antigo.
Fig. 3.13	Visor digital de uma Nikon Coolpix.
Fig. 3.14	Sistema <i>reflex</i> .
Fig. 3.15	Magazine de filme 135 (35mm).
Fig. 3.16	Estrutura da película preto-e-branco.
Fig. 3.17	Estrutura da película colorida.
Fig. 3.18	a) Pixels do um sensor CCC e CCD-HR; b) Posição do sensor na câmara digital.
Fig. 3.19	Comparação de sensores com filme 35mm, para uma mesma distância focal $f = 35\text{mm}$ .
Fig. 3.20	Lente macro da Nikon e anel.
Fig. 3.21	Lentes de aproximação.
Fig. 3.22	Anotações de fotografias em planta baixa.
Fig. 3.23	Estudo esquemático, em planta, de cobertura fotográfica simples de fachadas de um casario.
Fig. 3.24	Estudo esquemático de cobertura fotográfica simples de fachadas em elevação.
Fig. 4.1	Desenho de Albrecht Dürer mostrando sistema de captação de imagem.
Fig. 4.2	Catálogo de E. Ducretet datado de 1899. Fonte: Service de l'Inventaire General de France.
Fig. 4.3	Fototeodolitos de Ducretet segundo especificação de Laussedat. Fonte: Service de l'Inventaire General de France.
Fig. 4.4	Fototeodolitos segundo especificação de Laussedat. Fonte: Service de l'Inventaire General de France.
Fig. 4.5	Fragmento da restituição da missão de São Miguel (1981) RS. Fonte: Terrafoto.
Fig. 4.6	Levantamento primitivo da casa da Torre (1977) BA.
Fig. 4.7	Fotogrametria da Casa das Indústrias (1985) SP. Fonte: Terrafoto.
Fig. 4.8	Geometria da visão estereoscópica.
Fig. 4.9	Estereoscópios de bolso e de mesa.
Fig. 4.10	Qualidade óptica exigida em uma lente de câmara métrica.
Fig. 4.11	Condição para retificação fotográfica conservando-se a fotografia em foco em toda a sua extensão.
Fig. 4.12	Retificador Zeiss SEG-6; b) Retificador KEG-30 para fotogrametria terrestre. Fonte: ICOMOS – Photogrammetrie des monuments et des sites.
Fig. 4.13	Retificação de imagem. Centro – fotograma original; esquerda – traçado para retificação gráfica; direita – retificação fotográfica (ortofoto) com equipamento KEG-30 (Fig. 4.12 b). Fonte: ICOMOS – Photogrammetrie des monuments et des sites.
Fig. 4.14	Primitivo estereocomparador de Pulfich (c.1898) da coleção do Institut Géographique Nationale. Fonte: Service de l'Inventaire General de France.

Fig. 4.15	Estereoploter Planicart E-3 da Zeiss Oberkochen analítico capaz de restituir fotografias de grande formato (aéreas). Fonte: Catálogo da Zeiss Oberkochen.
Fig. 4.16	Imagens de Ramsés II, em Abu-Simbel, por restituição fotogramétrica do IGN. Fonte: Manuais da UNESCO.
Fig. 4.17	Aplicação da técnica fotogramétrica para a arqueologia. Fonte: Manuais da UNESCO.
Fig. 4.18	Aplicação de técnica da fotogrametria no trabalho policial. Fonte: Catálogo da Rollei.
Fig. 4.19	Alguns modelos de câmaras métricas fabricadas pela Zeiss Oberkochen. Fonte: Antigos Catálogos da Zeiss.
Fig. 4.20	Modelos de câmaras métricas da WildHeerbrugg e da Galileu italiana. Fonte: Antigos Catálogos da Wild e da Galileu.
Fig. 4.21	Geometria do sistema de bicâmaras.
Fig. 4.22	Estereopar obtido com bicâmara. Fonte: ICOMOS – Photogrammetrie des monuments et des sites.
Fig. 4.23	Câmaras semi-métricas 3003 e 6006 da Rollei. Fonte: cortesia de Hereby RolleiMetric.
Fig. 4.24	Moderna Câmara Rolleimetric digital 6008 AF. Fonte: cortesia de Hereby RolleiMetric.
Fig. 4.25	Equipamento 3D laser scanner da Leica. Fonte: <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/">upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/</a> .
Fig. 4.26	“Nuvem de pontos” da fachada da Igreja de São Francisco. Fonte: LCAD-FAUFBA.
Fig. 4.27	Estereorestituído A-40 da Wild. Fonte: Catálogo da Wild Heerbrugg.
Fig. 4.28	Estereorestituído Terragraph da Zeiss. Fonte: catálogo da Zeiss Oberkochen.
Fig. 4.29	Esquema de tomada de fotografias para restituição digital.
Fig. 4.30	Fachada da Capela de Nossa Senhora da Escada com referências (alvos); ao alto, modelos de alvos. Fonte: Cortesia de N. Grotelaars.
Fig. 4.31	Câmara de fotogrametria aérea Zeiss. Fonte: catálogo da Zeiss Oberkochen.
Fig. 4.32	Esquema da fotografia aérea.
Fig. 4.33	Fotografia aérea inclinada na qual podem ser observados vestígios arqueológicos nos campos cultivados. Fonte: gentileza do Professor Hans Foramitti.
Fig. 4.34	Sinais da localização de um antigo castelo sob campos cultivados. Fonte: gentileza do Professor Hans Foramitti.
Fig. 4.35	Esquema de cobertura fotogramétrica de uma área.
Fig. 4.36	Fotograma de um levantamento fotográfico aéreo do Centro Histórico de Salvador. Fonte: levantamento fotogramétrico de Salvador, 1977.
Fig. 4.37	Montagem de dois fotogramas aéreos da Cidade de Elvas, a Chave do Reino de Portugal, um dos sistemas fortificados mais íntegros do mundo. Fonte: Cortesia do Conselho de Elvas.
Fig. 5.1	Projeção arquitetônica para proteção de ruínas romanas de Conimbriga, Portugal. Foto do autor.
Fig. 5.2	Restauro arquitetônico de uma parte do antigo Colégio dos Jesuítas de Salvador com valorização dos vestígios arqueológicos encontrados. Foto do autor.
Fig. 5.3	Gravura de Piranesi com o levantamento do Templo da Concórdia.
Fig. 5.4	Gravura de Piranesi ilustrando a cobertura de templo dórico, segundo Vitruvius.
Fig. 5.5	Desenho de Schliemann das escavações de Tróia.
Fig. 5.6	Terreno plano.
Fig. 5.7	Terreno inclinado.
Fig. 5.8	Indicação de vestígios sobre terreno instável onde vegetação pode significar restos.
Fig. 5.9	Esquema de medição da propagação sonora. a) Produção de vibração; b) Geofone de referência; c) Geofones; d) Estruturas enterradas; e) Conexão com instrumentos de leitura.
Fig. 5.10	Radares de superfície (GPR).
Fig. 5.11	Medição com dois eletrodos.
Fig. 5.12	Medição com quatro eletrodos.
Fig. 5.13	Amarração de vestígios através de ângulos nos cantos de uma área poligonal.

Fig. 5.14	Amarração de vestígios através de sistema de irradiação.
Fig. 5.15	a) Inconveniência da quadrícula ortogonal onde algumas paredes enterradas podem não ser vistas; b) Posição mais adequada para locação da quadrícula.
Fig. 5.16	Busca de conjunto de túmulos.
Fig. 5.17	Prospecção em caverna.
Fig. 5.18	Abertura de quadrículas.
Fig. 5.19	Testemunhos da estratigrafia.
Fig. 5.20	Módulo reticulado móvel com trama de 1dm.
Fig. 5.21	Referenciamento de objeto em relação à quadrícula através de indicação de coordenadas (x, y e z).
Fig. 5.22	Exemplo de esquema estratigráfico de uma escavação.
Fig. 5.23	Passos a serem dados na liberação da terra de uma peça encontrada em escavação.





# Cadernos

*Técnicos*

MONUMENTA



Ministério  
da Cultura

