

# SIG na estruturação de sistemas de documentação integrados para gestão de patrimônio histórico com ênfase em rochas ornamentais

## *GIS in the structure of documentation systems for integrated management of historical heritage with emphasis on ornamental stones*

Ana Clara Mourão Moura, Escola de Arquitetura - Universidade Federal de Minas Gerais

Marcela Mourão Moura, Instituto de Geociências - Universidade Federal de Minas Gerais

Antônio Gilberto Costa, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais

Mônica Martins Andrade, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Lucas Saliba, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

### Abstract

*The study of the conservation status of ornamental stones used in monuments encompasses a wide variety of data. Effective control over the decorative stone elements of buildings should be based on mapping their petrographic characteristics, usage, identification of damages and agents of decay they are exposed. This paper analyzes a case study of nineteenth-century building, located in the city of Serro, Minas Gerais, Brazil. This city was an important cultural center and the first city listed by the Brazilian Institute of National Historical and Artistic Heritage in 1938. The building, called Chácara do Barão do Serro, belonged to a dealer in diamonds and features exquisite work in stone. The monitoring of the state of deterioration of the buildings contains geo-referenced data and properties from various areas of knowledge, resulting in a complex system, in four scales: territorial, local, object and microscopic. Aiming to ensure accessibility and interpretation of data, a GIS was structured to register mapping and properties of elements. It was intended to show the benefits of using GIS in the control of the deterioration status of the rocks used in monuments and propose methodology to support management of public heritage, which will allow an integrated approach of the characteristics, usage and preservation conditions of the stone elements present in monumental buildings. The use of GIS has given flexibility to diagnose the state of deterioration, which can be used to select aspects that deserve greater attention from public authorities. Further, the presentation of results in maps improves communication between the various sectors involved.*

**Keywords:** GIS, management of public heritage, integration of data, building stones, monument mapping, damage diagnosis.

### Introdução

Uma das principais mudanças de paradigma na pesquisa científica dos séculos XX e XXI foi a proposição da abordagem sistêmica para a investigação de fenômenos e entidades territoriais. Para a abordagem sistêmica os elementos não existem de modo isolado, mas devem ser compreendidos como compostos por conjunto complexo de variáveis, em constante mutação, que interagem entre si. O desafio para os pesquisadores passou a ser compor modelos, o que é identificar e isolar as variáveis componentes do sistema, assim como entender o papel de cada uma no conjunto e os processos dinâmicos relacionados às mudanças temporais e espaciais.

Os modelos, que são simplificações da realidade, devem ser suficientemente complexos para abordarem todas as variáveis componentes, mas também suficientemente simplificados de modo a promoverem visão integrada. O principal conhecimento do especialista que propõe o modelo é realizar delimitações conceituais, temporais e espaciais. O processo de modelagem espacial foi favorecido pelo surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas, que associam dados de natureza espacial e alfanumérica. Muito mais do que o simples armazenamento de dados, os SIGs permitem a proposição de modelos de integração dos dados, de modo a produzir informação.

O presente trabalho visa demonstrar a aplicabilidade dos Sistemas de Informações Geográficas no gerenciamento de dados e construção de informações sobre patrimônio histórico, mais

especificamente do material pétreo empregado em edificações históricas. A preservação de objetos construídos em pedra em edificações históricas apontam para a necessidade de uma documentação abrangente e dinâmica, com mapeamento detalhado de suas características petrográficas, formas de utilização, identificação de patologias e agentes de decaimento a que estão expostas.. Além da descrição dos objetos de cantaria propriamente ditos, para a gestão da conservação e restauro de edificações históricas é necessário um cadastro detalhado, que contenha aspectos legais, histórico de intervenções, documentos de referência, técnicos responsáveis, entre outros.

Neste trabalho, é apresentado o estudo de caso de edificação do século XIX, denominada Chácara do Barão do Serro, localizada na cidade de Serro, província de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. Construída na segunda metade do século XIX, a chácara apresenta requintado trabalho em cantaria, com elegantes balaústres e poltronas esculpido em carbonato-talco xisto.

Concluída a etapa de obtenção de dados descritivos, foi estruturado um sistema de informações geográficas - SIG, com o cadastro de dados cartográficos do mapeamento e dados alfanuméricos associados a cada elemento de cantaria. O SIG, como o próprio nome diz, teve a função de sistema de integração de informações: da escala regional à escala microscópica, e das tabelas de caracterização tecnológica dos materiais pétreos ao armazenamento de imagens, figuras, navegação virtual e mapas específicos.

## A Chácara do Barão do Serro

A cidade de Serro foi importante centro cultural no passado e tem papel especial por ser exemplo e testemunho da política de preservação nacional, visto ter sido a primeira cidade do Brasil a ser tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, em 1938. A Chácara do Barão de Serro foi originalmente residência de José Joaquim Ferreira Rabello – o Barão de Serro, comerciante de diamantes e coronel da Guarda Nacional. Construída na segunda metade do século XIX, nos tempos áureos do baronato, a chácara seguiu os moldes das chamadas “casas de arrabalde”, encontradas nos registros da arquitetura nas zonas litorâneas brasileiras (Werneck, 2008). Encontra-se nos limites urbanos de Serro, na margem esquerda do Córrego dos Quatro Vinténs, defronte à cidade da época, e ainda guarda suas características semirurais. Hoje ela é propriedade do governo do estado e gerenciada pelo IEPHA.

Segundo critérios propostos no âmbito do programa Monumenta (MEC-Monumenta, 2005), a Chácara acumula características de rara ocorrência, constituindo-se exemplar único ou excepcionalmente representativo em termos históricos, morfológicos e estilísticos, se comparado com outras edificações do mesmo período em Minas Gerais.

Foi empregada na Chácara uma rocha metamórfica de composição ultramáfica, denominada cromita-clorita-carbonato-talco xisto. É uma rocha que apresenta coloração cinza clara quando seca e cinza quando úmida e, como aspecto macroscópico característico, uma foliação marcada por bandas de composição carbonática, mais claras, descontínuas e com espessura variável. A composição mineralógica, com predomínio de minerais macios (talco, carbonato e clorita), confere à rocha baixa resistência ao desgaste por abrasão, fato confirmado no mapeamento nas alterações.

O xisto está em elementos estruturais e em requintado trabalho de cantaria, em objetos decorativos e funcionais. Ele está presente na escada de acesso principal à residência, nos balaústres e muros da varanda, em conjunto de poltronas localizado nesse mesmo local (Figura 1). No espaço interno da casa, o carbonato-talco xisto está no fogão à lenha e na pia da cozinha. Costa (2009) descreve a utilização desta rocha no sistema de abastecimento de água da casa.

De modo geral, os balaústres externos apresentam colonização biológica, na forma de pátinas alaranjadas, típicas de colonização por algas e filmes negros. Segundo Aires-Barros (2001), superfícies relativamente abrigadas da escorrência de águas pluviais, mas ocasionalmente lavadas, tendem a formar pátinas laranja predominantemente logo abaixo dos elementos protetores. Em alguns balaústres observam-se crostas brancas, com aspecto de líquen que se desenvolvem preferencialmente nas áreas externas das edificações.

## Metodologia de Trabalho

O estudo diagnóstico do estado de deterioração dos objetos de cantaria envolve levantamento dos tipos litológicos presentes, mapeamento de suas áreas de distribuição, tipos de alteração, intensidade e extensão das patologias presentes nas rochas, além da combinação entre as diversas categorias de alteração.

Na Chácara do Barão do Serro, a investigação dos elementos de cantaria foi dividida em duas etapas: uma etapa de campo e uma etapa em laboratório. No levantamento in situ foi realizada a descrição petrográfica macroscópica, mapeamento das formas e intensidades de alteração e documentação fotográfica. Em laboratório foram realizadas descrições petrográficas em microscópio óptico de luz polarizável, análises químicas de rocha total e ensaios de caracterização tecnológica. Nos ensaios de laboratório, executados em materiais similares àqueles observados nos estudos de caso, foram obtidos dados referentes a propriedades petrográficas e tecnológicas da rocha xistosa.

Após as etapas de campo e laboratório, os dados observados foram consolidados em um SIG, com dados nas seguintes escalas: territorial, local, de objetos e microscópica.

### O SIG - integrador dos dados e a construção de informações espaciais

O SIG foi estruturado de forma a incorporar dados de relevo e geologia, arquivos vetoriais da edificação, feições de caracterização dos elementos em material pétreo e dados alfanuméricos de diferentes naturezas na forma de tabelas associadas aos desenhos.

Foram construídas representações tridimensionais nas escalas territoriais e locais, com o objetivo de se compreender a inserção do objeto arquitetônico nas condições de insolação, umidade e variação térmica. Na escala territorial foi construído modelo digital de elevação e na escala local foi realizada modelagem da edificação em representação 3D.

### SIG na escala territorial

Com o objetivo de entender a inserção territorial da Chácara do Barão e identificar a origem do material pétreo empregado, foi realizado trabalho de campo para localização da pedra no mapa geológico da região. A origem do material empregado não é distante da edificação.

O material empregado é um xisto ultramáfico pertencente à Sequência Serro, da borda leste da Serra do Espinhaço Meridional. Trata-se de um de carbonato-talco xisto, cujas amostras foram coletadas no Morro do Cruzeiro, onde há uma cava desativada de cromita, com boas exposições dessa rocha. A área situa-se no limite norte do perímetro urbano da cidade do Serro. Segundo Alves (1966), mesmo antes da descoberta do depósito de cromitito na década de 1960, a prefeitura da cidade de Serro já retirava rochas desse local para pavimentação das ruas. São encontrados neste depósito três litologias, com predomínio de lentes e/ou pods de talco-clorita xisto e cromitito, contidos em um pacote de clorita-cromita-carbonato-talco xisto (Zapparoli, 2001). Esse último corresponde ao material empregado na Chácara do Barão do Serro.

Foi construído modelo digital de terreno visou estudar a topografia da região, caracterizada por sua posição no conjunto do Espinhaço e em território com variação altimétrica que vai da cota 730 a 930 metros. A mancha urbana do município, assim como a Chácara do Barão e a pedra de onde foi retirado o material, estão localizadas em região mais baixa do município, que se encontra sob forte influência dos recursos hídricos.

### O modelo digital de elevação foi construído a partir dos dados da imagem ASTER.

### SIG na escala local

A Estruturação do Sistema de Informações Geográficas foi elaborada de forma a incorporar os arquivos vetoriais de fachadas e plantas baixas (fonte Projeto Monumenta). As plantas foram georreferenciadas, e as fachadas foram armazenadas em links de tabelas associadas, a partir das quais foi realizado o “plano-referenciamento” das informações. As permitem a gestão das proposição

de requalificação e restauro da edificação, na forma de registro das intervenções realizadas e armazenamento das informações sobre as características do monumento.

As tabelas associadas às plantas armazenam, entre outros dados, links para o arquivo de navegação virtual em pontos notáveis da edificação. O arquivo de navegação virtual é uma representação em extensão “mov” composta pela justaposição de fotografias que, compostas na forma de um cilindro e com controle do fov (field of view) resultam em representação de sensação de tridimensionalidade.

A navegação virtual é um modo simplificado de estrutura uma representação tridimensional de uma paisagem, realizado de modo expedito e com o objetivo de comunicação visual dos elementos componentes do acervo histórico e paisagístico. A metodologia foi desenvolvida pelo laboratório Sirani da Universidade de Bologna em sistema definido como “Sistema Informatico Multimediale”. Entre os projetos, merecem destaque o inventário de atividades comerciais no centro de Bologna (Bartolomei, 2000) e o “Progetto Mura” que registra conjunto de fortificações da Ilha de Malta e da Igreja de Santa Caterina (Mingucci, 2000).

A partir das plantas e cortes em CAD foi elaborada representação tridimensional com o uso do aplicativo Sketchup, com o objetivo de promover a análise das ações das condições climáticas sobre os elementos pétreos (Figura 2).

A representação tridimensional da edificação foi georreferenciada no modelo digital de elevação do território a partir do aplicativo ArcScene do ArcView, com o objetivo de se simular a insolação nas fachadas em diferentes épocas do ano e em diferentes horários do dia (Figura 3) e dar condições de interpretação integrada de variáveis ambientais.

A análise da insolação resultou na observação que a fachada principal é voltada para sul e pouco insolarada, em qualquer época do ano ou horário do dia. A Chácara do Barão se encontra em fundo de vale, em área de grande umidade devido à proximidade a curso d’água. Um dos principais problemas ambientais que incidem sobre a alteração nos materiais pétreos é a umidade e ação das chuvas, o que é comprovado pela comparação de balaústres na mesma posição de fachada, mas que estão ou não protegidos pelo telhado.

## **SIG na escala de objetos**

Os elementos construídos em rocha, em edificações históricas, constituem-se objetos de estudo que têm como características serem essencialmente interdisciplinares e temporais, que tornam complexas as análises e os estudos diagnósticos. Em termos de avaliação da progressão do processo de deterioração das rochas, o cadastro de sucessivos levantamentos no SIG favorece a análise de cenários e elaboração de prognósticos, ao permitir a comparação entre variações das propriedades das rochas ao longo do tempo e taxas de deterioração.

A construção do SIG constou das seguintes etapas:

(i) Consolidação da base de dados no SIG: cadastro de polígonos dos elementos construído em rocha; cadastro dos resultados de caracterização tecnológica das rochas, realizados em laboratório; associação dos dados alfanuméricos aos polígonos (Figura 4);

(ii) Cadastro no SIG dos resultados do mapeamento: cadastro de polígonos das áreas de ocorrência das alterações em cada elemento de cantaria (Figura 5); associação de descrições das alterações (atributos alfanuméricos).

(iii) Geração de mapa temático, com a classificação dos elementos em cantaria segundo seu posicionamento para exposição solar, com objetivo de fornecer dados para a avaliação do efeito da exposição solar sobre o grau de alteração das rochas .

(iv) Geração de mapa temático da classificação dos objetos de cantaria em categorias de deterioração. (Figura 5).

O mapeamento das formas e intensidade de intemperismo foi realizado com base em metodologia proposta por pesquisadores da Universidade de Aachen (Fitzner 2004, Heinrichs & Fitzner 2007). Os três grandes grupos de intemperismo adotados neste trabalho são: perda de material rochoso; descoloração e depósitos; destacamentos. A análise temática permite entender a presença de

pátinas de cor laranja, identificadas como colonização por microflora, são mais desenvolvidas nos balaústres centrais porque que correspondem a uma área de menor insolação.

## SIG na escala de detalhe e microscópica

O SIG em escala de detalhe e microscópica é resultante da estruturação de tabelas relacionais, que se associam à tabela-mãe de Caracterização Tecnológica, e apresentam registros, por exemplo, de Petrografia, associados à tabela principal pela chave do Litotipo. (Tabela 1 e Tabela 2).

Entre as informações cadastradas nas tabelas, constam descrições e fotomicrografias de lâminas delgadas do material empregado. As lâminas destinam-se à descrição da petrografia em escala microscópica, destacando aspectos texturais e composição mineralógica, sendo possível avaliar as correlações entre as características petrográficas e as propriedades tecnológicas, tais como índices físicos, resistência à abrasão, à compressão e à flexão.

<b>Tabela: caracterização tecnológica</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>
Litotipo (chave primária)	XistoUltramafico_01
Porosidade (%)	0.79
Absorção d'água (%)	0.27
Desgaste Amsler - Face paralela à foliação (mm)	20
Abrasão Desgaste Amsler - Face $\perp$ foliação	14.8
Dilatação térmica linear - eixo paralelo à foliação (10-3 mm/moC)	9.8
Dilatação térmica linear - eixo perpendicular à foliação(10-3 mm/moC)	8.6
Compressão uniaxial - carga paralela à foliação (MPa)	18.2
Compressão uniaxial - carga perpendicular à foliação (MPa)	16.1
Resistência à Flexão 3 pontos - carga paralela à foliação (MPa)	1.5
Resistência à Flexão 3 pontos - carga perpendicular à foliação (MPa)	1.4
Petrografia (Contida na tabela-mãe e faz ligação com tabela-filha)	...

Tabela 1: Tabela-mãe de “Caracterização Tecnológica”

<b>Tabela: petrografia</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>
Litotipo (chave primária)	XistoUltramafico_01
Aspecto macroscópico	
granulação	fina a média
Textura	lepidoblástica
Coloração	cinza clara
Composição mineralógica (faz ligação com tabela-filha)	...
Fotomicrografias (faz ligação com tabela-filha)	...

Tabela 2 – Tabela-filha de “Petrografia” da qual são estruturadas novas Tabelas-filhas (exemplo: tabela de Composição Mineralógica e tabela de Fotomicrografias).

## Conclusões

A estruturação e consolidação, em um só sistema, de todos os dados relacionados a uma edificação histórica com elementos de cantaria, da escala territorial à escala microscópica, incorpora as facilidades presentes em um SIG, incluindo consultas compartilhadas, data query, visualização e geração de mapas e relatórios consolidados. A possibilidade de visualização simultânea de variáveis torna mais efetiva a comunicação entre profissionais de diversas áreas. Ao permitir a geração de mapas temáticos, com grau de deterioração e prognósticos de riscos, o SIG favorece que decisões sejam tomadas, com todos os aspectos relevantes sendo considerados. Em termos de avaliação da progressão do processo de deterioração das rochas, o cadastro de sucessivos levantamentos no SIG favorece a análise de cenários e elaboração de prognósticos, pois permite a comparação entre variações das propriedades das rochas ao longo do tempo e as taxas de deterioração. A adoção dos recursos de geoprocessamento pelos órgãos de gestão do patrimônio histórico e cultural pode se tornar interessante ferramenta para consultas às mais diversas condições do acervo segundo suas características e condições. Isto permite a avaliação do emprego de determinadas técnicas e materiais nas diferentes realidades espaciais do território, o que abre nova perspectiva histórica para o estudo do patrimônio. As caracterizações resultantes de correlações e sínteses e variáveis podem gerar um mapa de hierarquização das prioridades de intervenção no conjunto, além de favorecerem a transparência sobre a localização e os motivos de escolha de aplicação dos recursos públicos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG pelo suporte financeiro à presente pesquisa e sua apresentação.

## Referências Bibliográficas

- Alves B.P., (1966). *Região do Serro, Minas Gerais. Bauxita, níquel e cromo. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim 123: 80-82.*
- Aires-Barros L., (2001). *As rochas dos monumentos portugueses. Tipologias e patologias. Lisboa: Min. Cultura - Inst. Port. Patrim. Arquitetônico, 535 pp.*
- Bartolomei, C., (2000). *Informazione e monitoraggio sulle attività commerciali e artigianali nei centri storici, con particolare riguardo alla realizzazione di un sistema informatico multimediale riguardante le attività commerciali e artigianali del centro storico di Bologna. (Mídia CD-rom).*
- COMIG (Companhia Mineradora de Minas Gerais), (2003). *Mapa geológico do estado de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: CPRM/COMIG, Meio Digital.*
- Costa A.G., (2009). *Rochas e Histórias do Patrimônio Cultural do Brasil e de Minas. Rio de Janeiro: Bem-Te-Vi, 292 pp.*
- Fitzner B., (2004). *Documentation and evaluation of stone damage on monuments. - In Kwiatkowski, D. & Löfvendahl, R. (ed.): Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Stockholm, Vol. II, 677-690, ICOMOS, Sweden.*
- Heinrichs, K. & Fitzner, B., (2007). *Stone monuments of the Nemrud Dag sanctuary Turkey - petrographical investigation and diagnosis of weathering damage.- Z. dt. Ges. Geowiss., 158/3. Natural Building Stone Resources - Part 1. 519-548.*
- Mingucci, R., et al., (2000). *Progetto Mura; Recupero e manutenzione del sistema delle fortificazioni di Malta e Della Chiesa di Santa Caterina D'Italia. Bologna, Università Degli Studi e Ministero dei Lavori Pubblici di Malta.*
- Ministério da Cultura-MEC, (2005). *Programa Monumenta. Sítios históricos e conjuntos urbanos de monumentos nacionais: norte, nordeste e centro-oeste. Brasília : Ministério da Cultura, Programa Monumenta: vol. I, cadernos técnicos 3: 456 p.*
- Werneck G., (2008). *Serro tem patrimônio histórico revigorado. Jornal do Commercio, Rio de Janeiro.*
- Zapparoli A.C., (2001). *Os Depósitos de Cromita da Borda Leste da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais: Petrologia, Quimismo e Implicações Genéticas. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 133 p.*

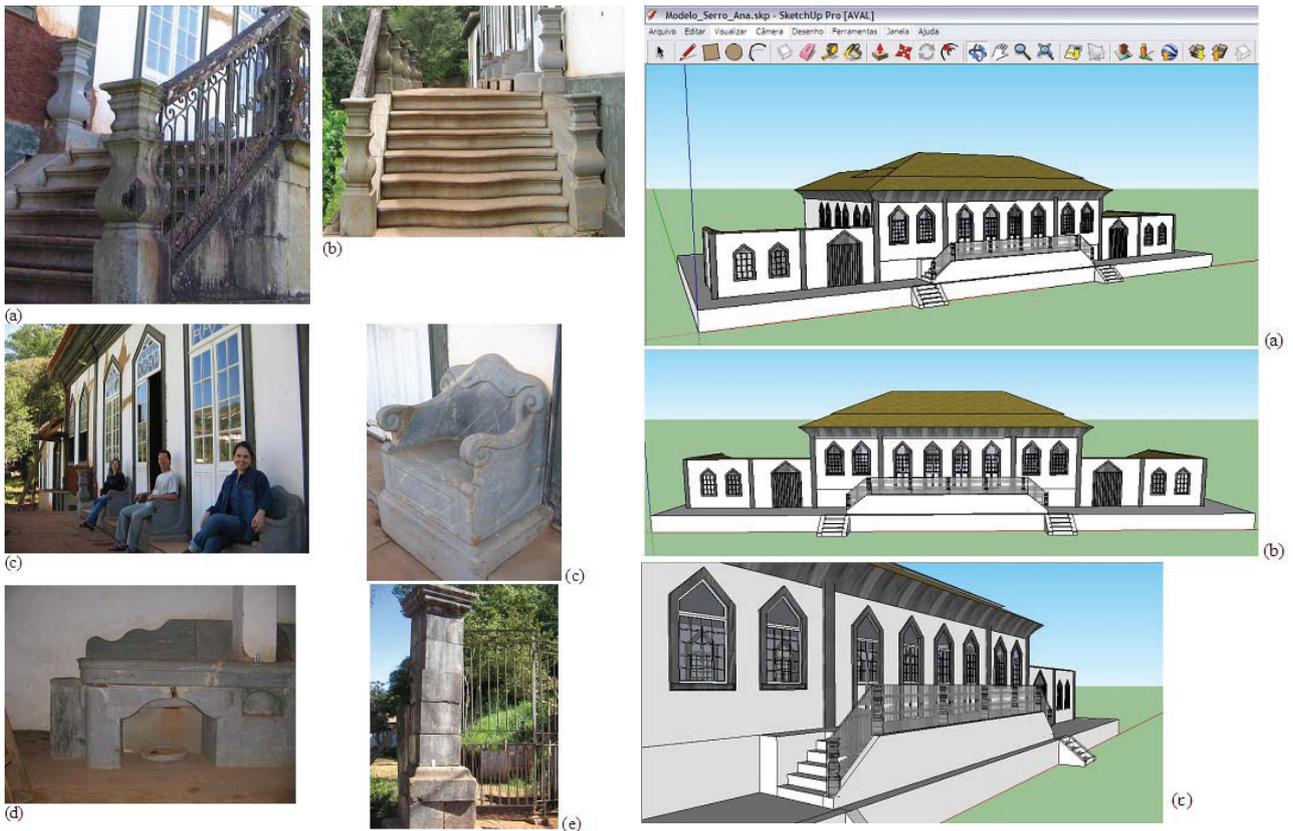


Figura 1. (a) vista lateral da fachada, com escada de acesso oeste à varanda e guarda-corpo adornado por balaústres em carbonato-talco xisto; (b) escada de acesso leste.; (c) cadeiras na fachada; (d) cozinha (fogão); (e) portão de entrada. Fotografias de maio de 2008.

Figura 2. Modelagem 3D da edificação. (a) conjunto tridimensional, (b) fachada frontal, (c) fachada frontal e (d) fachada dos fundos.

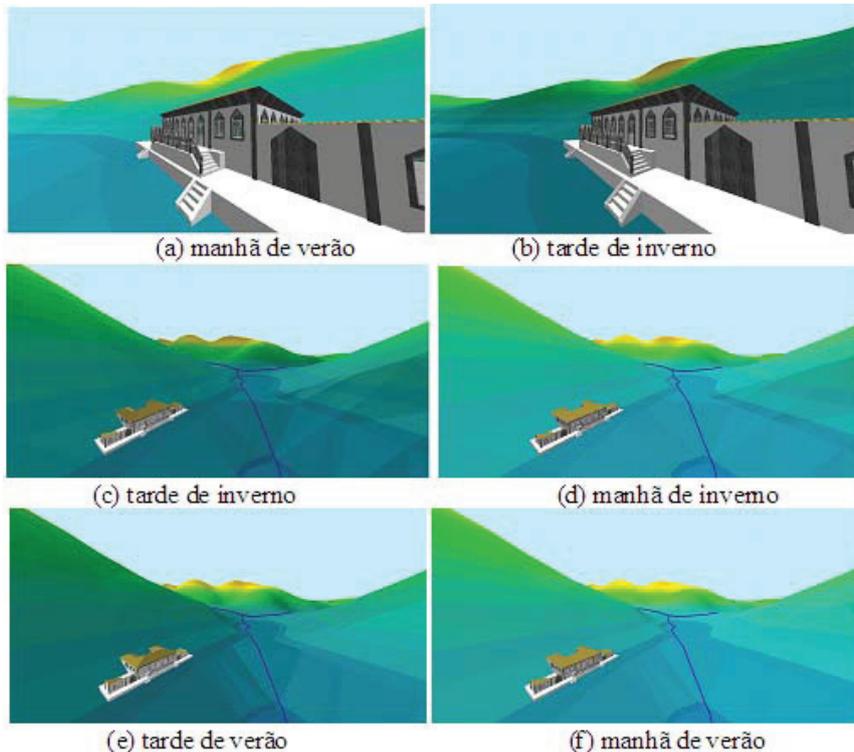


Figura 3. ArcScene - Modelagem Digital de Terreno e representação tridimensional da edificação. Insolação. Topografia com exagero vertical para fidelidade à visão do observador.

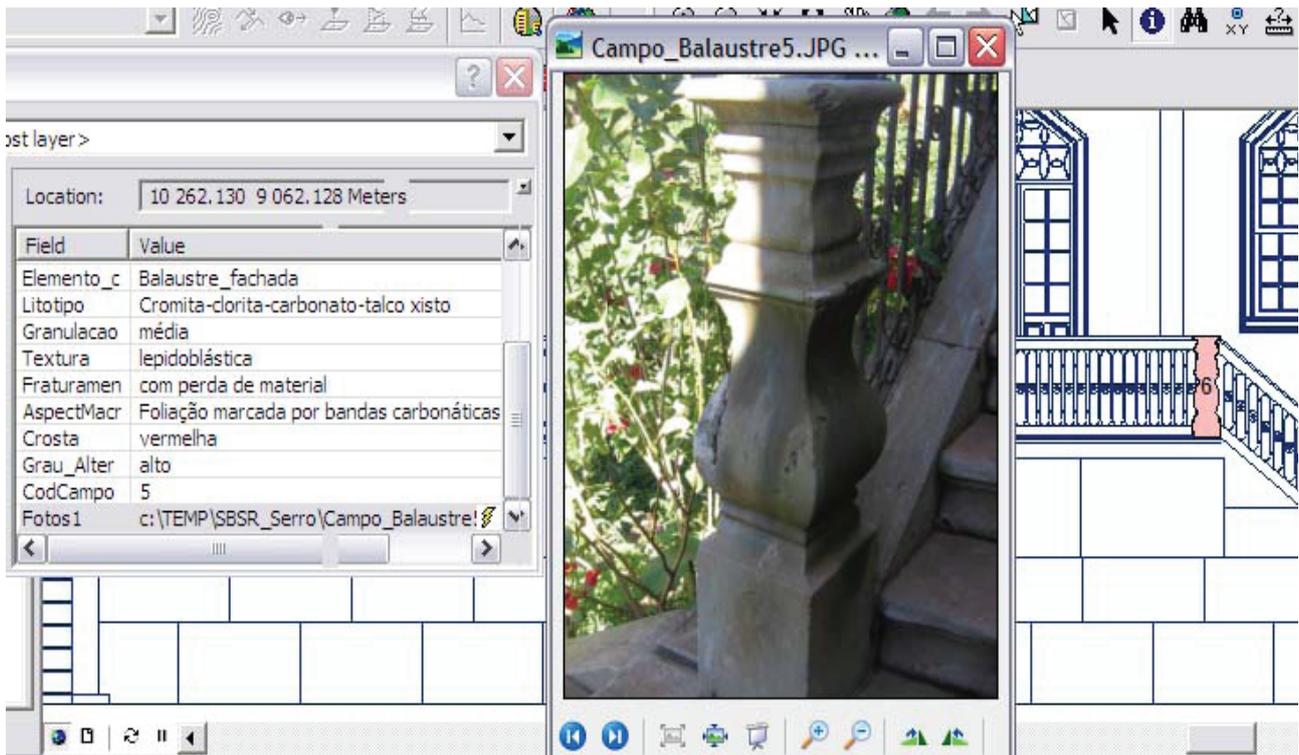


Figura 4. Telas de consulta a dados alfanuméricos e a figura associados a um shape, correspondente a um elemento de cantaria da fachada principal da Chácara do Barão do Serro.

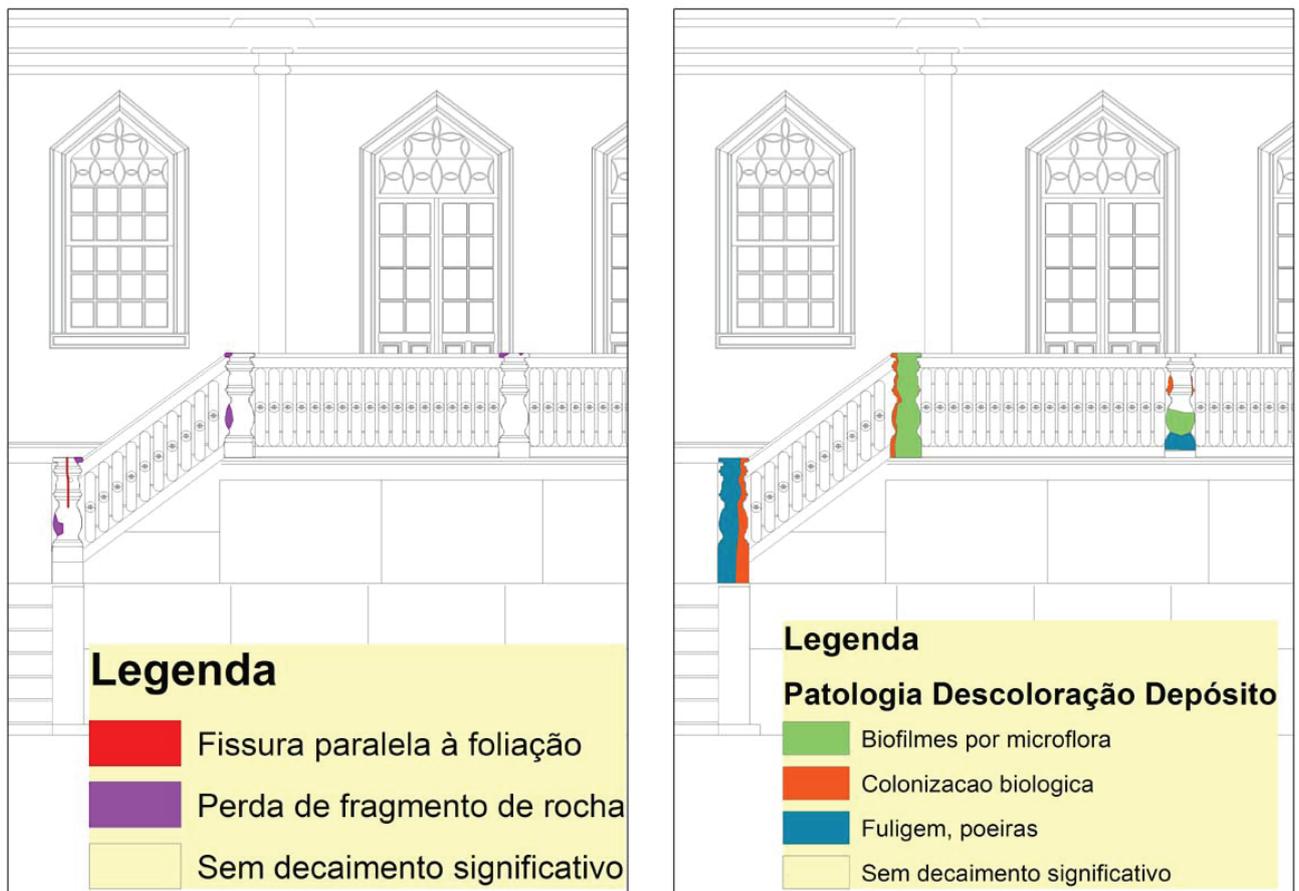


Figura 5. Representação temática de condições de patologias em material pétreo.