

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA
Coordenação

A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 1 • GEOLOGIA DE ENGENHARIA



Coimbra • Imprensa da Universidade

ESTUDOS GEOTÉCNICOS NO *CAMPUS* DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

M. A. CHAVES ¹, J. A. RODRIGUES CARVALHO ¹, P. C. LAMAS ¹ e A. P. SILVA ¹

PALAVRAS CHAVE: estudos geotécnicos, estudo de sítios, prospecção e ensaios, fundações.

KEY WORDS: geotechnical studies, site investigation, exploration and testing, foundations.

RESUMO

Sumarizam-se os programas de prospecção e ensaios realizados durante os estudos geológico-geotécnicos para as fundações dos vários edifícios construídos no *Campus* da FCT-UNL. São referidos tipos e quantidades de trabalhos, explicando-se a metodologia faseada e sequencial seguida e que levou a diminuir custos, mantendo a fiabilidade da informação pretendida. As quantidades de trabalhos são discutidas no âmbito daquela metodologia. Por fim, anotam-se alguns aspectos técnicos suscitados pelos estudos bem como a exigência de acompanhamento e fiscalização dos trabalhos na fase de prospecção e ensaios e na fase de construção.

ABSTRACT: *Geotechnical works in the Campus of the Faculty of Sciences and Technology, New University of Lisboa*

157

The paper lists the exploration and testing programs carried out for the geological and geotechnical studies for the foundations of the several buildings constructed in the *Campus* of the FCT-UNL. The types and the quantities of works

¹ Centro de Estudos Geológicos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica.

are referred to and the methodology used, which involved different phases and a programmed sequence that enabled to cut costs and maintain the reliability of the searched information is explained. The quantities of works are discussed on the basis of that methodology. At the end some technical aspects derived from the works as well as the need for technical follow-up both during the site investigations and the construction are highlighted.

1. INTRODUÇÃO

Após ter funcionado provisoriamente nos Olivais, em Lisboa, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) instalou-se em definitivo na margem sul do Tejo, em 1981, criando um *Campus* universitário com 59,2 ha, na então denominada Quinta da Torre. O grande esforço de construção do conjunto de edifícios que actualmente existe, faltando apenas a futura biblioteca para encerrar o conjunto projectado, teve início em fins dos anos 80, altura em que se construíram os edifícios III (Centro de Processamento de Dados), IV (Anfiteatros Pequenos) e V (Grande Auditório), a que se seguiriam, no âmbito do Programa Prodep, já nos anos 90, os Edifícios Departamentais (Química + Eng^a do Ambiente, Matemática e Complexo Pedagógico, Eng^a Mecânica e Eng^a Industrial, Ciências da Terra e Eng^a Civil, Eng^a Electrotécnica), e ainda o Centro de Informática e Tecnologias de Informação (CITI) e o Centro de Investigação de Materiais (CENIMAT).

Para todos os edifícios construídos na década de 90, foram realizados estudos geológico-geotécnicos, conduzidos pelo Grupo de disciplinas de Geologia de Engenharia. Idênticos estudos foram, ainda, realizados para edifícios cuja construção não se concretizou (Administração Central) ou que constituem interfaces com a FCT (Centro de Diversificação Curricular-UNINOVA, e Centro de Excelência para o Ambiente). A construção de todos estes edifícios decorreu entre 1992 (início do primeiro edifício departamental) e 2001 (conclusão do edifício de Eng^a Electrotécnica).

A programação dos trabalhos, dirigida especialmente no sentido de definir a aptidão dos terrenos para fundações, foi sendo ajustada na dependência da informação acumulada durante o desenrolar dos sucessivos estudos para os diversos edifícios. Este estudo faseado e sequencial, conduziu a uma metodologia de investigação particular.

Neste artigo resumem-se, os tipos e quantidades de trabalhos realizados nos diferentes sítios investigados explicando-se a metodologia faseada e sequencial seguida, que levou a diminuir custos mantendo a fiabilidade da informação pretendida. São abordados aspectos técnicos revelados pelos estudos e anota-se a exigência de acompanhamento e fiscalização dos trabalhos na fase de estudo e na fase de construção.

Como elementos de trabalho dispôs-se de uma carta geológica da zona, e da respectiva nota explicativa, à escala 1:2 000 (ANTUNES, M. Telles *et al.*, 1979*), e da planta de localização das obras à mesma escala e à escala 1:1 000.

2. LOCALIZAÇÃO DO *CAMPUS* E GEOLOGIA

O *Campus* da FCT-UNL (*Campus* da Caparica) ocupa, na Margem Sul do Tejo, frente a Lisboa, uma faixa de 59,2 ha, segundo direcção N-S, entre o cabeço do Castelo Picão e as proximidades do IC 20 – via rápida da Caparica (fig. 1). No *Campus*, discriminam-se três áreas: o Núcleo Central (a área inicial do *Campus*), com 16,4 ha e outras duas, o Núcleo Norte e o Núcleo Sul, respectivamente com 25,3 ha e 17,5 ha, acrescentadas posteriormente.

O *Campus* da FCT-UNL situa-se no reverso da costeira que forma parte da Margem Sul do Tejo, frente a Lisboa, no segmento geomorfológico entre a Ponte sobre o Tejo e a Trafaria. O modelado em degraus que caracteriza a escarpa deve-se à natureza dos terrenos que a constituem: bancadas alternantes arenosas, silto-argilosas e carbonatadas. Salvo perturbação local causada pela presença de acidentes tectónicos, as bancadas apresentam atitude bastante regular com direcção ENE-WSW inclinando, em geral, 6° a 8° para SSE.

No *Campus* e área envolvente, ocorrem terrenos do Miocénico médio e superior correspondentes às divisões de COTTER, V-c (Calcários com *Anomia Choffati* da Quinta das Conchas), VI-a (Argilas Azuis de Xabregas), VI-b (Grés de Grilos), VI-c (Calcário de Marvila) e VII-a + VII-b (respectivamente, Areolas de Braço de Prata e Areolas de Cabo Ruivo). Localmente, estão recobertos por solos plistocénicos e modernos. Na figura 2 estão indicados os limites entre os terrenos aflorantes no *Campus* (Núcleo Central).

Os sítios estudados localizam-se no Núcleo Central do *Campus*, com topografia suave, entre as cotas (89.00) e (102.00), inclinando 1° a 3° para nordeste.

Os testemunhos das sondagens não permitiram verificar, com segurança, a presença da sequência completa que, previsivelmente até às profundidades investigadas, poderia ser constituída, de cima para baixo, por: “Areolas”, Calcário de Marvila, Grés de Grilos, Argilas Azuis de Xabregas e, eventualmente, Calcário da Quinta das Conchas que poderá ocorrer na área de implantação do edifício CITI, referido em 3.3., onde, sob a argila se detectou um terreno rijo não amostrável com o ensaio de penetração dinâmica normalizado, SPT. A sequência que deve representar o Calcário de Marvila e o Grés de Grilos corresponderá às camadas descontínuas, irregulares e em regra pouco espessas, de solos siltosos carbonatados

* Actualização da cartografia de Lisboa, Estudo geológico da área de implantação das futuras instalações da Universidade Nova de Lisboa (Monte de Caparica), CEEPUL (Centro de Estudos de Estratigrafia e Paleobiologia, Universidade Nova de Lisboa).

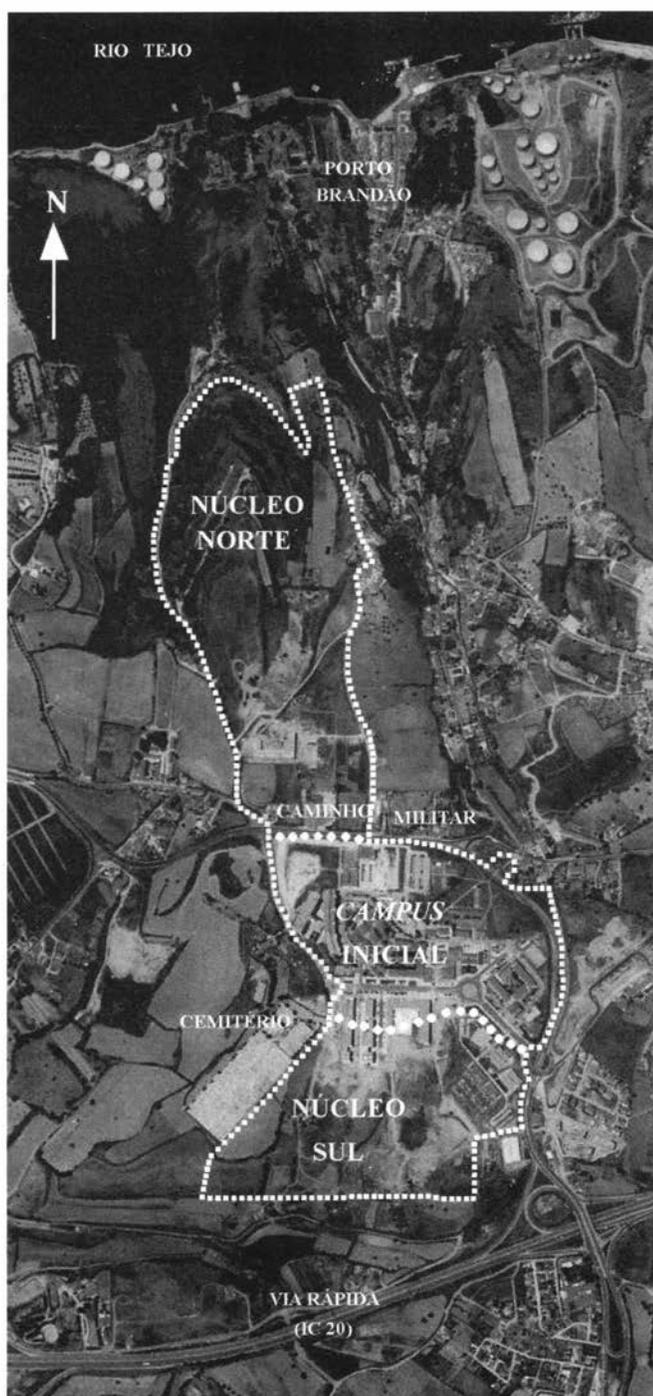
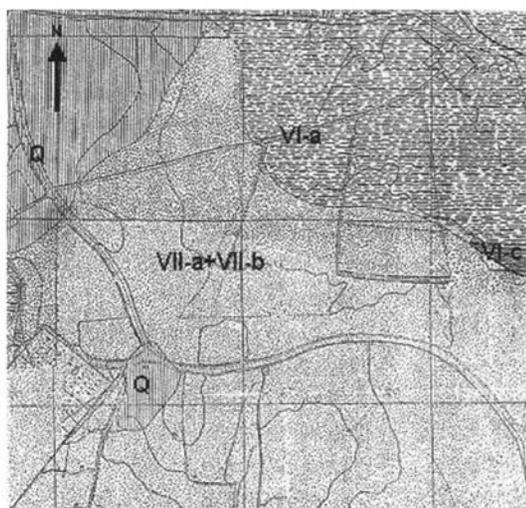


Fig. 1 – Localização do Campus (escala aproximada 1:15 000).



Legenda

Q
Plistocénico e Moderno

VII-a + VII-b
Areolas de Braço de Prata
e de Cabo Ruivo

VI-c
Calcário de Marvila

VI-a
Argilas Azuis de Xabregas

Escala aproximada 1:6 000

Fig. 2 – Geologia do *Campus* (Núcleo Central).

com fósseis, amarelo-acinzentados, sobrejacentes, na maior parte dos casos, à camada também irregular e descontínua de solos siltosos com argila, acinzentados, que por sua vez assenta em solos silto-arenosos, entre as quais não se observam horizontes de separação. As bancadas de “Areolas” e de Argilas de Xabregas situadas, respectivamente, superior e inferiormente à sequência descrita, estão bem definidas.

O nível de água acompanha frequentemente o topo da bancada de “Argila de Xabregas”, subindo em algumas zonas para o nível superior, arenoso, atingindo nalguns locais os siltes acinzentados com passagens argilosas; aprofunda, para sul, com a inclinação geral das bancadas.

3. ESTUDOS REALIZADOS

3.1. ESTUDOS PRELIMINARES

O primeiro estudo na área do *Campus* incidiu na zona leste e foi realizado em 1977-78. Deste estudo preliminar, que constou de reconhecimento geológico de superfície e execução de sondagens com trado manual (11) e com penetrómetro dinâmico ligeiro, PDL (11), ressalta a recomendação de evitar “qualquer tipo de construção na zona de mais baixas cotas, no canto nordeste” onde se situam as cabeceiras de uma linha de água que segue para norte, e a indicação de que, na restante área, os terrenos têm aptidão para fundações superficiais.

Em fins dos anos 80, foram construídos os edifícios III (Centro de Processamento de Dados), IV (Anfiteatros Pequenos) e V (Grande Auditório) em locais que, aparentemente, não foram alvo de estudos geológico-geotécnicos.

Posteriormente, antes de estar definido o plano de pormenor do *Campus*, foram realizados alguns estudos geológico-geotécnicos de sítios em áreas que se previa ocupar por construções, o que não viria a acontecer.

Em Outubro de 1989, portanto anteriormente à intervenção dos autores nos diversos estudos geotécnicos que se viriam a realizar a partir de 1991, foi executado um estudo, que constou de 9 sondagens acompanhadas de ensaios SPT, em área que só parcialmente viria a ser ocupada pelo então designado Edifício Departamental (Química e Ambiente). Em Junho e Julho de 1991, foram realizados trabalhos de prospecção no local entre os actuais campos de ténis e de futebol (3 sondagens e ensaios SPT), num local que abrangeu o terreno agora ocupado pela Caixa Geral de Depósitos e Livraria Barata, então previsto para o edifício de Administração Central (4 sondagens e ensaios SPT), e na faixa nordeste do Núcleo Sul, na bordadura da estrada de acesso ao cemitério, a ocupar pelo UNINOVA (4 sondagens, relativamente afastadas, e ensaios SPT).

3.2. ESTUDOS EM ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Após definição do Plano de Pormenor do *Campus*, foi realizado, com início em 1992, o estudo faseado dos locais dos edifícios previstos naquele.

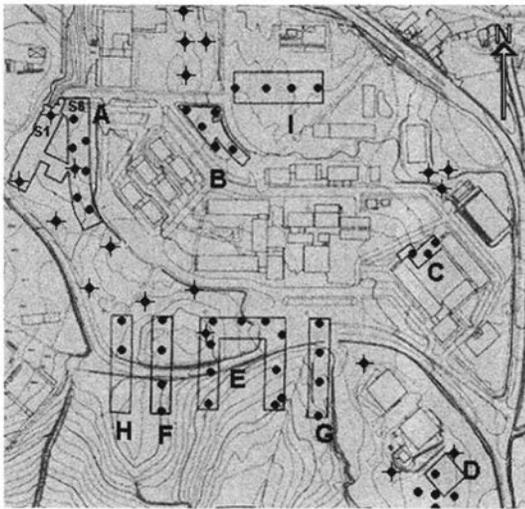
A elaboração dos programas de prospecção e ensaios, para cada local, teve em consideração as características dos edifícios, a nível de ante-projecto, designadamente o respeitante a fundações e respectivas tensões.

Para cada sítio, foi realizada análise de informação já existente, seguida de reconhecimento geológico de pormenor da zona, após o que se definiram os locais a investigar através de prospecção mecânica.

O programa de prospecção e ensaios iniciou-se com a execução de uma ou mais valas de prospecção que, possibilitaram a observação directa dos terrenos e recolha de amostras, nalguns casos indeformadas e, esporadicamente, a execução de ensaios de corte rotativo com o *vane-test* manual. A investigação subsequente constou de sondagens (fig. 3) com trados ocos (Mobile Drill B47), com SPT's, em regra, iniciados a 1 m de profundidade e espaçados, também, de 1 m.

Em todas as sondagens, foram recolhidas as amostras obtidas nos SPT's, bem como as amostras remexidas "vindas à boca" entre cada 2 ensaios consecutivos. Pontualmente, foram recolhidas amostras indeformadas com amostrador Shelby.

Nalguns locais, onde se detectaram vales preenchidos com materiais deslocados, de baixa resistência, a geometria dos mesmos foi definida através de sondagens com PDL. Foram, ainda, anotados os níveis de água e as suas posições após estabilização nos furos.



Legenda

Sondagens de estudos para:

- edifícios construídos
- ◆ projectos abandonados

Edifícios:

- A - Departamental
- B - Excelência
- C - CITI
- D - Materiais
- E - Matemática
- F - Mecânica e Industrial
- G - Electrotecnia
- H - C. da Terra e Eng^o Civil
- I - Biblioteca

Escala aproximada 1:6 000

Fig. 3 – Localização das sondagens.

Algumas das amostras recolhidas foram submetidas a ensaios de identificação, e determinação de características físicas que permitem inferir o comportamento mecânico dos terrenos. Nalguns casos, justificados pelas características macroscópicas, determinou-se a percentagem de matéria orgânica.

Salienta-se que os sucessivos planos de estudo de sítios objecto de estudo foram sendo adaptados em função do acervo de conhecimentos acumulados durante o desenrolar dos trabalhos, no tempo e no espaço.

A informação geológica sobre a área do *Campus*, já atrás referida, foi também importante no desenvolver dos diferentes planos de prospecção, já que forneceu suporte fiável para interpretar e correlacionar os resultados que se foram obtendo na sequência dos diferentes estudos.

3.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES RELATIVAS A CADA SÍTIO (LOCAL DE EDIFICAÇÃO)

Face aos objectivos deste trabalho, dos estudos para cada edifício apenas se transcrevem a localização, área de implantação, quantidades de trabalho relativas a sondagens e ensaios *in situ*, e os tipos de ensaios em laboratório realizados.

Edifício Departamental (Química e Ambiente) (1ª e 2ª fases do edifício)

A área de implantação da 1ª fase de construção do Edifício (2/3 da sua extensão), abrangeu unicamente 2 dos 9 locais de sondagem no estudo de 1989, mencionado em 3.1.

A coerência dos resultados das sondagens então realizadas na zona, indicadores de boa qualidade dos terrenos, levou a prescindir de estudos subsequentes.

Em Março de 1992, foi retomada a investigação na área de implantação do edifício, mas apenas na destinada à 2ª fase de construção, onde fora já executada 1 das sondagens realizadas em 1989. O programa de prospecção constou de 6 sondagens (69,1 m de furação) acompanhadas de 47 ensaios SPT.

A comparação dos resultados obtidos nos estudos de 1989 e de 1992, mostrou diferenças expressivas. Os valores dos SPT's obtidos em 1992 foram substancialmente inferiores aos do estudo seguinte. Durante o saneamento e regularização do local para início da obra, em 1992, a simples observação visual e táctil dos terrenos evidenciou que as suas características eram incompatíveis com os resultados do primeiro estudo. Assumiu-se que os valores determinados no segundo daqueles estudos eram fiáveis, tanto pela execução, já que se usou equipamento normalizado, como por reflectirem as condições mais desfavoráveis similares às encontradas nos estudos preliminares de locais investigados anteriormente (*vide 3.1.*) pelo que, as características obtidas nesta fase foram adoptadas para a área total de implantação e transmitidas ao projectista para reavaliação do projecto de fundações.

A fiscalização das escavações teve também subjacente o conhecimento dos terrenos adquirido nos estudos de outros locais, já realizados em 1991 (*vide 3.1.*).

Edifício “Centro de Excelência do Ambiente” (Julho de 1992)

Localização: cerca de 40 m para norte do Edifício I. Área: cerca de 1480 m². Prospecção e ensaios *in situ*: 5 sondagens com um total de 46,25 m de furação e 44 ensaios SPT's.

Edifício “Materiais” (CENIMAT) (Julho de 1993)

Localização: cerca de 250 m a SW do Edifício I e cerca de 25 m a Sul do Centro de Diversificação Curricular. Área: cerca de 900 m². Prospecção e ensaios *in situ*: 1 vala, 5 sondagens, com profundidades entre 6 m e 8,5 m (total de 37,0 m de furação), 35 SPT's e 4 PDL's. Amostragem e ensaios em laboratório: amostras indeformadas (2), na vala, para ensaios de corte consolidado não drenado, identificação, peso específico das partículas sólidas, pesos específicos aparente e saturado e teor de água; ainda 13 das amostras dos SPT para ensaios de identificação.

Edifício “Matemática e Complexo Pedagógico”(Novembro de 1993)

Localização: em frente e 30 m para sul do Edifício I. Área: cerca de 4320 m². Prospecção e ensaios *in situ*: 1 vala, 10 sondagens no total de 106,37 m de furação, 34 SPT. Amostragem e ensaios em laboratório: amostras indeformadas a 4 profundidades, na vala, para determinação de características físicas e, em duas delas, características mecânicas em ensaios de corte consolidado não drenado; ainda 2 amostras do SPT para ensaios de identificação e determinação de características

físicas (peso específico das partículas sólidas, pesos específicos aparente e saturado e teor de água).

Edifício “Ciências da Terra e Engenharia Civil” (Novembro de 1993)

Localização: cerca de 85 m a SW do Edifício I. Área: cerca de 1 820 m². A investigação incidiu apenas na metade norte do terreno devido ao então proprietário do terreno não ter permitido o acesso à área sul.

Prospecção e ensaios *in situ*: 1 vala, programadas 4 sondagens, das quais, pelo motivo apontado, foram realizadas apenas 2, num total de 20,60 m de furação e 18 SPT's. Amostragem e ensaios em laboratório: 8 amostras, para identificação, colhidas com amostrador SPT e na vala.

Edifício “Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção Industrial” (Novembro de 1993)

Localização: cerca de 50 m para SW do Edifício I. Área: cerca de 1860 m². Prospecção e ensaios *in situ*: 1 vala, 4 sondagens, num total de 39,56 m de furação e 34 SPT's. Amostragem e ensaios em laboratório: ensaios de identificação em 10 amostras de SPT e determinação do peso específico das partículas sólidas, pesos específicos aparente e saturado e teor de água em 2 amostras (da vala).

Edifício “Biblioteca” (Dezembro de 1993)

Localização: cerca de 90 metros a Norte do Edifício I. Área: cerca de 2 550 m². A área a edificar situa-se numa zona agora aplanada, correspondente a um vale bastante amplo, preenchido com materiais de aterro. O perfil do vale, relativo a uma linha de água, com direcção provável SW-NE, interpreta-se pela presença de argila magra e silte com matéria orgânica, aparentemente colúvio-aluvionares (taludes) e de silte com seixo, aluvionares (fundo).

Prospecção e ensaios *in situ*: 4 sondagens, com um total de 47,8 m de furação, 46 SPT's, e ainda 6 PDL's executados para definição da geometria daquele vale. Ensaios de identificação em 11 amostras de SPT e determinação do peso específico das partículas sólidas, pesos específicos aparente e saturado e teor de água em 4.

Edifício “Centro de Inteligência Artificial” (CITI) (Dezembro de 1993)

Localização: construído para ampliar o Edifício II, corresponde à sua ala NW. Área: cerca de 485 m². Prospecção e ensaios *in situ*: 3 sondagens com comprimentos entre 6,5 m e 8,5 m, que totalizaram 23,25 m de furação, 20 SPT's e 4 PDL's. Amostragem e ensaios em laboratório: determinado o teor em água de amostras representativas de 4 profundidades.

Edifício “Engenharia Electrotécnica” (Janeiro de 1994)

Localização: cerca de 45 metros a Sul do Edifício I. Área: cerca de 1 880 m².

Situa-se junto à cabeceira, e na vertente esquerda, de um pequeno vale com orientação NNE-SSW. Prospecção e ensaios *in situ*: 1 vala, 4 sondagens com um total de 38,35 m e 37 SPT's. Amostragem e ensaios em laboratório: das amostras dos SPT's e da vala seleccionaram-se 8 para identificação e 1 para determinação do teor de água e peso específico das partículas sólidas.

4. ALGUNS ASPECTOS DA METODOLOGIA SEGUIDA

4.1. QUANTIDADES DE TRABALHOS

A análise da metodologia seguida na programação faseada para os diversos sítios dos edifícios conduz a relações, no que respeita ao número de sondagens realizadas vs. área investigada, que se afastam de algumas propostas orientadoras. Por exemplo, afastam-se nitidamente das indicadas na Norma Brasileira NBR 8036 de Junho de 1983. Consta-se, ainda, que as relações adoptadas no decorrer dos diferentes estudos do *Campus* não se ajustam a um modelo único. Como se pode observar na figura 4 o número de sondagens adoptado foi sempre inferior ao sugerido na NBR, diminuindo significativamente numa 2ª fase de estudo e discriminam-se duas relações, divergentes entre si, uma referente aos 4 estudos realizados primeiramente, 1ª fase e outra, inferior a esta, correspondente aos estudos subsequentes, 2ª fase.

A metodologia seguida quanto ao número de sondagens (e demais trabalhos), resulta do conhecimento detalhado prévio da geologia das áreas a edificar e da zona envolvente acrescida da informação obtida nos estudos preliminares de locais, entretanto abandonados. Assim, nos primeiros estudos, apesar da malha de investigação ser larga relativamente ao habitual, mas porque se contou com pormenorizado conhecimento geológico disponível, foi possível definir a geometria dos terrenos em cada local e estabelecer correlações entre locais.

Para estabelecer estas correlações, foram efectuados ensaios de identificação para garantir confiança na classificação visual e táctil utilizada nessas mesmas correlações. Obtiveram-se, ainda, através de ensaios laboratoriais, valores para características mecânicas dos solos que se usaram, também, na aferição de valores estimados a partir dos resultados dos ensaios *in situ* ($N_{(SPT)}$).

A concordância dos resultados nos primeiros locais estudados, 1ª fase, legitimou alargar a malha de pontos de investigação nos estudos subsequentes num propósito de, mantendo a fiabilidade das conclusões dos estudos, reduzir custos.

(Nota: para o Edifício de Ciências da Terra e Engª Civil considerou-se o número de sondagens programado para a área total).

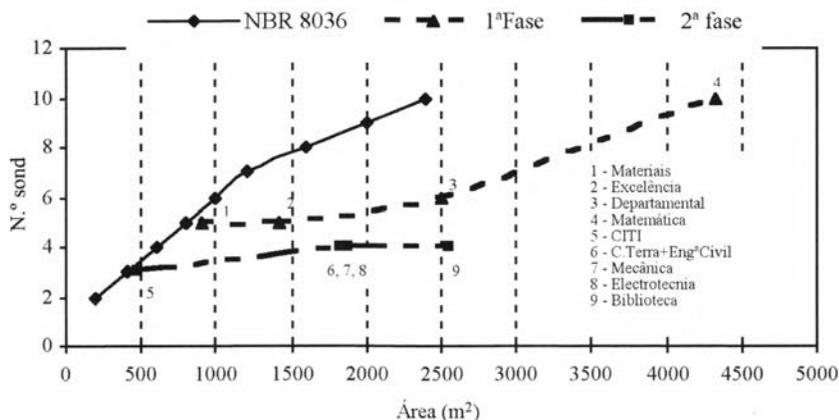


Fig. 4 – Número de sondagens vs. área investigada.

4.2. PORMENORIZAÇÃO DA GEOLOGIA LOCAL

Na correlação litológica entre sondagens verificaram-se algumas dificuldades. Por um lado a amostragem fiável era apenas de testemunhos obtidos com SPT. Por outro lado, a composição dos solos siltsos varia, quanto ao teor de argila, lateral e verticalmente, chegando a conferir ao solo, localmente, a classificação de argila. Acresce ainda, a má definição das camadas de Grés de Grilos e de Calcários de Marvila. Isto levou a que, dentro do possível, se usasse a Argila de Xabregas como camada guia. Foi possível, contudo, à medida que os estudos decorriam, estender a correlação aos locais estudados o que permitiu alargar o conhecimento geológico a aspectos particulares, nomeadamente no que se refere a interpretação de falhas e variações de fácies.

4.3. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS VALORES DOS SPT'S NO ESTUDO PARA O EDIFÍCIO "QUÍMICA E AMBIENTE"

No estudo de 1989 para o 1º edifício Departamental, obtiveram-se SPT's elevados a 3,0 m de profundidade ($N_{(SPT)} > 30$, salvo num local onde $N_{(SPT)} = 22$). Abaixo desta profundidade, na maioria dos casos o valor de $N_{(SPT)}$ foi igual ou próximo de 60. No estudo de 1992 os valores de $N_{(SPT)}$ foram substancialmente inferiores; em regra, $N_{(SPT)} < 30$ e, só pontualmente, se atingiram 60 pancadas, possivelmente devido a ocorrência de fósseis ou carbonatos.

Ainda que tenha sido verificado que o amostrador SPT usado no primeiro daqueles estudos apresentava o bordo deformado, a majoração dos valores de $N_{(SPT)}$

não parece dever-se exclusivamente ao equipamento. Também, não era admissível atribuir a degradação dos terrenos ao tempo diferido entre os dois estudos; porém as diferenças entre as épocas do ano em que se realizaram poderiam ter tido alguma influência. Considerando os valores acumulados da pluviosidade relativa aos 3 e 6 meses que antecederam os dois estudos, verificam-se, respectivamente, valores de 98,8 mm e 137,4 mm antes de Novembro de 1989 e de 133,8 mm e 273,1 mm antes de Março de 1992.

Por outro lado, o estudo de 1989 não menciona a presença de níveis de água que, em 1992 foram detectados entre 6,3 m e 8,8 m de profundidade.

Sondagens do 1º estudo (S1) e do 2º (S6), distantes aproximadamente 25 m segundo W-E, mostrando sequências litológicas equivalentes contrastam, fundamentalmente, pela ausência de nível de água e valores de SPT mais elevados na primeira, e presença de água e valores de SPT baixos na segunda.

Verifica-se outra situação singular, quanto aos SPT's, na faixa de terrenos que abrange a área do edifício de Engª Mecânica e Engª Industrial e a ala poente do edifício de Matemática e Complexo Pedagógico. Os ensaios SPT aqui realizados conduziram a valores elevados, muito frequentemente $N_{(SPT)} = 60$, muito superiores aos que se determinaram nas zonas envolventes: ala leste do edifício de Matemática e Complexo Pedagógico, edifício de Engª Electrotécnica (para nascente) e edifício de Ciências da Terra e Engenharia Civil (para poente).

Os valores mais baixos de $N_{(SPT)}$ parecem reflectir o efeito de tectonização que se interpreta através de falhas verificadas por rejeitos evidentes na camada guia (Argila de Xabregas), especialmente na zona leste onde os vales estão instalados segundo falhas identificadas, e por modificação da atitude das camadas. Não se podem atribuir as variações de resistência aos factores equipamento, pluviosidade e variações sazonais de teor em água, pois os estudos realizaram-se em Outubro (Matemática) e Novembro de 1993 (Mecânica e Ciências da Terra), utilizaram-se procedimentos e equipamentos normalizados e em perfeitas condições, e a pluviosidade não variou significativamente durante o período em que se realizaram os estudos.

5. FISCALIZAÇÃO

As escavações para as fundações, foram sistematicamente verificadas.

Constatou-se que a previsão sobre a qualidade dos terrenos, em regra foi correcta, tendo porém ocorrido algumas situações singulares merecedoras de realce. Uma delas, que manifesta a importância do acompanhamento em fase de obra, refere-se ao 1º Edifício Departamental, atrás descrita (vide 3.2.). Houve, ainda, que proceder a pequenos ajustes relativamente a saneamento e à profundidade de escavação, localmente, em situações relacionadas com a presença de vales "fósseis".

Os vales detectados, através da prospecção, no bordo sudeste dos edifícios departamentais de Matemática e Complexo Pedagógico (ala leste) e de Eng^a Electrotécnica mereceram acompanhamento especial.

A obra da nova Biblioteca, a construir em breve, terá de merecer também a inspecção cuidadosa das escavações, particularmente se for adoptada a solução de construir uma cave aproveitando o saneamento dos terrenos de aterro e aluvio-coluvionares; a geometria do vale que cruza a área de implantação do edifício, não está suficientemente definida em toda a sua extensão.

6. CONCLUSÕES

Da análise dos trabalhos realizados retiram-se alguns aspectos relevantes:

- os primeiros estudos, preliminares, conduziram à eliminação de áreas para edificação, por os terrenos ocorrentes não oferecerem segurança para a construção de fundações directas e pelo impacte ambiental resultante da obliteração de cabeceiras de linha de água;
- o acervo de conhecimentos adquiridos durante estudos faseados, em áreas amplas, e a sua correlação, permitiu elaborar programas de estudo sucessivamente menos densos, logo menos onerosos, mantendo a qualidade dos resultados;
- as correlações entre resultados obtidos nos vários sítios assentou em parâmetros bem definidos e adequados para a fiabilidade das mesmas;
- as diferenças entre os resultados obtidos de local para local, onde os trabalhos de prospecção foram acompanhados e fiscalizados, evidenciaram a necessidade de, em fase de obra, proceder ao controlo da qualidade dos terrenos ocorrentes até à cota de fundação levando a sublinhar que acompanhamento e fiscalização são exigidos tanto para os trabalhos de prospecção como em fase de obra;
- a existência de vales “fósseis”, cuja geometria não se define com rigor, destacadamente no caso do edifício da Biblioteca em que foi recomendada a execução de fundações indirectas ou equacionar a construção de uma cave que aproveitasse a escavação devida ao saneamento dos terrenos, exige, em fase de obra, acompanhamento e fiscalização permanentes para definir com rigor o saneamento a efectuar, tanto dos terrenos aluvionares como de eventuais aterros e, ainda, dos terrenos naturais *in situ*, infra-jacentes, cuja qualidade pode estar afectada; a fiscalização tomou uma feição primordial nos dois casos em que se verificaram variações laterais da resistência à cravação dinâmica e em que, num deles, não foi possível aduzir razões justificativas para tal.