

5.

Caracterização do Solo

5.1.

Determinação das Propriedades do solo

Com o intuito de se conhecer o comportamento de engenharia e caracterizar os solos estudados, foram feitos os ensaios descritos no Capítulo 4. As suas determinações foram realizadas logo após a abertura do bloco na câmara úmida.

5.2.

Apresentação e análise dos resultados

5.2.1.

Caracterização física

5.2.1.1.

Índices físicos

Os índices físicos do solo coluvionar do Campo Experimental e Quitite são apresentados na Tabela 5.1. Estes dados foram obtidos com base nas características dos corpos de prova dos ensaios de resistência, com exceção da G_s .

Foram determinadas as densidades dos grãos apenas dos solos em seus estados naturais,

Tabela 5.1 – Índices físicos dos solos coluvionares

Local	G_s	Índice de vazios	S%	γ_t (kN/m ³)
Campo Experimental	2,749	0,90	76,37	18,10
Quitite	2,664	0,69	81,90	19,12

De acordo com os valores da Tabela 5.2, o solo coluvionar do Campo Experimental apresenta menor peso específico e maior índice de vazios que o solo coluvionar de Quitite, os solos encontram-se não saturados.

A metodologia seguida para obter a densidade dos grãos foi a mesma para todos os materiais, o valor de G_s foi obtido através da média aritmética das quatro determinações, tendo uma variação máxima dos valores de 1,5% .

5.2.1.2.

Análise Granulométrica

A análise granulométrica consistiu na realização de ensaios de granulometria tanto por peneiramento como por sedimentação. A Tabela 5.2 resume as porcentagens das frações de solo encontradas e a Figura 5.1 apresenta as curvas granulométricas.

Tabela 5.2 – Resumo da Análise Granulométrica

Local	Granulometria (%)					Argila
	Pedregulho	Areia			Silte	
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina		
Campo Experimental	1,27	7,27	18,91	9,72	3,53	59,30
Quitite	9,60	16,19	13,92	6,62	3,71	49,96

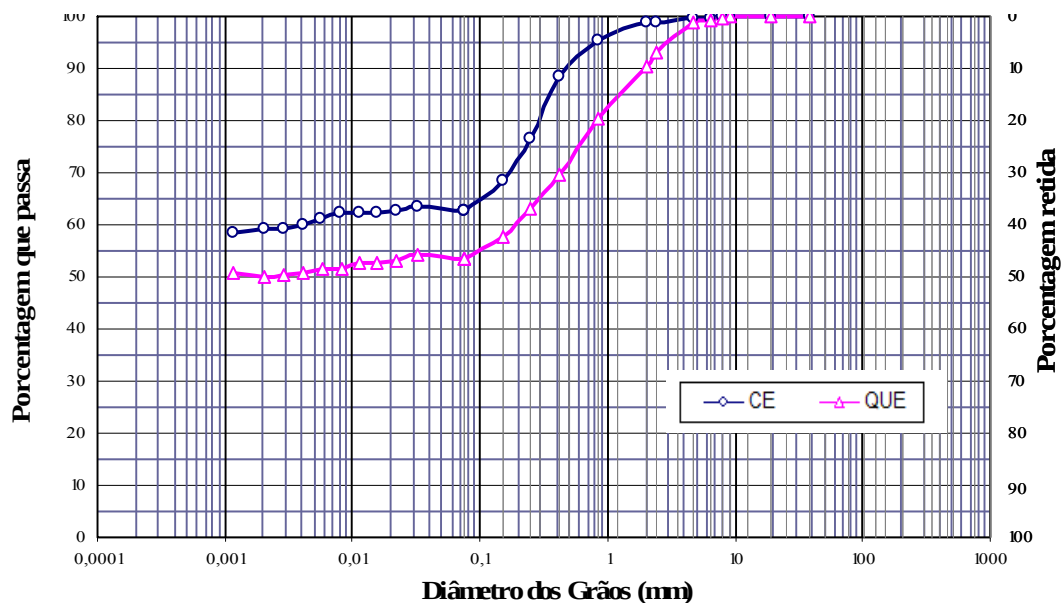


Figura 5.1 Curvas Granulométricas

O solo do Campo Experimental é constituído por um solo cuja distribuição granulométrica é basicamente composta de partículas finas, de acordo com as porcentagens apresentadas para cada fração. O material de Quitite apresentou-se uma distribuição granulométrica muito similar, porém constituído por partículas predominantemente finas.

5.2.1.3.

Limites de Atterberg

A tabela 5.3 apresenta os resultados obtidos das determinações dos limites de liquidez e de plasticidade. São apresentados também o índice de plasticidade e o índice de atividade de Skempton.

Tabela 5.3 – Resumo dos limites de Atterberg e da atividade do solo

Local	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IA
Campo Experimental	64,49	34,36	30,12	0,51
Quitite	74,22	34,61	39,60	0,79

De acordo com o Índice de Atividade de Skempton, definido como sendo $IA = \frac{\text{Índice de Plasticidade (IP)}}{\% < 2 \mu m}$, onde % < 2 μm corresponde à fração argila do solo, os dois tipos de solos são classificados com inativo.

De acordo com Mitchell (1993), quanto maior a atividade do solo, maior será sua sensibilidade a fatores como tipo de cátion adsorvido e composição química do fluido dos poros.

5.2.1.4.

Classificação dos Solos

Através da caracterização física do solo, podemos classificá-lo, no sistema unificado de classificação de solo (SUCS), que leva em consideração tanto as porcentagens obtidas pela análise granulométrica, quanto a plasticidade do solo, representada pelo índice de plasticidade (IP) e o limite de liquidez (LL). Desse modo, de acordo com o SUCS, os solos foram classificados conforme a Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Classificação SUCS do solo

Local	SUCS
Campo Experimental	Silte de alta plasticidade (MH)
Quitite	Argila de alta plasticidade (CH)

5.2.2.

Caracterização mineralógica

A identificação dos minerais, da parte fina dos solos, foi realizada por difrações de raios-X.

Difração por raios-X (DRX)

A maioria dos solos é constituída por diferentes minerais, por isso, a identificação dos constituintes por apenas um método torna-se difícil, sendo comum empregar mais de um tipo de ensaio para determinar a composição mineralógica com maior precisão.

O uso da difração por raios-X permite a determinação dos minerais que constituem o solo. No entanto, às vezes, é necessário tratar de maneira diferenciada a amostra

Os métodos utilizados foram os métodos do pó e do gotejamento. Na Tabela 5.5 são apresentados os ensaios realizados em cada local.

Tabela 5.5 – Ensaios de difração por raios-X realizados

Local	Método do Pó	Método do Pó aquecido	Gotejamento Natural	Gotejamento Glicolado
Campo Experimental	-	x	x	-
Quitite	x	x	x	x

Para o método do Pó, foi utilizado material passante pela peneira # 40, previamente seco, logo se aqueceu-se a 950°C para identificação dos minerais primários, além disso, um segundo método foi empregado, do gotejamento, foi usado para a determinação da fração argila (material passante pela peneira # 400. Para o local de Quitite também se ensaiou uma lamina glicolada, para avaliar a presença de

argilominerais expansivos, estas foram incubadas em um dessecador com vácuo durante pelo menos 24 horas. Em seguida foram levadas imediatamente para análise por difratometria de raio X.

Através da Figura 5.2 observa-se que para o solo natural do Campo Experimental há uma predominância de caulinita, estando este resultado de acordo com o encontrado por Moreira (1998), Beneveli (2002) e Duarte (2004). Além disso, observou-se presença de quartzo como mineral primário.

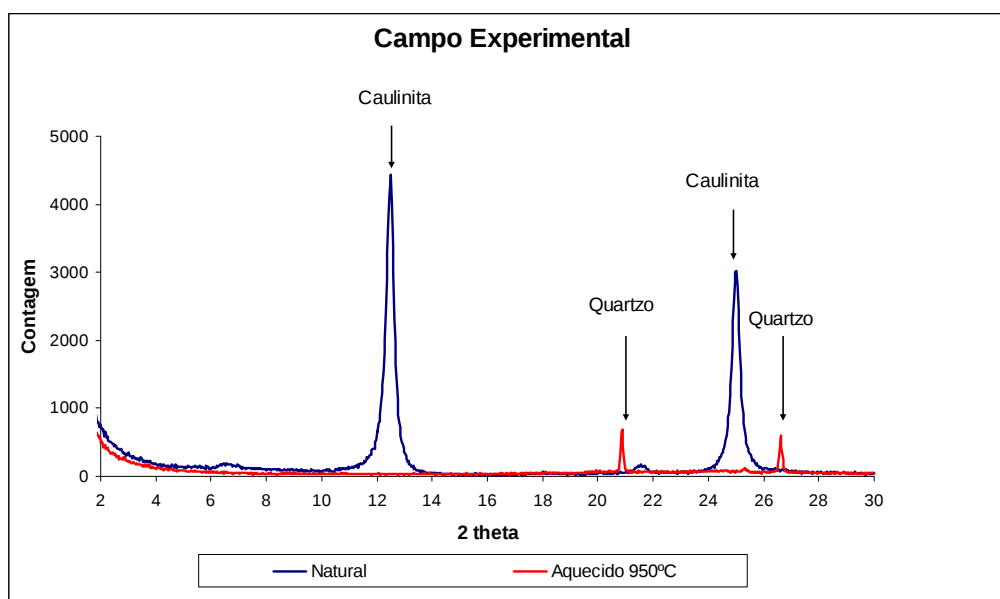


Figura 5.2: Difratograma do Solo do Campo Experimental.

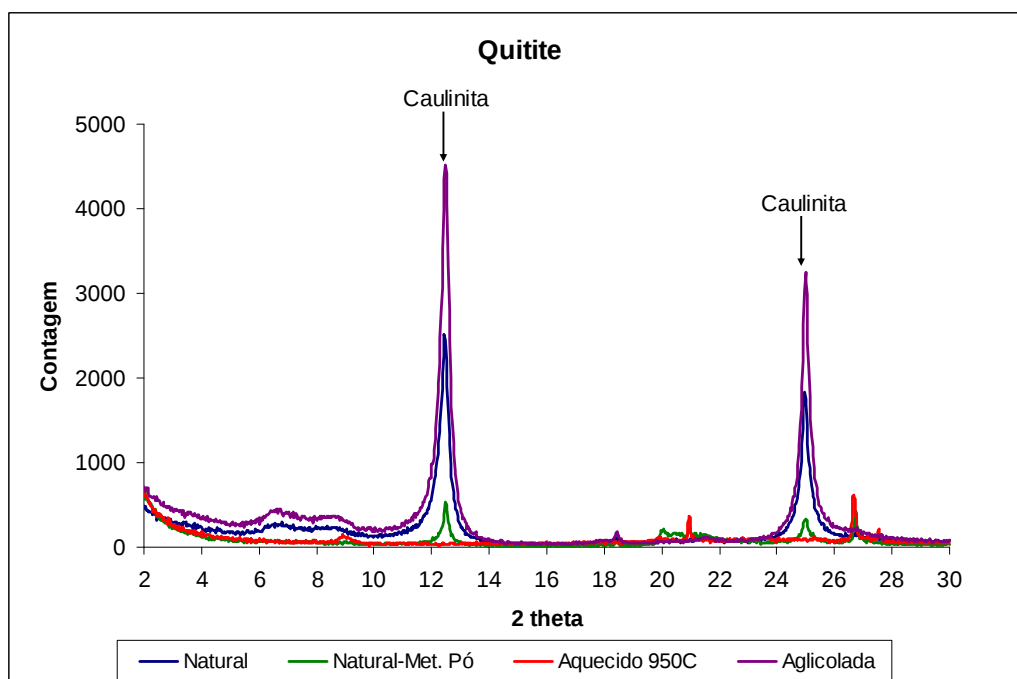


Figura 5.3: Difratograma do Solo do Quitite.

Já na Figura 5.3, foram ensaiados mediante os métodos descritos na Tabela 5.5, pode-se observar novamente a presença de caulinita.

5.3.

Caracterização química

5.3.1.

pH e condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a habilidade que um material tem em transmitir (conduzir) corrente elétrica. De acordo com Nadler e Frenkel (1980), o solo pode conduzir corrente elétrica através da água intersticial, que contém eletrólitos dissolvidos e através de cátions trocáveis, que residem perto da superfície de partículas de solo carregadas. Eles ainda afirmam que a real condutividade elétrica do solo depende do teor de água, da composição química da solução do solo e dos íons trocáveis, da porcentagem de argila no solo e da interação entre os íons não trocáveis e os trocáveis.

A determinação do pH e da condutividade elétrica foi feita simultaneamente, no caso do pH numa solução 1 : 1 (solo : água) e no caso da condutividade elétrica, no filtrado pelo funil dessa suspensão.

As condutividades elétricas encontradas para os solos em seus estados naturais são consideradas baixas, fazendo com que o solo se comporte como um material pouco condutor.

Na Tabela 5.6 são apresentados os valores de pH e condutividade elétrica obtidos para os solos estudados. A condutividade elétrica do solo do Campo Experimental e do Quitite são considerados baixos

Tabela 5.6: Valores de pH e condutividade elétrica

Local	pH	T (°C)	CE (uS/cm)	T (°C)
Campo Experimental	3,64	20,3	191,43	22,3
Quitite	3,72	20,4	147,53	22,5

Os valores obtidos para pH em água mostram que os solos estudados são ácidos ($\text{pH} < 7$). Pode-se observar que os valores apresentados da condutividade elétrica são baixos, comportando-se o solo como um material pouco condutor.

5.3.2.

Capacidade de troca catiônica (CTC)

De acordo com Yong (2001), o intercâmbio de cátions em solos acontece quando íons do fluido intersticial carregados positivamente são atraídos para a superfície da fração argila do solo. A ocorrência deste processo se deve à necessidade de satisfazer a eletroneutralidade e a estequiometria. Os quesitos de eletroneutralidade requerem que os íons trocáveis devem suprir a deficiência de carga negativa não equilibrada presente naturalmente nas superfícies de materiais argilosos. Estes íons trocáveis são denominados “cátions trocáveis”. A capacidade de troca catiônica (CTC) indica a quantidade de cátions trocáveis que um solo possui, e pode ser expressa em número de miliequivalentes de cátions por 100 gramas de solo ($\text{meq}/100\text{g}$) ou por centimol por quilo (cmol/kg).

A Tabela 5.7 apresenta-se os resultados de CTC (a $\text{pH}=7$) e a soma de Bases Trocáveis dos solos do Campo Experimental e Quitite. Indicando que os solos são lateríticos e de atividade média.

Tabela 5.7: Valores de CTC e SB

Local	CTC	SB
	cmolc/dm^3	
Campo Experimental	5,02	0,38
Quitite	5,64	0,46