

7

Conclusões e sugestões

7.1.

Conclusões

7.1.1.

Composição mineralógica, estrutura morfológica e características químicas.

O RIP estudado apresenta uma maior quantidade de minerais que de fibras, conseqüentemente, as fibras ficam recobertas por estes e as propriedades do RIP possivelmente estejam vinculadas a esta característica. Os minerais calcários (calcita e aragonita) são os que predominam no resíduo e é provável que eles tenham influência nas propriedades físicas e químicas do material. A relação fibra/mineral influiu na textura do resíduo da indústria de papel estudado.

Acredita-se que o ambiente ligeiramente básico do resíduo, a presença de nitrogênio, carbono, hidrogênio e enxofre que apresenta o RIP em estudo, permite o crescimento de fungos no material.

7.1.2.

Caracterização física, compactação e contração

O resíduo da indústria de papel estudado não apresentou trincas na contração, quando submetido ao processo de secagem à temperatura de laboratório (25 °C) e também à secagem em estufa a 110 °C. Esta característica é favorável para a possível utilização do RIP como material de cobertura em aterros sanitários, pois, estas estão vinculadas ao aumento da permeabilidade saturada.

Na secagem, o resíduo sofre grandes variações volumétricas, as mesmas têm uma relação direta proporcional às umidades iniciais de compactação. Neste trabalho registrou-se variações volumétricas da ordem de 50% para corpos de prova compactados com umidades correspondentes ao ramo úmido da curva de compactação. A dessecação no lado úmido da curva de compactação segue a linha de saturação 100% e registra as maiores variações volumétricas.

O tempo do processo de secagem do material compactado com a umidade inicial é elevado, por isso, tem-se dificuldade para trabalhar com umidades baixas.

As amostras compactadas com umidades menores que o teor de umidade ótimo (70%) apresentaram umas estruturas de tipo “granular”, onde os grãos são grumos, portanto tem-se vazios entre grumo e grumo denominados macroporos.

7.1.3. Curva de retenção

A característica principal do resíduo estudado foi seu elevado valor de entrada de ar, da ordem de 800kPa. A literatura revisada não reportou materiais com esse nível de sucção.

Não foi observada influência notável dos fungos nos resultados da curva de retenção com a técnica de papel de filtro.

Verificou-se que para amostras compactadas inicialmente no lado úmido da curva de compactação, a manipulação da amostra tem relação direta com a aparição de fungos. Uma maior manipulação indica maior oxigenação no material, e, por conseguinte, uma maior aparição de fungos.

7.1.4. Permeabilidade saturada

A permeabilidade saturada, que é um dos parâmetros necessários na determinação da função de permeabilidade, é influenciada pelo teor de umidade de compactação. Em amostras de baixa umidade (menor que 70%), a presença de macroporos pela formação de grumos rígidos contribui para o aumento de sua permeabilidade saturada. As menores permeabilidades saturadas foram apresentadas por amostras compactadas com umidades entre os limites de liquidez e de plasticidade, devido a uma maior facilidade de compactação, o que faz uma textura fina, mais homogênea e de tamanho pequeno de poros. As amostras com umidades elevadas, de comportamento fluido-plástico, apesar de não ter uma boa compactação devido ao martelo do Proctor Normal afundar-se nela, apresentaram uma permeabilidade saturada baixa, provavelmente, pela textura fina e irregular.

Foi desenvolvida uma metodologia na preparação de amostras de RIP de baixa umidade, para serem visualizadas na lupa binocular. Utilizando fitas de

teflon se consegue confinar as amostras, resolvendo o problema da baixa coesão pela presença de grumos rígidos.

7.1.5.

Análise numérica de sistemas de barreiras capilares

O programa VADOSE/W 2007 permitiu aplicar uma variedade de condições de fluxo na superfície da cobertura, como as condições ambientais (chuva, evapotranspiração, vento, temperatura, entre outros), fluxo constante e variável. As saídas gráficas do programa permitem a escolha dos locais a serem monitorados, como a interface solo fino/grosso que conseguiu estabelecer o critério de percolação igual à infiltração para localizar a ruptura da barreira capilar.

O Resíduo da indústria de papel foi utilizado como barreira capilar para diferentes simulações, verificando seu funcionamento para cada situação. Para a situação de taxas de infiltrações constantes muito baixas (análise 1), a ruptura capilar ocorreu em tempos mais prolongados e a largura máxima de desvio (L_d) foi função do tempo (Figura 6.25). Para a situação de taxas de infiltrações elevadas (análise 2), a ruptura capilar ocorreu em tempos mais curtos e a largura máxima de desvio (L_d) foi constante após da ruptura (Figura 6.28). No caso das simulações para condições ambientais, verificou-se que os valores picos da zona de máxima chuva (indicada na Figura 6.4) influenciam a ruptura da barreira capilar próximas ao topo do talude. Excluindo este pico máximo de chuva, as rupturas capilares concentram-se no pé do talude.

O fato de que o resíduo da indústria de papel ser colocado saturado gerou um fluxo descendente ao longo da inclinação da mesma camada de resíduo. O resíduo da indústria de papel manteve sua saturação próxima de 100% em todas as simulações efetuadas devido a seu elevado valor de entrada de ar (800kPa). Isto pode levar a considerar o material como um candidato à barreira oxidativa.

7.2.

Sugestões para trabalhos futuros

Do ponto de vista das estruturas morfológicas sugere-se que sejam utilizados os aumentos de 200X e 500X para estudar o conjunto fibra-mineral, e

aumentos de 3000X para a análise de fibra livre de resíduos da indústria de papel. Comparar a textura da fibra livre com uma fibra de celulose nativa. Com a finalidade de observar as estruturas morfológicas a diferente umidade e os microorganismos que possam habitar nas amostras de RIP, sugerem-se utilizar o MEV ambiental para estudar as imagens do resíduo da indústria de papel úmido.

Na utilização do material como barreira capilar sugere-se efetuar modelos físicos no laboratório que permitam verificar o efeito da barreira capilar e fazer comparações com as simulações numéricas. Elaborar um modelo à escala natural no campo, monitorando as percolações e a possível ruptura capilar, para verificar a eficácia dos estudos numéricos e aos modelos matemáticos da mesma. Realizar comparações numéricas vinculadas ao projeto de um aterro sanitário. Estudar o potencial do uso do resíduo de papel estudado como uma barreira oxidativa.

Estudar a variação da permeabilidade saturada com o tempo.