

## 5 Considerações Finais

### 5.1. Conclusões

A partir dos resultados apresentados e analisados anteriormente, foi possível chegar às conclusões abordadas neste item.

A adição, tanto de cinza de bagaço de cana-de-açúcar, quanto de casca de arroz, ao solo arenoso e ao solo argiloso estudados, proporcionou a geração de um novo material com características semelhantes às do solo puro, apresentando pouca alteração nos parâmetros de resistência do material puro ou uma melhoria destes.

A adição de ambas as cinzas ao solo argiloso propiciou melhores resultados do que quando adicionada à areia, devido às reações desencadeadas entre as mesmas e os minerais argílicos.

A seguir, serão apresentadas as principais conclusões relacionadas à adição das cinzas aos tipos de solo utilizados na presente pesquisa.

- Por meio do sistema de classificação SUCS, o solo arenoso foi classificado como sendo do tipo SP (areia mal graduada); o solo argiloso como sendo do tipo CH, correspondente a uma Argila Arenosa de média plasticidade; a cinza de bagaço de cana-de-açúcar como silte de baixa plasticidade (ML); e para as misturas desta cinza com solo arenoso, a classificação enquadrou-se no grupo SM (areia siltosa); as misturas de cinza com solo argiloso mantiveram a mesma classificação SUCS que o solo argiloso puro.
- Os resultados da composição química da cinza de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram teores médios de  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e elevado teor de  $\text{SiO}_2$ , que são positivos para a ocorrência das reações pozolânicas, as quais integram o processo de estabilização química do solo.

- Por meio dos ensaios ambientais, solubilização e lixiviação, realizados nesta cinza, foi possível classificar-se o material: a cinza classifica-se como material não perigoso por meio do ensaio de lixiviação. A cinza de bagaço de cana-de-açúcar foi classificada como pertencente à Classe II B – Resíduo Inerte.
- A cinza de casca de arroz foi classificada, de acordo com o Sistema SUCS, como silte de baixa plasticidade (ML). Para as misturas com solo arenoso, a classificação enquadrou-se no grupo SM (areia siltosa) e, para misturas com solo argiloso, manteve a mesma classificação do solo argiloso puro.
- Os resultados da composição química da cinza de casca de arroz apresentaram teores médios de  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e elevado teor de  $\text{SiO}_2$ , que são positivos para a ocorrência das reações pozolânicas, as quais integram o processo de estabilização química do solo.
- Quanto aos ensaios de compactação, verificou-se que o teor de cinza exerce influência sobre os parâmetros de compactação. De modo geral, observou-se uma redução do peso específico seco máximo com a adição de cinza ao solo.
- As análises dos resultados dos ensaios de cisalhamento direto comprovaram a influência já conhecida dos seguintes fatores: tipo de solo e teor de cinza.
- Quanto ao tipo de solo: o ganho de resistência foi mais acentuado para as misturas com solo argiloso do que os obtidos para aquelas com areia, o que se deve ao desenvolvimento de reações dos minerais do solo argiloso com as cinzas, contribuindo para uma maior cimentação do material.
- Quanto ao teor de cinza: para as misturas com solo argiloso, verificou-se que o melhor comportamento obtido foi com o teor de 20%, para as misturas com ambas as cinzas. Para as misturas com areia, como não houve um aumento proporcional da resistência com o aumento do teor das cinzas foi difícil determinar um teor ótimo de cinza a ser utilizado.

- Por meio dos resultados obtidos, foi possível concluir que a inserção de cinza de bagaço de cana-de-açúcar, aos solos argiloso e arenoso em estudo, mostra-se viável, uma vez que resultaram em melhoria dos parâmetros de resistência ou não causaram alterações significativas. Para a cinza de casca de arroz, em misturas com solo arenoso, a aplicação não se mostrou viável, visto que, para ambos os teores de cinza, houve um decréscimo no ângulo de atrito e nenhum acréscimo de coesão. Nas misturas com solo argiloso, a aplicação da mesma cinza mostrou-se viável, haja vista que sua aplicação resultou em melhoria dos parâmetros de resistência.

## **5.2. Sugestões para pesquisas futuras**

A seguir, serão citadas algumas sugestões para que o conhecimento do comportamento destes materiais possa ser ampliado e para que se possa prosseguir com os estudos sobre estabilização de solos com a inserção de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar e de casca de arroz:

- Analisar o comportamento mecânico de misturas de ambas as cinzas em ensaios triaxiais;
- Analisar o comportamento mecânico de misturas com outros teores das cinzas e para diversos tipos de solo;
- Avaliar o comportamento ambiental das misturas solo-cinza de casca de arroz, realizando ensaios de lixiviação e solubilização para as misturas que apresentam melhores resultados, uma vez que os resíduos foram classificados como não inertes;
- Avaliar misturas solo arenoso-cinza de bagaço de cana-de-açúcar/casca de arroz-cal com tempos de cura, a fim de se estudar a potencialidade de aplicação destas cinzas juntamente com a cal;
- Realizar ensaios que permitam a análise do comportamento dos materiais a maiores deformações axiais;
  - Avaliar a potencialidade da utilização das cinzas por meio de ensaios de campo em verdadeira grandeza, monitorando-se seu

comportamento mecânico e a ocorrência de eventuais interações dos rejeitos com o meio ambiente no decorrer do tempo.