

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Efeito de escala na densidade de leitos fluidizados de minério de ferro. Leitos com diâmetros de 0,05; 0,14 e 0,28 m. (VOLK <i>et al</i> , 1962).....	13
Figura 2.2 – Tipos de bolhas em leito fluidizado: (a) bolha com cúpula esférica; (b) bolha bidimensional; (c) pistonado simétrico; (d) pistonado na parede; (e) pistonado bidimensional. (MATSEN, 1996).....	14
Figura 2.3 – Divisão de uma bolha (ROWE <i>et al.</i> , 1971).....	17
Figura 2.4 – Difusividade axial de corrente de sólidos em leito fluidizado. (MATSEN, 1996).....	18
Figura 2.5 – Distribuição longitudinal da frequência média de bolhas (TOMITA & ADACHI, 1972).....	26
Figura 2.6 – Distribuição longitudinal da fração de volume médio de bolhas. (TOMITA & ADACHI, 1972).....	28
Figura 2.7 – Esquema do sistema experimental com dois leitos fluidizados. A relação de escala é 1/3. Fonte:Zhang & Yang (1987).....	32
Figura 2.8 – Fotografias dos leitos menor e maior, respectivamente, com velocidades de fluidização diferentes: (a) $U/U_{mf}=1,79$ ; (b) $U/U_{mf}=2,09$ ; (c) $U/U_{mf}=2,40$ . Fonte: Zhang & Yang (1987).....	33
Figura 2.9 – Esquema de dois leitos com similaridade geométrica completa. Fonte: Horio et al (1986).....	34
Figura 3.1 - Esquema da planta de bancada.....	37
Figura 3.2 – Vista geral da planta de bancada.....	38
Figura 3.3 – Vista da planta de bancada em operação com combustão de carvão.....	38
Figura 3.4 – Esquema da planta piloto.....	40
Figura 3.5 – Vista da planta piloto em operação de combustão de carvão.....	42
Figura 3.6 – Detalhe mostrando o módulo do leito incandescente.....	43

Figura 3.7 – Vista do aquecedor de ar elétrico acoplado ao reator de bancada. Observa-se também as duas válvulas de esfera para a seleção de ar quente ou frio para a operação do reator.....	45
Figura 3.8 – Câmara plena com 23 agulhas injetoras do gás GLP para aquecimento inicial do leito. Os tubos capilares são inseridos dentro das torres injetoras de ar de fluidização.....	46
Figura 3.9 – Placa de injetores tipo torre. Note-se os orifícios de entrada de ar de 12,5 <i>mm</i> de diâmetro, onde as agulhas de gás GLP são inseridas e o tubo para drenagem do leito.....	46
Figura 3.10 – Detalhe da placa de injetores tipo torre. Note-se o orifício de 42 <i>mm</i> de diâmetro no centro da placa, utilizado para esvaziamento do leito.....	47
Figura 3.11 – Vista das válvulas rotativas desmontadas da planta de bancada.....	48
Figura 3.12 – Desenho do eixo das válvulas rotativas de carvão e de calcário da planta de bancada.....	48
Figura 3.13 – Desenho com as dimensões dos silos, corpo das válvulas rotativas e tubulação até a entrada do reator. O carvão e o calcário entram por gravidade no reator de bancada.....	49
Figura 3.14 – válvulas montadas e acopladas nos respectivos silos de armazenamento de carvão e de calcário.....	50
Figura 3.15 – Curva de calibração da válvula rotativa da planta de bancada com carvão CE-4800.....	50
Figura 3.16 – Curva de calibração da válvula rotativa da planta de bancada com calcário DP de Ipeúna.....	51
Figura 3.17 – Distribuição granulométrica do carvão CE-4800 utilizado neste trabalho. O diâmetro médio calculado corresponde a 0,445 <i>mm</i> (445 $\mu$ m).....	51
Figura 3.18 – Distribuição granulométrica do calcário DP de Ipeúna utilizado neste trabalho. O diâmetro médio calculado corresponde a 0,484 <i>mm</i> (484 $\mu$ m).....	52
Figura 3.19 – Vista das válvulas rotativas desmontadas da planta piloto. As válvulas têm paletas de latão de espessuras diferentes: as paletas para carvão são menos espessas que as paletas para calcário.....	53
Figura 3.20 – Vista da válvula rotativa de calcário instalada numa das linha de alimentação de sólidos da planta piloto.....	53

Figura 3.21 – Curva de calibração da válvula rotativa da planta piloto com carvão CE-4800.....	54
Figura 3.22 – Curva de calibração da válvula rotativa da planta piloto com calcário DP de Ipeúna.....	54
Figura 3.23 – Vista dos analisadores de gás e suas respectivas unidades de amostragem.....	56
Figura 3.24 – Esquema da linha de amostragem de gases empregada na planta de bancada. A linha é basicamente toda de mangueira teflon $\varnothing$ 1/4” e comprimento total em torno de 3,5 m até a entrada do filtro do distribuidor.....	58
Figura 3.25 – Esquema da linha de amostragem de gases empregada na planta piloto. A linha possui um comprimento total de 18 m até a entrada do filtro com distribuidor....	59
Figura 3.26 – Vista da caixa quente e de parte da linha de amostragem de gases utilizada na planta piloto.....	60
Figura 5.1 – Velocidades de fluidização em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	96
Figura 5.2 – Temperaturas do leito em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	96
Figura 5.3 – Concentrações de SO <sub>2</sub> na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	97
Figura 5.4 – Concentrações de THC na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	97
Figura 5.5 – Concentrações de NO <sub>x</sub> na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	98
Figura 5.6 – Concentrações de CO na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....	98

- Figura 5.7 – Concentrações de  $\text{CO}_2$  na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....99
- Figura 5.8 – Concentrações de  $\text{O}_2$  na descarga em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....99
- Figura 5.9 – Conversões de calcário no leito em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....100
- Figura 5.10 – Coeficientes globais de taxa de reação de calcário no leito em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....100
- Figura 5.11 – Eficiência de absorções de  $\text{SO}_2$  por calcário no leito em função da relação Ca/S nas plantas de bancada (PB) e piloto (PP) operando com níveis de altura do leito baixo (NB) e alto (NA). Os testes replicados apresentam “r” no final do símbolo.....101