

10 Resultados (Parte 07)

Devido ao fato do tubo deste estudo ser UOE com solda longitudinal é necessário observar os efeitos do curvamento com frequência de 500 Hz e potência de 205 kW na junta soldada presente na curva e na zona de transição da curva para o trecho reto.

10.1. Efeitos do curvamento a quente na junta soldada longitudinal

As macrografias da junta soldada por arco submerso (AS) nas regiões do trecho reto, zona de transição e curva são similares e serão representadas pela macrografia da junta soldada na região da curva (figura 92). As micrografias encontram-se nas figuras 93 e 94 e representam o primeiro e o segundo passe da junta soldada, respectivamente. A distribuição de microdurezas nas regiões da junta soldada do tubo na condição de como recebido (trecho reto) e as alterações promovidas pela operação de curvamento a 500 Hz encontram-se nas figuras 95, 96 e 97.

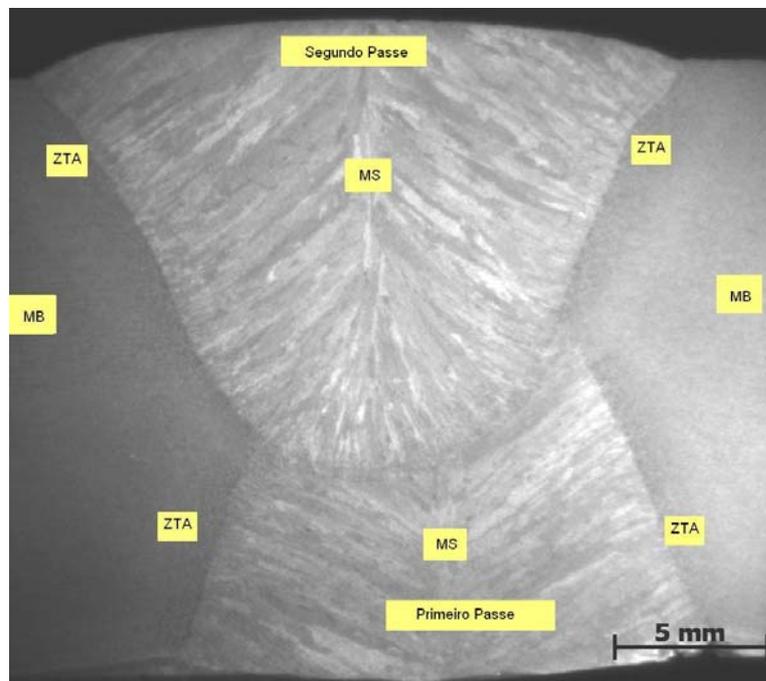


Figura 92 – Macrografia da junta soldada longitudinal (AS) exibindo as regiões analisadas. Onde ZTA é a zona afetada pelo calor, MB é o metal de base e MS é o metal de solda.

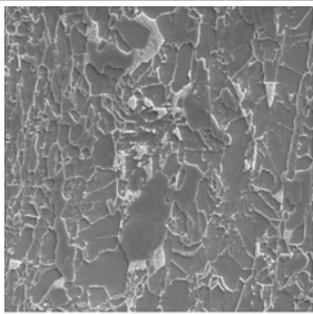
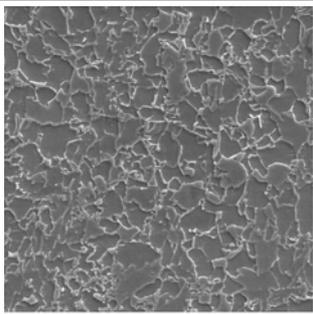
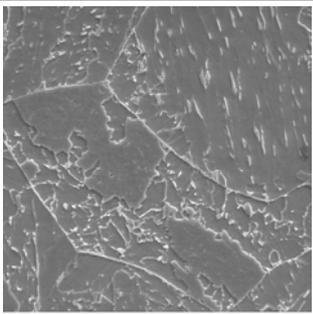
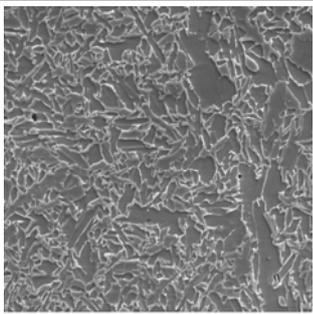
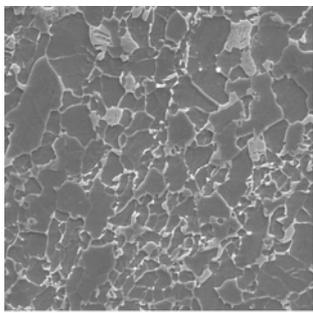
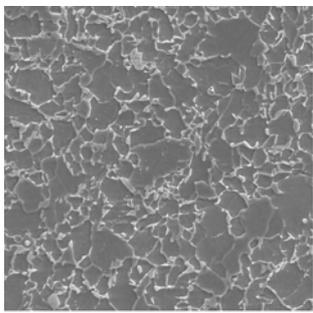
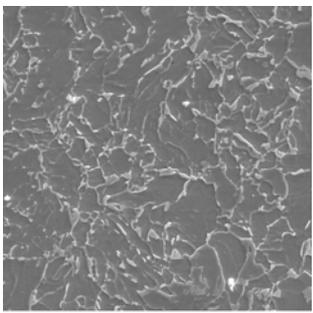
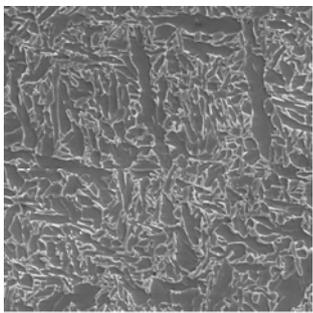
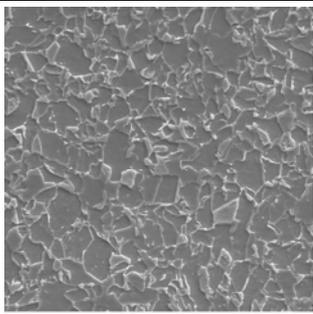
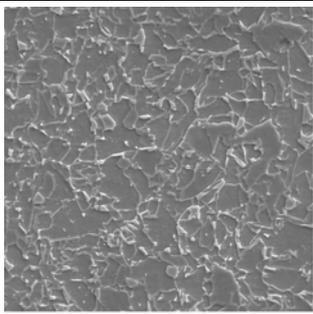
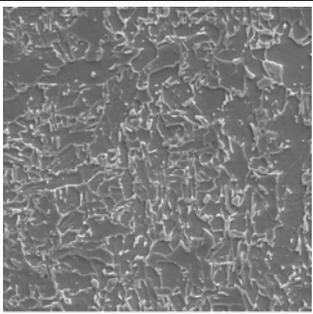
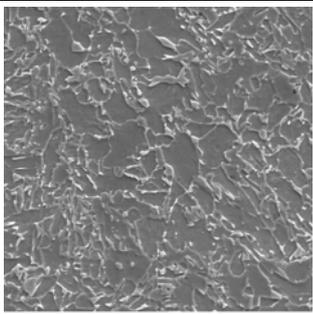
	ZTA			
MB	RGF	RGG		MS
				
40µm	40µm	40µm		40µm
$245 \pm 11,8$	$245 \pm 13,1$			$275 \pm 6,6$
(a) Trecho Reto				
				
40µm	40µm	40µm		40µm
$220 \pm 8,6$	$231 \pm 11,7$			$261 \pm 4,6$
(b) Zona de transição				
				
40µm	40µm	40µm		40µm
$227 \pm 7,8$	$224 \pm 9,0$			$238 \pm 2,6$
(c) Curva				

Figura 93 – Micrografia da junta soldada AS na região do primeiro passe presente na espessura interna do tubo no trecho reto, na zona de transição e na curva.

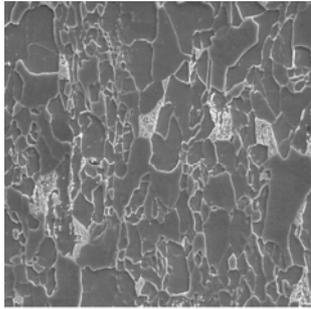
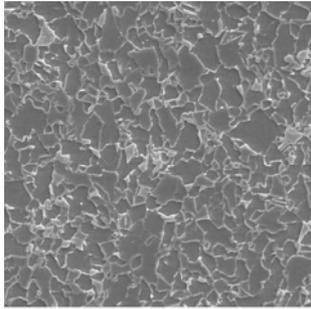
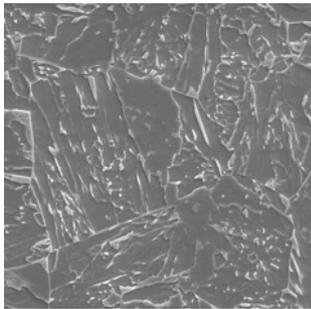
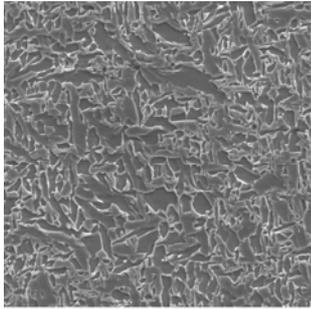
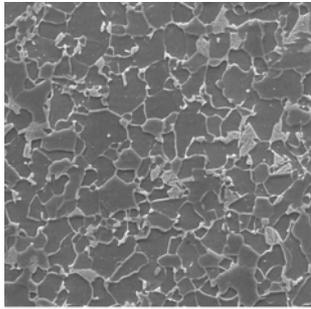
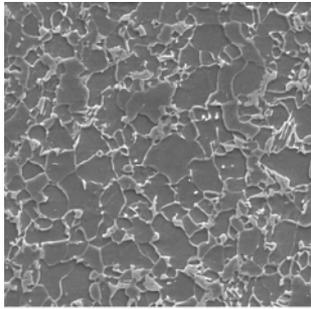
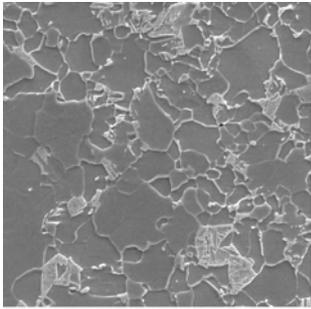
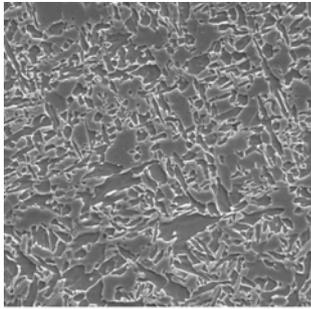
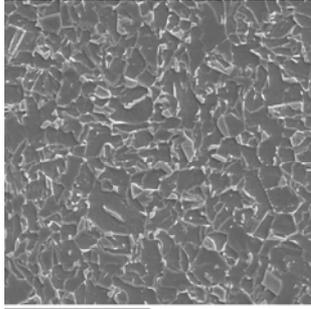
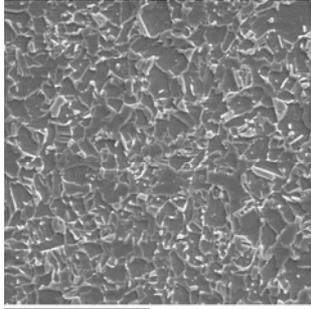
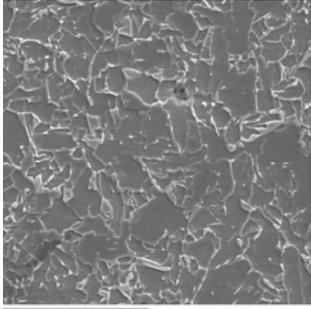
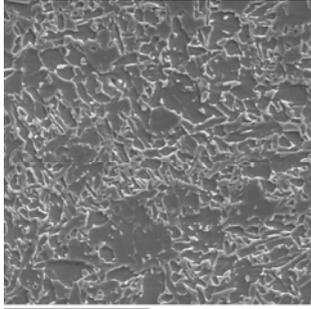
	ZTA			
MB	RGF	RGG	MS	
				
40µm	40µm	40µm	40µm	
$233 \pm 7,8$	$227 \pm 9,4$		$245 \pm 8,5$	
(a) Trecho Reto				
				
40µm	40µm	40µm	40µm	
$221 \pm 4,5$	$225 \pm 8,5$		$247 \pm 2,6$	
(b) Zona de transição				
				
40µm	40µm	40µm	40µm	
$233 \pm 7,1$	$236 \pm 6,7$		$247 \pm 2,5$	
(c) Curva				

Figura 94 – Micrografia da junta soldada AS na região do segundo passe presente na espessura externa do tubo no trecho reto, na zona de transição e na curva.

A evolução microestrutural da junta soldada no segundo passe, após curvamento a quente, mostra que a região de grãos grosseiros sofre decomposição nas regiões da curva e da zona de transição da curva para o trecho reto em comparação com a microestrutura observada nesta região no trecho reto. O metal de base presente no trecho reto é totalmente transformado pelo ciclo térmico de curvamento a quente. Após passagem pela bobina de indução a região do segundo passe da junta soldada presente na curva e zona de transição, é resfriada em água por está localizada na superfície externa da espessura do tubo, assim as microdurezas médias do metal de solda e da ZTA apresentaram valores similares com os apresentados pela junta soldada no trecho reto.

A evolução microestrutural da junta soldada no primeiro passe, após curvamento a quente apresentou regiões de grãos grosseiros, metal de base e metal de solda decompostas no trecho curvado (figura 93c) em comparação com a microestrutura observada no primeiro passe da junta soldada presente no trecho reto (figura 93a). Após passagem pela bobina de indução a região do primeiro passe da junta soldada presente no trecho curvado, é resfriada em ar calmo por está localizada na superfície interna da espessura de parede do tubo, assim as microdurezas médias do metal de solda e da ZTA apresentaram redução de valores quando comparadas com as médias de microdureza observadas no metal de solda e ZTA da junta soldada, no primeiro passe, presente no trecho reto. Na junta soldada presente na zona de transição os efeitos do curvamento a quente na microestrutura do primeiro passe também mostram decomposição da região de grãos grosseiros (figura 93b), porém sem reduções significativas de microdureza quando comparadas com as regiões do metal de solda e ZTA presente no primeiro passe da junta soldada no trecho reto.

O efeito do curvamento a quente no perfil de microdureza da região da junta soldada longitudinal na parte interna da espessura, na altura do primeiro passe e na parte externa da espessura do tubo, na altura do segundo passe, está mostrado nas figuras 95 e 96.

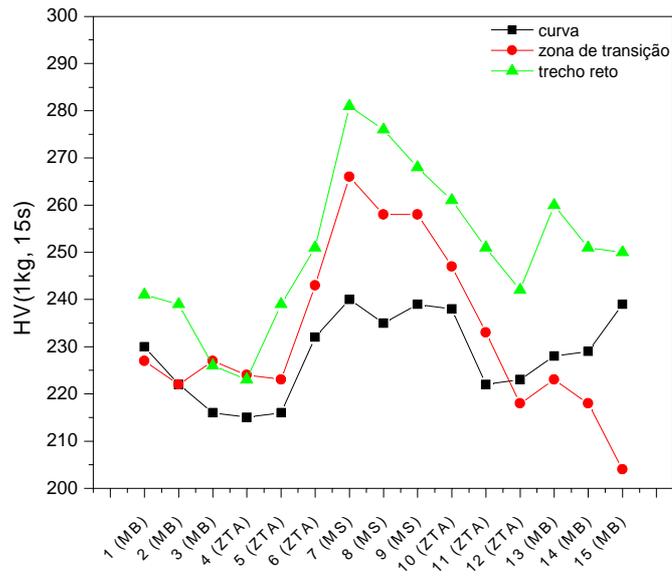


Figura 95 – Distribuição de microdurezas na junta soldada AS (primeiro passe) presente na espessura interna do tubo no trecho reto, na zona de transição e na curva.

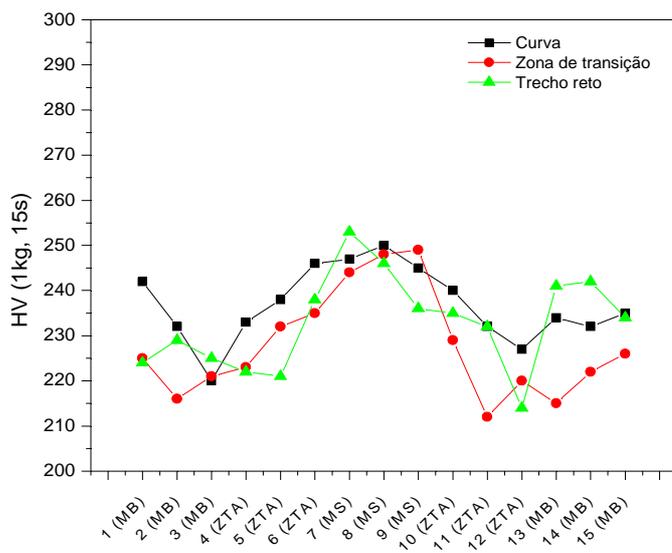


Figura 96 – Distribuição de microdurezas na junta soldada AS (segundo passe) presente na espessura externa do tubo no trecho reto, na zona de transição e na curva.

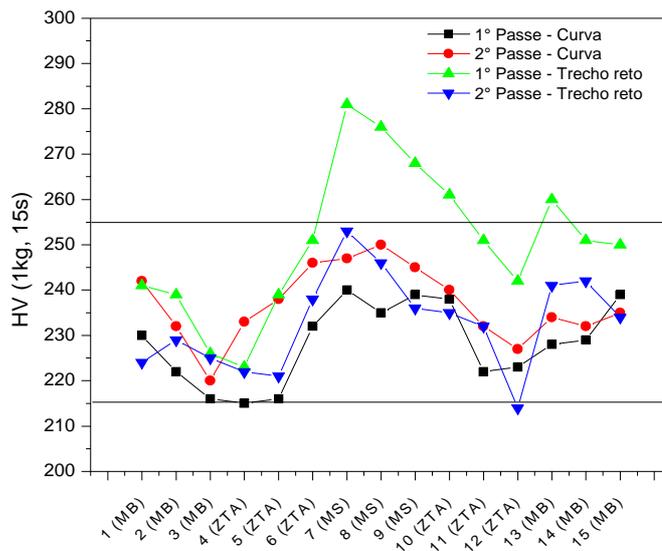


Figura 97 – Distribuição de microdurezas na junta soldada AS (primeiro e segundo passes) para o trecho reto e trecho curvado.

Observa-se que na região do primeiro passe na junta soldada do trecho reto o metal de solda apresenta a maior microdureza, no entanto após o curvamento a 500 Hz a microdureza da junta soldada fica na faixa de 215 a 255 HV (1 Kg, 15s).

Na junta soldada do trecho reto o aporte de calor durante a soldagem por arco submerso do primeiro passe explica os níveis de microdureza mais elevados para o metal de solda em comparação com os valores de microdureza exibidos pelo metal de solda na região do segundo passe. Durante o curvamento ocorre a austenitização completa da espessura de parede do tubo que passa pela bobina de indução, seguido de resfriamento externo da espessura em água e interno em ar calmo, o que aparentemente promoveu a inversão de comportamento. Assim, a influência do ciclo térmico de curvamento a quente no segundo passe foi a obtenção de um metal de solda (na junta soldada presente na curva) com níveis de microdureza mais elevados do que os observados no metal de solda do primeiro passe. Estes são os efeitos do curvamento a quente sobre a solda longitudinal presente na curva.