

José Maria Paolucci Pimenta

Modificações nas Propriedades Mecânicas e na Resistência à Fratura do Aço Estrutural R4

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica do Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC-Rio.como parte dos requisitos parciais para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

Orientador: Prof. Marcos Venicius Soares Pereira

Rio de Janeiro julho de 2007



JOSÉ MARIA PAOLUCCI PIMENTA

Modificações nas Propriedades Mecânicas e na Resistência à Fratura do Aço Estrutural R4

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica do Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marcos Venicius Soares Pereira Orientador Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia – PUC-Rio

Prof. Fathi Aref Ibrahim Darwish

Universidade Federal Fluminense – UFF

Prof. Leonardo Barbosa Godefroid

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do Centro Técnico Científico da PUC-Rio

Rio de Janeiro, 04 de julho de 2007.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização do autor, do orientador e da universidade.

José Maria Paolucci Pimenta

Graduou-se em Engenharia Mecânica na Fundação Técnico Educacional Souza Marques, no Rio de Janeiro, 1982. Atuou como Engenheiro de Projetos na indústria metalúrgica. Professor de Projeto Mecânico da Escola Técnica Estadual Santa Cruz.

Ficha Catalográfica

Pimenta, José Maria Paolucci

Modificações nas propriedades mecânicas e na resistência à fratura do aço estrutural R4 / José Maria Paolucci Pimenta : orientador: Marcos Venicius Soares Pereira. – 2007.

128 f. ;il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais e Metalurgia)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Ciência dos materiais e metalurgia – Teses. 2. Sistemas de ancoragem. 3.Têmpera 4.Revenido 5.Microestrutura. 6. CTOD. I. Pereira, Marcos Venicius Soares. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia. III. Título. PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0421068/CA

A minha esposa, Nádia e meus filhos, André, Bárbara e Bruno,

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus que é o inicio de tudo e de todos.

A meus pais que embora não estejam mais conosco com certeza estão acompanhando a trajetória de seus filhos por esta vida e torcendo por nós.

A minha esposa Nádia companheira de tantos momentos com certeza e uma das grandes culpadas por este momento estar acontecendo, obrigado pelo amor paciência e carinho.

Aos meus filhos André, Bárbara e Bruno. Só quem é pai sabe que a partir de certo momento em nossas vidas eles passam a ser mais importantes que tudo, desculpem pelas intermináveis noites de ausência.

Ao Prof. Marcos Venicius Soares Pereira. Obrigado pelo apoio e incentivo para que este momento se tornasse realidade.

A todos os professores e funcionários da PUC pelo apoio à pesquisa, em especial a Luzinete Patrício de Araújo pela atenção especial dedicada aos alunos.

Aos meus colegas alunos e ex-alunos da PUC-Rio.

Aos professores que participaram da Comissão Examinadora.

A Nuclebrás Equipamentos Pesados S. A. NUCLEP – em especial aos técnicos Magno e Fernando.

Ao funcionário do Senai Paciência Sidmar.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho.

Resumo

Pimenta, José Maria Paolucci. **Modificações nas Propriedades Mecânicas e na Resistência á Fratura do Aço Estrutural R4.** Rio de Janeiro, 2007. 112p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Ciência de Materiais e Metalurgia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Neste trabalho foram estudadas as modificações na resistência à fratura do aço grau R4, largamente adotado na fabricação de componentes estruturais para sistemas de ancoragem de unidades offshore, através de variações microestruturais. Após a fabricação industrial de elos de amarras, corpos de prova para ensaios de tração e CTOD foram usinados do material. A primeira etapa do procedimento experimental consistiu em tratamentos térmicos de têmpera e revenido, com diferentes temperaturas de austenitização (860, 880, 900, 920 e 940°C) e mantendo-se fixa a temperatura de revenido (680°C). Com base nos resultados de CTOD de carga máxima apresentados pelo material, passou-se para a segunda etapa experimental, na qual foi adotada a temperatura de austenitização admitida como ótima na primeira etapa (900°C) e variando-se as temperaturas de revenido (650, 660, 670, 680, 690 e 700°C). Na primeira etapa, os resultados demonstraram que, com o aumento da temperatura de austenitização (860, 880 e 900°C), houve um aumento da resistência à fratura do material. No entanto, os valores praticamente não variaram a partir das temperaturas mais altas (920 e 940°C). Na segunda etapa, os valores do CTOD aumentaram com o aumento da temperatura de revenido, atingindo um valor máximo a 680°C. Para temperaturas superiores (690 e 700°C) a tenacidade do material sofreu uma pequena redução. As variações da tenacidade do aço grau R4, em ambas as etapas experimentais, foram associadas com as microestruturas obtidas nos respectivos tratamentos térmicos.

Palavras-Chave

Sistema de ancoragem; têmpera; revenido; microestrutura e CTOD.

Abstract

Pimenta, José Maria Paolucci. Changes in the Mechanical Properties and Fracture Resistance of the Grade R4 Structural Steel. Rio de Janeiro, 2007. 112p. MSc. Dissertation - Departamento de Ciência de Materiais e Metalurgia,Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A study has been made concerning changes in the fracture resistance of the grade R4 steel, largely used for manufacturing offshore mooring structural components, due to microstrutural variations. After the industrial manufacturing of chain links, specimens for tensile and CTOD tests were machined from the material. The first part of the experimental procedure was related to quenching and tempering heat treatments making use of different austenizing temperatures (860, 880, 900, 920 and 940°C) and tempering at a given temperature (680°C). On the basis of the CTOD at the maximum load presented by the material, the second experimental part was started, in which the optimal austenitizing temperature obtained in the first part (900°C) was adopted and different tempering temperatures (650, 660, 670, 680, 690 and 700°C) were selected. According to the CTOD testing carried out during the first experimental part, the fracture resistance of the material has increased when increasing the austenitizing temperature (860, 880 and 900°C). However, the material's toughness did not change significantly when quenching from the highest temperatures (920 and 940°C). In the second experimental part, the CTOD values increased when increasing the tempering temperature, reaching a maximum value for 680°C. Concerning the highest temperatures (690 and 700°C) the fracture resistance of the material presented a slight reduction. The changes in the fracture resistance of the grade R4 steel, in both experimental parts, were associated with the microstrutural characteristics of the heat treatments.

Keywords

Mooring systems; quenching; tempering; microstructure and CTOD.

Sumário

1. Introdução	20
2. Revisão Bibliográfica	23
2.1. Aço ARBL	23
2.2. Mecânica da fratura elastico-plástica	24
2.2.1. O Método CTOD	24
2.2.2. Desenvolvimento do método CTOD	25
2.2.3. O Modelo de Wells	26
2.2.4. O Modelo de Dugdale, Burdekin e Stone	31
2.2.5. O Modelo de Dawes	32
2.3. Tratamentos Térmicos	35
2.3.1. Têmpera	36
2.3.2. Revenido	38
2.4. Microestruturas	39
2.4.1. Ferrita	39
2.4.2. Austenita	39
2.4.3. Cementita	40
2.4.4. Perlita	40
2.4.5. Martensita	42
2.4.6. Bainita	43
3. Material e Procedimento Experimental	44
3.1. Material	44
3.2. Posição de retirada e geometria dos corpos de prova.	44
3.2.1. Corpo de prova para o ensaio de tração	45
3.2.2. Corpo de prova para o ensaio de CTOD	46
3.3. Tratamentos térmicos	48
3.4. Ensaio de tração	49
3.5. Ensaios de resistência à fratura	50
3.5.1. Pré-trincamento	51

3.5.2. Ensaios de CTOD	53
3.5.3. Medição das trincas após o ensaios de CTOD	54
3.6. Caracterização microestrutural	55
3.7. Fractografia	56
3.8. Microdureza	56
 Apresentação e discussão dos resultados 	57
4.1. Resultados da primeira etapa	57
4.1.1. Propriedades mecânicas	57
4.1.2. Ensaio CTOD	60
4.1.3. Caracterização microestrutural	69
4.1.4. Microdureza	79
4.1.5. Dependência da Microdureza com o Limite de Resistência	82
4.1.6.Dependência da Microdureza com a Temperatura de	83
4.1.7. Dependência do Limite de Escoamento com a Temperatura	
de Austenitização.	84
4.1.8. Dependência do Limite de Resistência com a Temperatura de	05
Austenitização.	85
4.1.9. Dependência do CTOD com o Limite de Escoamento.	86
4.1.10. Dependência do CTOD com o Limite de Resistência.	87
4.1.11.Dependência do CTOD de carga máxima com as	00
temperaturas de austenitização	88
4.2. Resultados da segunda etapa	90
4.2.1. Propriedades mecânicas	90
4.2.2. Ensaio CTOD	93
4.2.3. Caracterização microestrutural	101
4.2.4. Microdureza	108
4.2.5. Dependência da Microdureza com o Limite de Resistência	111
4.2.6.Dependência da Microdureza com a Temperatura de	
Revenido.	112
4.2.7Dependência do Limite de Escoamento com a Temperatura	110
de Revenido.	113

4.2.8 Dependência do Limite de Resistência com a Temperatura de	444
Revenido.	114
4.2.9. Dependência do CTOD com o Limite de Escoamento.	115
4.2.10.Dependência do CTOD com o Limite de Resistência.	116
4.2.11. Dependência do CTOD de carga máxima com as	117
temperaturas de revenido.	117
4.2.12. Fractografia	119
5. CONCLUSÕES	124
6. Referências Bibliográficas.	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Desenho esquemático de um sistema de ancoragem	21
convencional.	21
Figura 2.1. Representação esquemática da deformação plástica na	24
ponta da trinca.	27
Figura 2.2. Tipos de registros de carda versus deslocamento no	25
ensaio de CTOD.	25
Figura 2.3 Trinca do modelo de Wells.	26
Figura 2.4. Curva de Projeto de Wells.	30
Figura 2.5. Modelo de trinca desenvolvido por Dugdale.	31
Figura 2.6. Representação do comportamento do corpo de prova no	33
ensaio CTOD.	00
Figura 2.7. Microestrutura típica de martensita.	36
Figura 2.8. Curvas de endurecimento, para cinco ligas de aços	37
diferentes, cada uma com 0,4% de carbono.	57
Figura 2.9. Curvas de endurecimento para quatro ligas de aços da	37
série 8600 contendo a concentração de carbono indicada.	07
Figura 2.10. Fotomicrografia da ferrita 500x .	39
Figura 2.11. Fotomicrografia da austenita 325x .	40
Figura 2.12. Fotomicrografia da perlita 500x.	41
Figura 2.13. Representação da formação da perlita a partir da	11
austenita.	41
Figura 2.14. Fotomicrografia da martensita em placas 1000x.	42
Figura 2.15. Fotomicrografia da bainita aumento 750 x.	43
Figura 2.16. Fotomicrografia da bainita aumento 1100 x.	43

Figura 3.1. Posição de retirada dos corpos de prova para o ensaio de	45
tração e CTOD	40
Figura 3.2. Posição de retirada dos corpos de prova para o ensaio de tração.	45

Figura 3.3. Dimensões do corpo de prova para o ensaio de tração	46
Figura 3.4. Posição de retirada dos corpos de prova do tipo CT.	47
Figura 3.5. Geometria do corpo de prova do tipo CT.	47
Figura 3.6. Marcação do comprimento da pré-trinca de fadiga.	50
Figura 3.7. Máquina sevo-hidráulica MTS.	52
Figura 3.8. Pré-trincamento do corpo de prova.	52
Figura 3.9. Extensômetro de fratura.	53
Figura 3.10. Gráfico Vg x P	53
Figura 3.11. Medição da trinca de fadiga e de sua extensão estável.	54
Figura 3.12. Foto do corpo de prova faturado.	55
Figura 3.13- Microdurômetro Shimadzu-2000.	56

Figura 4.1. Gráfico PxVg condição 01 CP1	60
Figura 4.2. Gráfico PxVg condição 02 CP1	60
Figura 4.3. Gráfico PxVg condição 03 CP1	60
Figura 4.4. Gráfico PxVg condição 04 CP1	60
Figura 4.5. Gráfico PxVg condição 05 CP1	61
Figura 4.6 . Amostra condição 01 Microscopia Ótica aumento 100x	69
Figura 4.7 - Amostra condição 01 Microscopia Ótica aumento 200x	70
Figura 4.8. Amostra condição 01 Microscopia Ótica aumento 500x	70
Figura 4.9 . Amostra condição 02 Microscopia Ótica aumento 100x	71
Figura 4.10. Amostra condição 02 Microscopia Ótica aumento 200x	72
Figura 4.11. Amostra condição 02 Microscopia Ótica aumento 500x	72
Figura 4.12. Amostra condição 03 Microscopia Ótica aumento 100x	73
Figura 4.13. Amostra condição 03 Microscopia Ótica aumento 200x	74
Figura 4.14. Amostra condição 03 Microscopia Ótica aumento 500x	74
Figura 4.15. Amostra condição 04 Microscopia Ótica aumento 100x	75

Figura 4.16.	Amostra condição 04 Microscopia Ótica aumento 200x	76
Figura 4.17.	Amostra condição 04 Microscopia Ótica aumento 500x	76
Figura 4.18.	Amostra condição 05 Microscopia Ótica aumento 100x	77
Figura 4.19.	Amostra condição 05 Microscopia Ótica aumento 200x	78
Figura 4.20.	Amostra condição 05 Microscopia Ótica aumento 500x	78
Figura 4.21 -	- Curva de Microdureza versus Limite de Resistência.	82
Figura 4.22 - Austenitizaçã	- Curva de Microdureza versus Temperatura de ão.	83
Figura 4.23 -	- Curva do Limite de Escoamento versus Temperatura de	84
Austenitizaçã	ão.	
Figura 4.24 -	- Curva do Limite de Resistência versus Temperatura de	85
Austenitizaçã	ão.	
Figura 4.25 -	- Curva de CTOD de carga máxima versus Limite de	86
Escoamento		
Figura 4.26 -	- Curva de CTOD de carga máxima versus Limite de	87
Resistência.		
Figura 4.27.	Curva de CTOD de carga máxima versus temperatura de	88
austenitizaçã	ăo	
Figura 4.28.	Gráfico PxVg condição 06 CP1	93
Figura 4.29.	Gráfico PxVg condição 07 CP1	93
Figura 4.30.	Gráfico PxVg condição 08 CP1	93
Figura 4.31.	Gráfico PxVg condição 09 CP1	93
Figura 4.32.	Gráfico PxVg condição 10 CP1	94
Figura 4.33.	Gráfico PxVg condição 11 CP1	94
Figura 4.34.	Amostra condição 06 Microscopia Ótica aumento 600x	101
Figura 4.35.	Amostra condição 06 Microscopia Ótica aumento 1000x	102
Figura 4.36.	Amostra condição 07 Microscopia Ótica aumento 600x	102
Figura 4.37.	Amostra condição 07 Microscopia Ótica aumento 1000x	103

Figura 4.38.	Amostra condição 08 Microscopia Ótica aumento 600x	103
Figura 4.39.	Amostra condição 08 Microscopia Ótica aumento 1000x	104
Figura 4.40.	Amostra condição 09 Microscopia Ótica aumento 600x	104
Figura 4.41.	Amostra condição 09 Microscopia Ótica aumento 1000x	105
Figura 4.42.	Amostra condição 10 Microscopia Ótica aumento 600x	105
Figura 4.43.	Amostra condição 10 Microscopia Ótica aumento 1000x	106
Figura 4.44.	Amostra condição 11 Microscopia Ótica aumento 600x	106
Figura 4.45.	Amostra condição 11 Microscopia Ótica aumento 1000x	107
Figura 4.46 - (Curva de Microdureza versus Limite de Resistência.	111
Figura 4.47 - (Revenido.	Curva de Microdureza versus Temperatura de	112
Figura 4.48 - 0 Revenido.	Curva do Limite de Escoamento versus Temperatura de	113
Figura 4.49 - (Revenido.	Curva do Limite de Resistência versus Temperatura de	114
Figura 4.50 - 0 Escoamento.	Curva de CTOD de carga máxima versus Limite de	115
Figura 4.51 - 0 Resistência.	Curva de CTOD de carga máxima versus Limite de	116
Figura 4.52 - de revenido.	Curva de DTOD de carga máxima versus temperatura	117
Figura 4.53 - aumento 35x.	Vista geral da superfície de fratura condição 02	119
Figura 4.54 -	Vista geral da superfície de fratura condição 07	120
aumento 35x.		
Figura 4.55 - aumento 70x.	Vista geral da superfície de fratura condição 11	120
Figura 4.56 -	Superfície de propagação estável da trinca condição 2	121
aumento 2700)x.	
Figura 4.57 - aumento 1000	Superfície de propagação estável da trinca condição 3)x.	121

Figura 4.58 - Superfície de propagação estável da trinca condição 7 122 aumento 1000x.

Figura 4.59 - Superfície de propagação estável da trinca condição 11 aumento 1000x.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Composição química característica do aço estrutural	11
grau R4.	
Tabela3. 2 – Parâmetros de tratamentos térmicos adotados na	10
primeira etapa.	40
Tabela3.3 - Parâmetros de tratamentos térmicos adotados na	10
segunda etapa.	49
Tabela 3.4 – Valores das forças máximas de fadiga.	51
Tabela 4.1 – Propriedades mecânicas obtidas no ensaio de tração	58
primeira etapa.	00
Tabela 4.2 – Valores de R de acordo com o tratamento térmico,	50
primeira etapa.	55
Tabela 4.3 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 01	63
Tabela 4.4 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 02	63
Tabela 4.5 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 03	64
Tabela 4.6 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 04	64
Tabela 4.7 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 05	64
Tabela 4.8 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 01	65
Tabela 4.9 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 02	65
Tabela 4.10 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 03	65
Tabela 4.11 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 04	65
Tabela 4.12 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 05	66
Tabela 4.13 – Valores de CTOD e Δa para a condição 01.	66
Tabela 4.14 – Valores de CTOD e Δa para a condição 02.	66
Tabela 4.15 – Valores de CTOD e Δa para a condição 03.	67
Tabela 4.16 – Valores de CTOD e Δa para a condição 04.	67
Tabela 4.17 – Valores de CTOD e Δa para a condição 05.	67
Tabela 4.18 – Resumo dos valores médios de CTOD e Δa para as	~~
condições 01 à 05.	68
Tabela 4.19 - Microdureza, temperatura de austenitização 860ºC e	70
revenido 680ºC.	79

Tabela 4.20 - Microdureza, temperatura de austenitização 880ºC e	79
revenido 680ºC.	
Tabela 4.21 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	80
revenido 680ºC	00
Tabela 4.22 - Microdureza, temperatura de austenitização 920ºC e	80
revenido 680ºC.	00
Tabela 4.23 - Microdureza, temperatura de austenitização 940ºC e	Q1
revenido 680ºC.	01
Tabela 4.24 - Resumo dos valores de Microdureza nas condições 01	01
à 05.	01
Tabela 4.25 – Propriedades mecânicas obtidas no ensaio de tração,	01
segunda etapa.	51
Tabela 4.26 – Valores de R de acordo com o tratamento térmico,	02
segunda etapa.	92
Tabela 4.27 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 06.	95
Tabela 4.28 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 07.	95
Tabela 4.29 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 08.	95
Tabela 4.30 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 09.	95
Tabela 4.31 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 10.	96
Tabela 4.32 – Valores da parte elástica do CTOD para a condição 11.	96
Tabela 4.33 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 06.	96
Tabela 4.34 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 07.	97
Tabela 4.35 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 08.	97
Tabela 4.36 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 09.	97
Tabela 4.37 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 10.	97
Tabela 4.38 – Valores da parte plástica do CTOD para a condição 11.	98
Tabela 4.39 – Valores de CTOD e Δ a para a condição 06.	98
Tabela 4.40 – Valores de CTOD e ∆a para a condição 07.	99
Tabela 4.41 – Valores de CTOD e ∆a para a condição 08.	99
Tabela 4.42 – Valores de CTOD e ∆a para a condição 09.	99
Tabela 4.43 – Valores de CTOD e ∆a para a condição 10.	100
Tabela 4.44 – Valores de CTOD e ∆a para a condição 11.	100

Tabela 4.45 – Resumo dos valores médios de CTOD e Δa para as	100
condições 06 à 11.	
Tabela 4.46 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	100
revenido 650ºC.	100
Tabela 4.47 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	100
revenido 660ºC.	100
Tabela 4.48 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	100
revenido 670ºC.	109
Tabela 4.49 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	100
revenido 680ºC.	109
Tabela 4.50 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	110
revenido 690ºC	110
Tabela 4.51 - Microdureza, temperatura de austenitização 900ºC e	110
revenido 700ºC.	110
Tabela 4.52 - Resumo dos valores de Microdureza nas condições 06	111
à 11.	111

LISTA DE SIMBOLOS

- *a* Comprimento real da pré-trinca de fadiga
- Δa Propagação estável da trinca
- W Largura do corpo de prova de CTOD
- B Espessura do corpo de prova de CTOD
- *a*₀ Comprimento do defeito (entalhe mecânico mais pré-trinca de fadiga)
- b_o Ligamento (W- a₀) do corpo de prova de CTOD
- M Profundidade do entalhe mecânico no corpo de prova de CTOD
- z Distância da face do corpo de prova ao apoio do extensômetro de fratura
- x Distância do centro da trinca a ponta da trinca, segundo a direção x
- rp Raio da zona plastificada
- V Afastamento de uma face da trinca até o centro da mesma
- r Distância do centro de rotação aparente à extremidade da trinca de fadiga
- E Módulo de elasticidade do material
- σ Tensão aplicada
- v Coeficiente de Poisson
- LR Limite de resistência
- LE Limite de escoamento do material
- ε Deformação na fratura
- RA Redução de área
- R Razão entre o limite de escoamento e o limite de resistência
- Vg Valor do deslocamento medido pelo extensômetro de fratura
- V_P Componente plástico do deslocamento V_g
- δ Abertura na ponta da trinca real (CTOD)
- δ_p Parte plástica do CTOD
- δ_e Parte elástica do CTOD
- K Fator de intensidade de tensões
- Y Função da intensidade de tensão
- P Força máxima em cada ensaio
- HV Microdureza Vickers