

DIAGNÓSTICO DE PERDAS DE ÁGUA POR CONDUÇÃO, GUIA DE IRRIGAÇÃO E TARIFA DE ÁGUA K_2 NO PERÍMETRO IRRIGADO CURU – PENTECOSTE, CEARÁ

Autor: Márcio Davy Silva Santos

Orientador: Prof. Raimundo Nonato Távora Costa

INTRODUÇÃO

- Irrigação por superfície
 - ✓ Vantagens (custo, tipos de solo, qualidade da água);
 - ✓ Desvantagens (topografia, profundidade e permeabilidade do solo);
- Disponibilidade de água como fator limitante;

- Racionalização

Captação  Aplicação;

- Tarifas de água

✓ K_1 Recuperação de investimentos
Depreciação e manutenção 

✓ K_2 Infra-estrutura e consumo de água

- Manejo da irrigação
 - ✓ Controle da umidade do solo;
- Perdas durante a condução e a aplicação de água na irrigação (Howell, 2001):
 - ✓ Evaporação em canais;
 - ✓ Infiltração e percolação;
 - ✓ Água de drenagem.

OBJETIVOS

- Diagnosticar perdas de água por condução em canais secundários não-revestidos;
- Elaborar um guia de irrigação para os produtores;
- Analisar a relação taxa mensal de água K_2 e valor bruto da produção, considerando as diversas culturas e unidades texturais de solo.

METODOLOGIA

➤ Caracterização do Perímetro Irrigado

- Curu-Pentecoste, na micro-região de Uruburetama (Vale do rio Curu) ;
- Culturas predominantes: coqueiro, bananeira, feijão, pimenta, mamoeiro
- Sistemas de irrigação por superfície;
- Equipe técnica e a Associação dos Usuários do Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste (Audipecupe).

➤ Estimativa de perdas de água por condução:

- Canais secundários não-revestidos;
- Através das Calhas Parshall se obteve as Hidrógrafas de entrada e saída da vazão em função do tempo.
- Volume infiltrado;
Volume de entrada – Volume de saída

- Perdas por condução;

$$P_c = \frac{V_e - V_s}{V_e} \times 100$$

Sendo:

P_c: perda por condução (%);

V_e: volume de água que passava na calha de entrada (m³);

V_s: volume de água que passava na calha de saída (m³);

- Eficiência de condução;

$$E_c = 100 - P_c$$

Sendo:

E_c: eficiência de condução (%);

P_c: perda por condução (%);

■ Politubo janelado



Figura 3. Politubo janelado para condução e aplicação de água.

➤ Guia de irrigação para as principais culturas e unidades de solo:

- Unidades texturais de solo mais representativa no Perímetro Irrigado:

Franca, Franco-argilosa e Argilosa

- Formulários- contendo para as principais culturas, dados de frequência de irrigação, lâminas de água a aplicar e respectivos tempos de irrigação.

- Disponibilidade real de água (DRA);
 - ✓ Umidade do solo à capacidade de campo;
 - ✓ Umidade correspondente ao ponto de murcha permanente;
 - ✓ Densidade do solo;
 - ✓ Fator F de disponibilidade da FAO;
 - ✓ Profundidade efetiva do sistema radicular;

- Evapotranspiração de referência ([ET_o](#)) (software CROPWAT da FAO);

Série histórica no período de (1970- 1998)

- De posse do valor de DRA, (Eto) e o (Kc), Calculou-se o turno de rega (TR) máximo.
- Lâmina líquida ($Tr * Eto * Kc$);

- Equações de velocidade de infiltração, através de ensaios de campo utilizando o método de entrada e saída;
- Lâmina de irrigação requerida = Lâmina mínima infiltrada no final do sulco.
- O tempo de oportunidade necessário para infiltração dessa lâmina foi calculado pela seguinte expressão:

$$T = \left(\frac{LL}{k} \right)^{\frac{1}{a}}$$

➤ **Relação entre a tarifa de água K_2 e o valor bruto da produção**

- Problemas na cobrança de água, devido ao sucateamento das estruturas hidráulicas(calhas Parshall e vertedouros);
- Atualmente a tarifa mensal corresponde a R\$ 15,00 por hectare cultivado;
- Desempenho de auto-sustentabilidade (valores de K_2 deve ser o mais próximo possível de 1) ;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. Hidrógrafas das vazões de entrada em função do tempo.

Tempo (min)	Carga (m)	Vazão (m ³ .h ⁻¹)	Tempo(min)	Carga (m)	Vazão (m ³ .h ⁻¹)
0	0.208	18.81	0	0.210	27.78
5	0.208	18.81	5	0.210	27.78
10	0.208	18.81	10	0.210	27.78
15	0.208	18.81	15	0.210	27.78
20	0.210	19.12	20	0.211	28.01
30	0.215	19.88	30	0.214	28.70
40	0.195	16.90	40	0.197	24.88
50	0.190	16.18	50	0.197	24.88

Tabela 3. Hidrógrafas das vazões de saída em função do tempo.

T acum.(min.)	Vazão (m ³ .h ⁻¹)	T acum.(min.)	Vazão (m ³ .h ⁻¹)
0	13	0	13,0
5	14	5	14,0
10	14	10	14,0
15	15	15	14,5
20	15	20	15,0
30	16	30	16,0
40	16	40	16,0
50	16	50	16,0

- As equações ajustada da vazão em função do tempo acumulada (fig. [4](#) e [5](#)) integradas,
- Volumes de água de entrada e de saída, respectivamente, em $37,96 \text{ m}^3$ e $24,73 \text{ m}^3$,
- Perdas por condução de 34,8% e;
- Eficiência de condução de 65,2%

Politubo Janelado

- O custo fixo por unidade de área da aquisição de sifões em relação ao politubo janelado é em torno de $1/3$;
- A economia na mão-de-obra;
- Incremento de 30% na área irrigada;
- Sem irrigação noturna.



Figura 6. Condução e aplicação de água Politubo Janelado.

Guia de irrigação para as principais culturas e unidade de solo

Tabela 4. Disponibilidade real de água em função da classe textural Franco- Argilosa de solo e culturas - Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste

Textura	Cultura	U_{cc} (g.g ⁻¹)	U_{pmp} (g.g ⁻¹)	ds (g.cm ⁻³)	Zr(cm)	CAD (mm)	F	DRA (mm)
Franco-Argilosa	Pimenta	0,31	0,15	1,30	50	104,0	0,25	26,0
	Banana	0,31	0,15	1,30	40	83,2	0,35	29,1
	Coqueiro	0,31	0,15	1,30	100	208,0	0,65	135,2
	Feijão	0,31	0,15	1,30	40	83,2	0,45	37,4
	Mamoeiro	0,31	0,15	1,30	45	93,6	0,40	37,4

Tabela 5. Lâmina média de água aplicada nas principais unidades texturais de solo e culturas - Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste.

Textura	Cultura	Ø sifão (m)	H (m)	Q (L.s ⁻¹)	Tco (min)	L (m)	E(m)	Lap (mm)
Franco-Argilosa	Pimenta	0,0254	0,26	0,7435	120	100	1,0	53,53
Franca	Pimenta	0,0400	0,47	2,4800	25	20	1,0	123,95
Argilosa	Pimenta	0,0381	0,33	1,8800	60	100	1,0	67,68

Tabela 6. Necessidade de água por irrigação e eficiência de aplicação para a cultura do feijão vigna – textura: Franca

Meses	ET _o (mm)	K _c	DRA (mm)	TR	TR _a	LL (mm)	Lap (mm)	E _a (%)
Agosto	6,85	0,40	21,6	8,0	8,0	21,92	62,46	35,1
Setembro	7,83	1,15	21,6	2,4	2,0	18,00	62,46	28,8
Outubro	7,97	0,3				19,52	62,46	31,3

Os dados necessários ao cálculo da lâmina média aplicada foram coletados em nível de campo junto ao produtor.

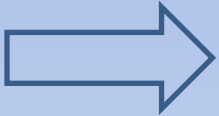
Tabela 7. Necessidade de água por irrigação e eficiência de aplicação para a cultura do feijão vigna – textura: Franco-argilosa

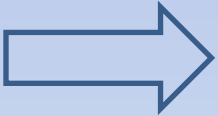
Meses	ET _o (mm)	K _c	DRA (mm)	TR	TR _a	LL (mm)	Lap (mm)	E _a (%)
Agosto	6,85	0,40	37,4	13,6	13,0	35,62	123,10	29,0
Setembro	7,83	1,15	37,4	4,2	4,0	36,01	123,10	29,3
Outubro	7,97	0,35	37,4	13,4	13,0	36,26	123,10	29,5

Tabela 8. Necessidade de água por irrigação e eficiência de aplicação para a cultura do feijão vigna – textura: Argilosa

Meses	ET _o (mm)	K _c	DRA (mm)	TR	TR _a	LL (mm)	Lap (mm)	E _a (%)
Agosto	6,85	0,40	40,5	14,8	14,0	38,36	94,40	40,6
Setembro	7,83	1,15	40,5	4,5	4,0	36,01	94,40	38,1
Outubro	7,97	0,35	40,5	14,5	14,0	39,05	94,40	41,4

Equações de infiltração acumulada para cada uma das unidades texturais de solo

1) $I = 0,88 \cdot T^{0,68}$  (textura argilosa)

2) $I = 1,70 \cdot T^{0,6714}$  (textura franco-argilosa)

3) $I = 14,60 \cdot T^{0,285}$  (textura franca)

sendo:

I : lâmina infiltrada (mm);

T: tempo de oportunidade (min).

Tabela 9. Tempo de irrigação para as condições de irrigação sem déficit. Textura franco-Argilosa

Cultura	Mês	LL (mm)	Ti (min.)
Pimenta	Julho	25	54,8
	Agosto	24,66	53,7
	Setembro	24,66	53,7
	Outubro	25,1	55,1
	Novembro	20,97	42,2
	Dezembro	26,17	58,7
Banana	Julho	28,65	67,1
	Agosto	30,14	72,4
	Setembro	25,83	57,5
	Outubro	26,3	59,1
	Novembro	25,64	56,9
	Dezembro	23,99	51,5

Tabela 10. Tempo de irrigação para as condições de irrigação sem déficit. Textura franca

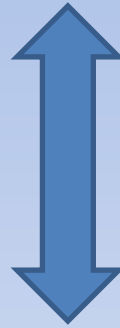
Cultura	Mês	LL (mm)	Ti (min.)
Pimenta	Julho	12,5	0,57
	Agosto	12,33	0,55
	Setembro	16,44	1,51
	Outubro	16,73	1,61
	Novembro	13,98	0,86
	Dezembro	13,08	0,68
Banana	Julho	17,19	1,77
	Agosto	15,07	1,12
	Setembro	17,22	1,78
	Outubro	17,53	1,90
	Novembro	17,09	1,74
	Dezembro	15,99	1,37

Tabela 11. Tempo de irrigação para as condições de irrigação sem déficit.Textura argilosa.

Cultura	Mês	LL (mm)	Ti (min.)
Pimenta	Julho	28,13	163,2
	Agosto	24,66	134,5
	Setembro	24,66	134,5
	Outubro	25,1	138,0
	Novembro	27,97	161,8
	Dezembro	26,17	146,7
Banana	Julho	28,65	167,7
	Agosto	30,14	180,6
	Setembro	25,83	143,9
	Outubro	26,3	147,8
	Novembro	25,64	142,4
	Dezembro	31,98	197,1

Comparação entre os tempos de irrigação

➤ Os valores dos tempos de irrigação menores



➤ Unidades texturais do solo

➤ Também se encontrou valores elevados dos tempos de irrigação.

Tabela 12. Percentual do VBP destinado ao pagamento da água (Mensal).

Cultura	Textura	Área (ha)	Produção	PV unit. R\$/unid	VBP mensal (R\$)	K ₂ mensal (R\$)	K ₂ /VBP (%)
	Franca	0,80	4800 u	0,20	960,00	12,00	1,3
Coqueiro	F. Argilosa	0,40	2000 u.	0,20	400,00	6,00	1,5
	Argilosa	2,50	7500 u.	0,20	1.500,00	37,50	2,5
	Franca	1,50	13,5 mil	30,00	405,00	22,50	5,6
<u>Bananeira</u>	F. Argilosa	4,50	58,5 mil.	30,00	1.755,00	67,50	3,8
	Argilosa	0,50	4,0 mil.	30,00	120,00	7,50	6,3
Mamoeiro	F. Argilosa	0,40	3625 kg	0,30	1.087,50	6,00	0,6

Tem se mostrado
tecnicamente viável,
como alternativa da
cultura da bananeira



Tabela 13 . Percentual do VBP destinado ao pagamento da água (Durante o ciclo).

Cultura	Textura	Área (ha)	Produção	PV unit. R\$/unid	VBP ciclo (R\$)	K ₂ ciclo (R\$)	K ₂ /VBP (%)
	Franca	0,16	4200 kg	1,50	6.300,00	19,20	0,30
<u>Pimenta</u>	F. Argilosa	0,16	4000 kg	1,50	6.000,00	19,20	0,32
	Argilosa	0,24	6000 kg	1,50	9.000,00	28,80	0,32
	Franca	0,30	500 kg	1,67	835,00	9,00	1,08
Feijão	F. Argilosa	0,30	450 kg	1,67	751,50	9,00	1,20
	Argilosa	0,30	400 kg	1,67	668,00	9,00	1,35

CONCLUSÕES

- As perdas de água comprometem a sustentabilidade hídrica no perímetro irrigado,
- Reduz o coeficiente de utilização da terra;
- Aumenta a jornada diária de trabalho do produtor com a irrigação noturna;
- A tecnologia do politubo janelado se mostrou tecnicamente viável;

- Baixas eficiências de aplicação dos sistemas é decorrente, sobretudo, dos elevados tempos de aplicação de água;
- As culturas da bananeira e da pimenta:
 - ✓ Turnos de regas baixo.
 - ✓ Custos adicionais.



Há necessidade de melhoria nas condições de infiltração de água no solo.

- A cultura da bananeira apresentou o maior valor da relação K_2/VBP comparativamente, às demais culturas estabelecidas no perímetro irrigado.
- A cultura do mamoeiro se mostrou como uma ótima alternativa de substituição ao cultivo da bananeira.

OBRIGADO!



Figura 1. Canais secundários não-revestidos.

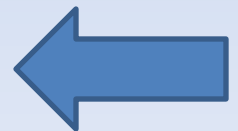


Tabela 1. Dados diários médios de evapotranspiração de referência para o município de Pentecoste obtida pelo método de Penman-Monteih/ FAO

MÊS	ET_o (Penman-Monteih) mm.dia⁻¹
Janeiro	6,15
Fevereiro	5,33
Março	4,14
Abril	4,14
Maio	4,28
Junho	4,61
Julho	5,21
Agosto	6,85
Setembro	7,83
Outubro	7,97
Novembro	7,77
Dezembro	7,27



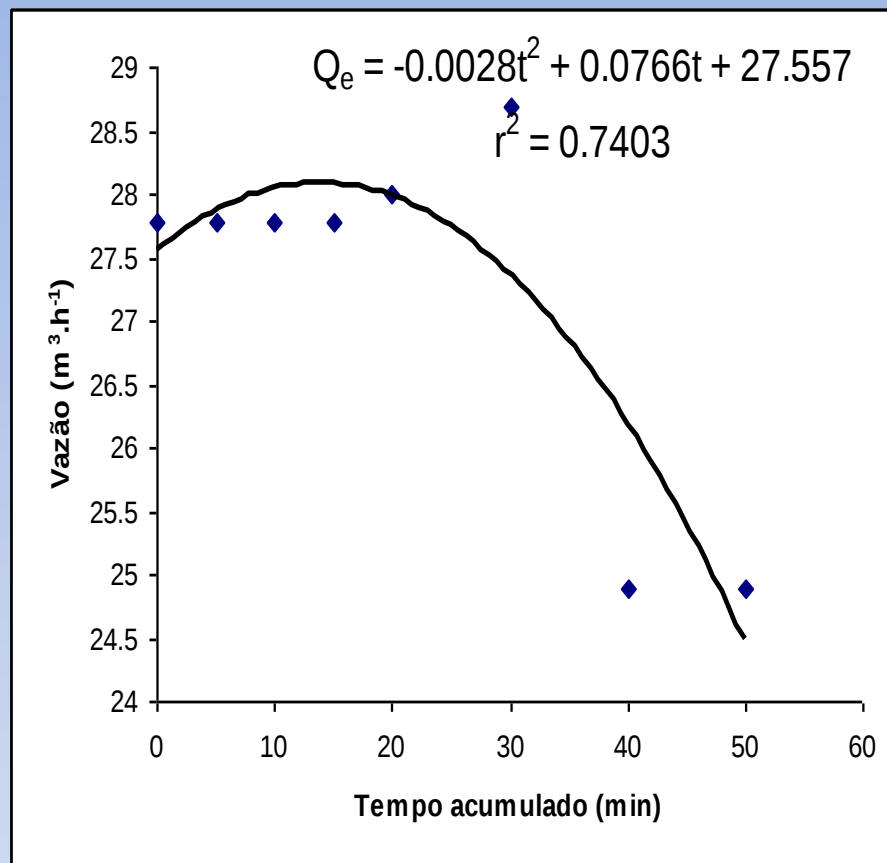
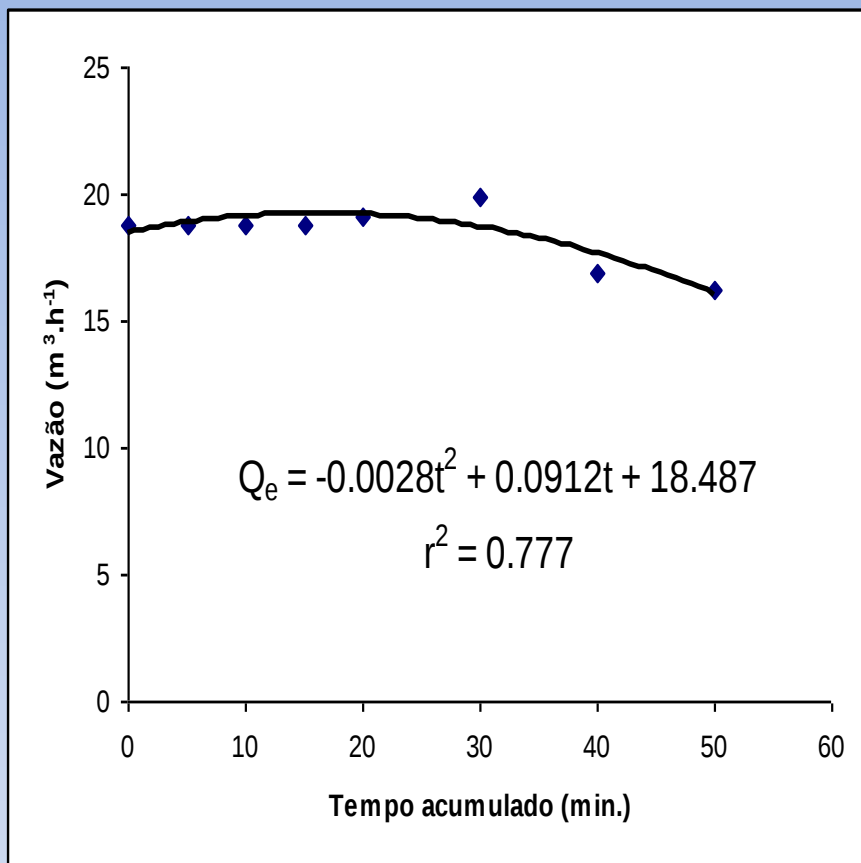
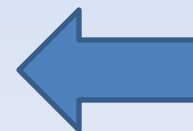


Figura 4. Gráficos contendo equações de ajuste das hidrógrafas de entrada.



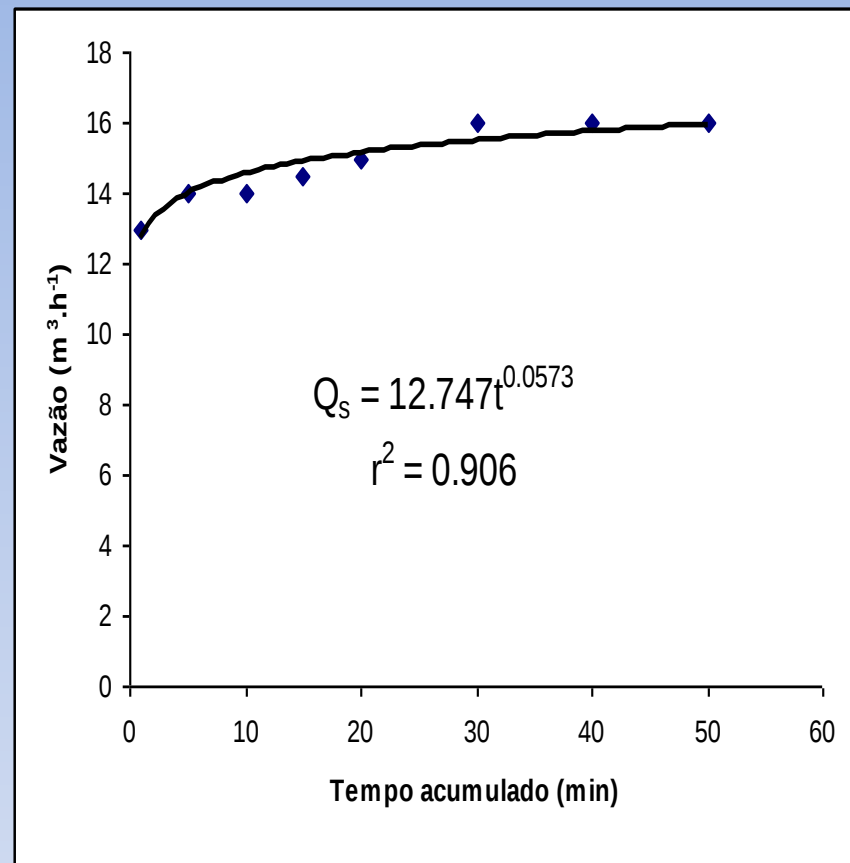
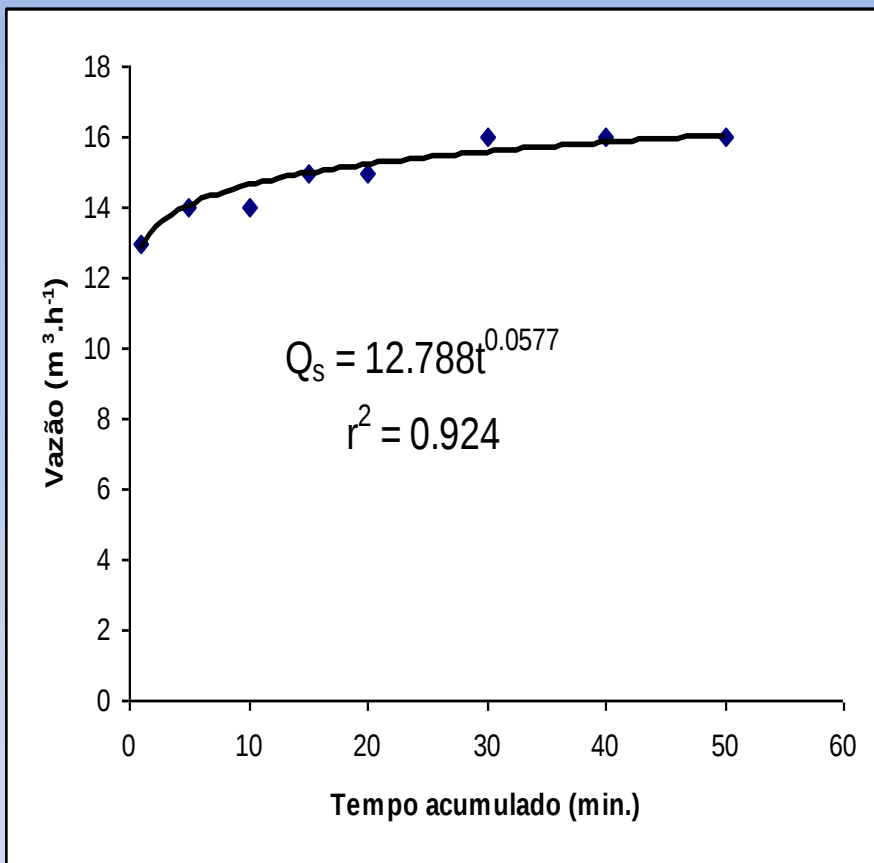


Figura 5. Gráficos contendo equações de ajuste das hidrógrafas de saída.

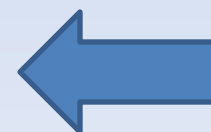




Figura 2. Calha Parshall

