



UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
DCA – Departamento de Engenharia de Computação e Automação
Inteligencia Artificial Aplicada

Componentes:

Cássio Daniel Pacheco de Sousa
Evandro Carlos Barbosa dos Santos
Graco Babeuf Vieira Silva

Professor(a):

Sergio Natan Silva

Lógica *Fuzzy*

Sistema de umidade do solo

Sumário

1	Descrição	2
1.1	Variáveis do Sistema - Variáveis de entrada	2
1.1.1	TPLAN-RAIZ	3
1.1.2	TPLAN-DH	4
1.1.3	ESTAG-C	5
1.1.4	TEMP	6
1.2	Variáveis do Sistema - Variável de saída	6
1.2.1	UMD	6
2	Resultados	7

1 Descrição

O projeto de unidade (PU) tem como objetivo a implementação de um sistema *Fuzzy* para se saber a umidade do solo adequada para cada período (Germinação, Crescimento, Floração e Maturação) de um determinado tipo de plantação. Isso se deve ao motivo que cada planta possui as suas próprias características, como o tipo de raiz, o seu coeficiente de crescimento, capacidade de sobreviver a um determinado período sem a quantidade de água adequada.

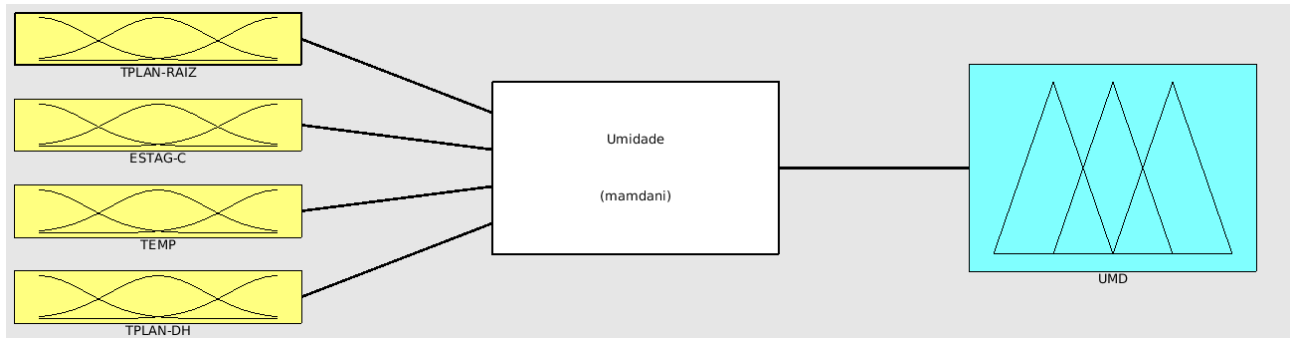


Figura 1: Sistema *Fuzzy*

1.1 Variáveis do Sistema - Variáveis de entrada

As variáveis de entradas utilizadas foram:

- TPLAN-RAIZ (tipo-de-planta-raiz);
- TPLAN-DH (tipo-de-planta-déficit-hídrico);
- ESTAG-C (estágio-de-crescimento-da-planta);
- TEMP (temperatura)

1.1.1 TPLAN-RAIZ

TPLAN-RAIZ (TIPO-DE-PLANTA-RAIZ): Essa variável está associada à profundidade do sistema radicular da planta no solo, ou, à Profundidade Efetiva das raízes da planta onde se concentram 80% de suas raízes. Quanto maior a profundidade das raízes, maior a necessidade de dotação hídrica.

Tabela 1: Profundidade efetiva das raízes

Cultura	Gomes (1994)	Pires et al. (1999)
Abacaxi	30-60	20-70
Hortaliças (ex. alface)	20-40	10-15
Arroz	-	10-25
Algodão	80-180	30
Cana-de-açúcar	50-100	70
Cítricos (ex. laranja)	90-150	60
Melancia	100-150	-
Melão	70-100	-
Milho	60-120	40
Morango	-	30
Tomate	60-120	50

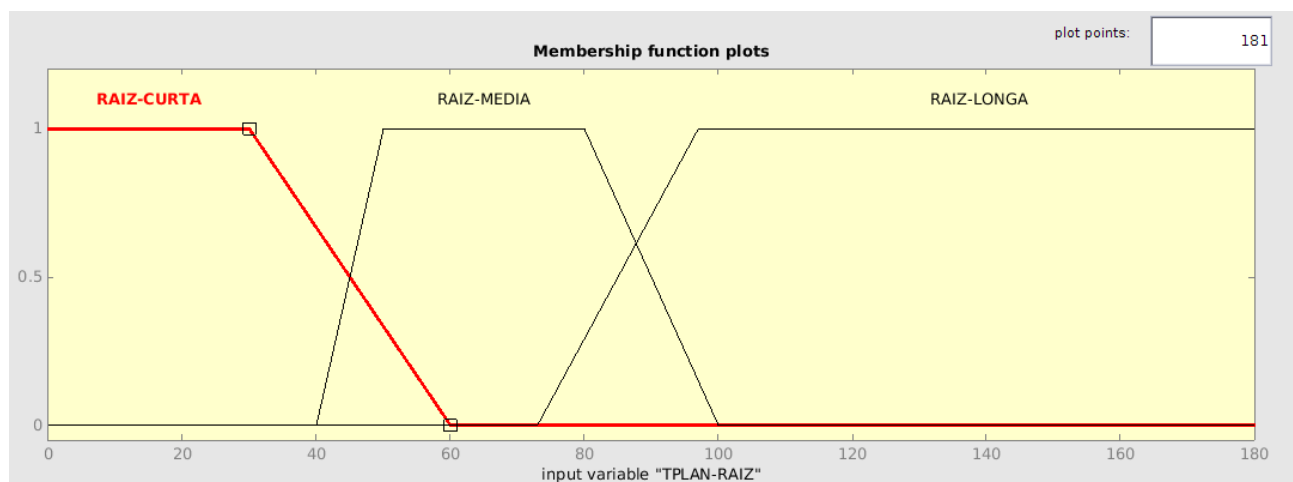


Figura 2: Tipo de raiz de cada planta

1.1.2 TPLAN-DH

TPLAN-DH (TIPO-DE-PLANTA-DÉFICIT-HÍDRICO): O deficit hídrico tolerável representa a tolerância das plantas à redução do conteúdo de água no solo, mantendo, ainda, sua capacidade de absorção de água.

Tabela 2: Déficit hídrico tolerável para diferentes culturas

Cultura	Déficit Hídrico Tolerável (%) Gomes(1994)
Alface	35
Cana-de-açúcar	15
Feijão	50
Laranja	35
Melão	20
Milho	40
Morango	10
Tomate	45

Exemplificando para o milho: a absorção de água pelas suas raízes fica comprometida quando a retirada é maior que 40% da capacidade de água disponível no solo.

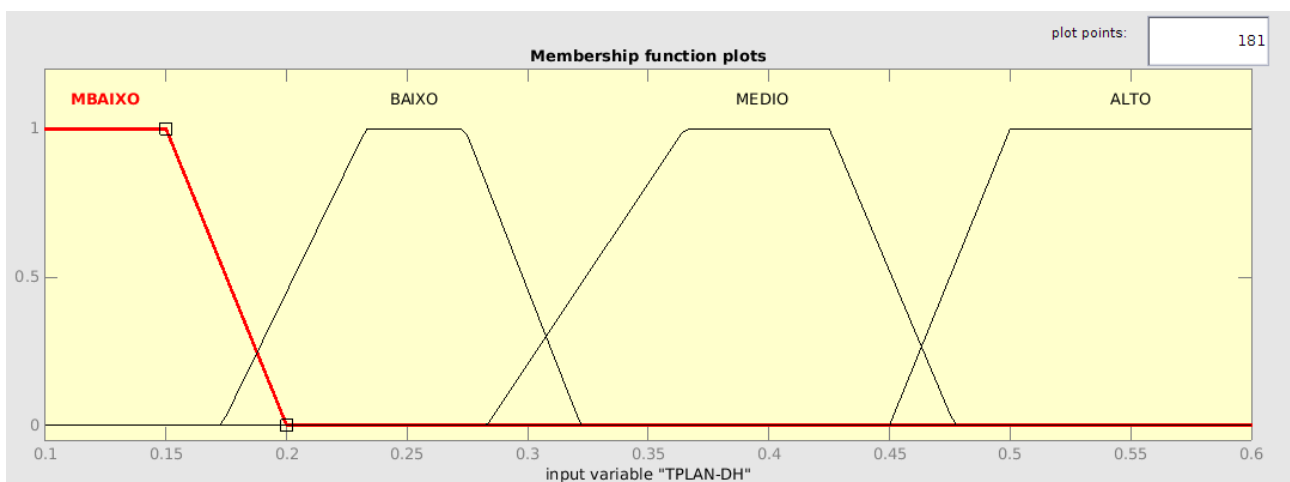


Figura 3: Deficit hídrico da planta

1.1.3 ESTAG-C

ESTAG-C (ESTÁGIO-DE-CRESCIMENTO-DA-PLANTA): Em geral, a planta tem um aumento progressivo de consumo hídrico até o período de floração e frutificação. A variável **ESTAG-C**, assume diferentes valores de acordo com o tipo de cultura e a fase de crescimento da planta.

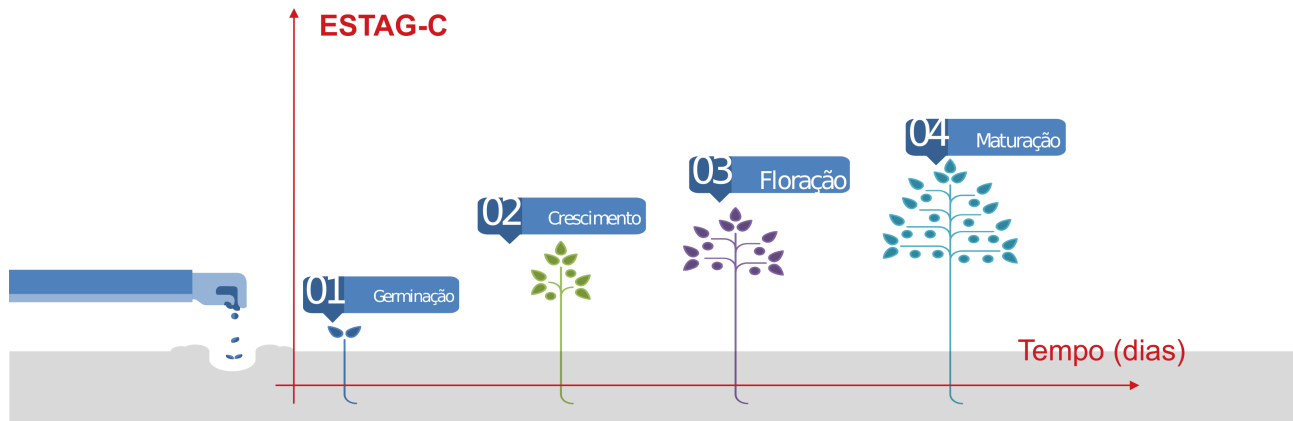


Figura 4

Tabela 3: Valores médios do coeficiente de cultivo

Cultura	Plantio-Germinação Período 1	Crescimento Período 2	Floração Período 3	Maturação Período 4
Alface	0,45	0,6	1	0,9
Cana-de-açúcar	0,5	1	1,1	0,65
Cítricos (ex. laranja)	0,65	0,7	1,7	0,65
Melão	0,45	0,75	1	0,75
Milho	0,4	0,8	1,15	1
Tomate	0,45	0,75	1,15	0,8

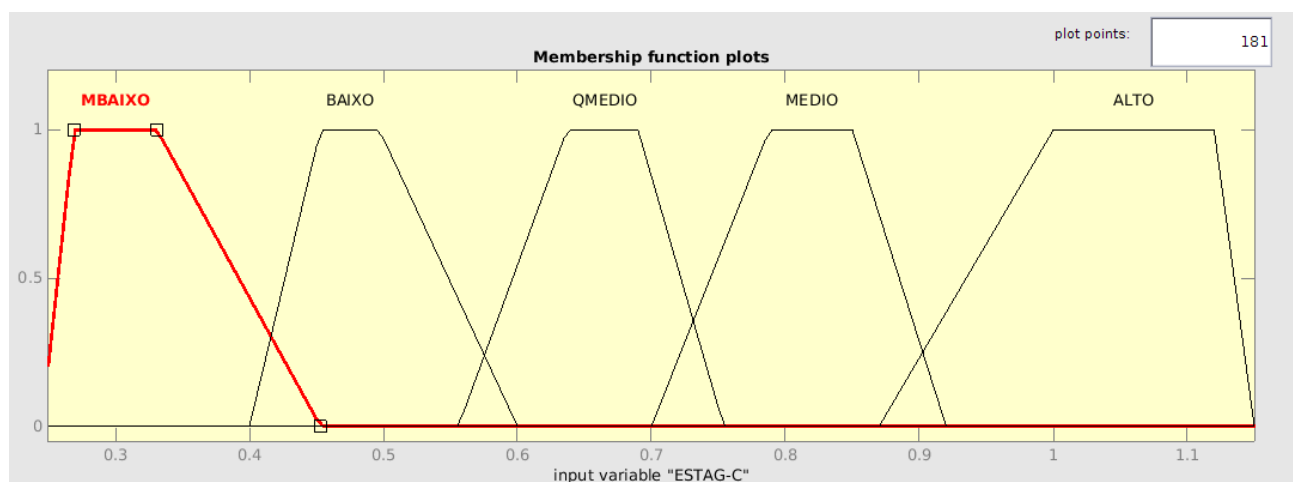


Figura 5: Estágio de crescimento da planta

1.1.4 TEMP

TEMP (TEMPERATURA): Essa variável está associada à temperatura (em graus Celsius).

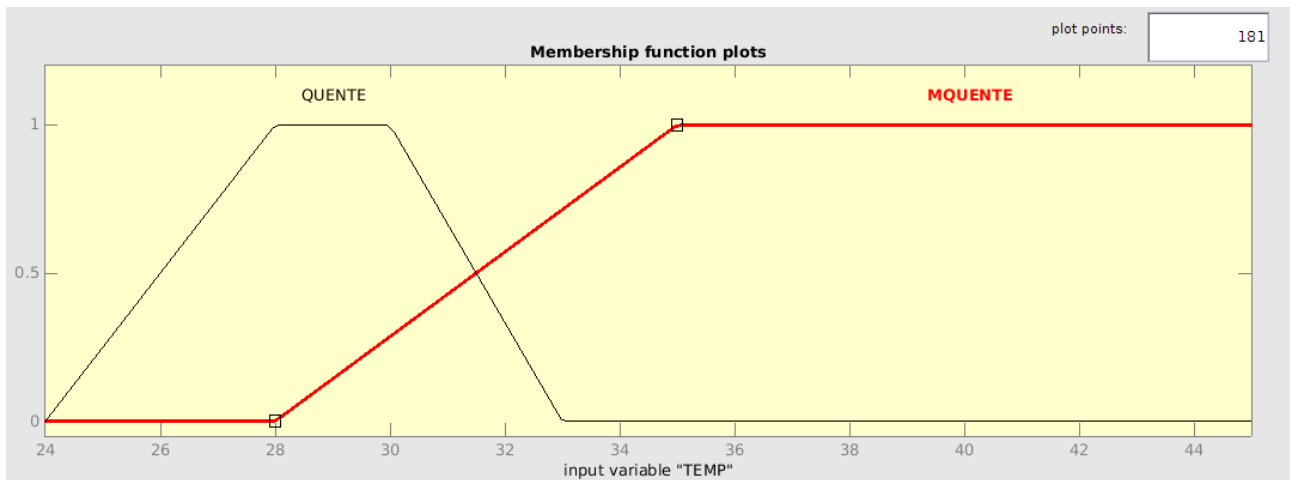


Figura 6: Temperatura do ambiente na plantação

1.2 Variáveis do Sistema - Variável de saída

1.2.1 UMD

UMD (UMIDADE-DO-SOLO): A variável de saída UMD estabelece a referência de umidade que o solo deve possuir para o tipo de plantação em conjunto com todas as variáveis de entrada para um determinado momento da vida da planta (Germinação, Crescimento, Floração e Maturação).

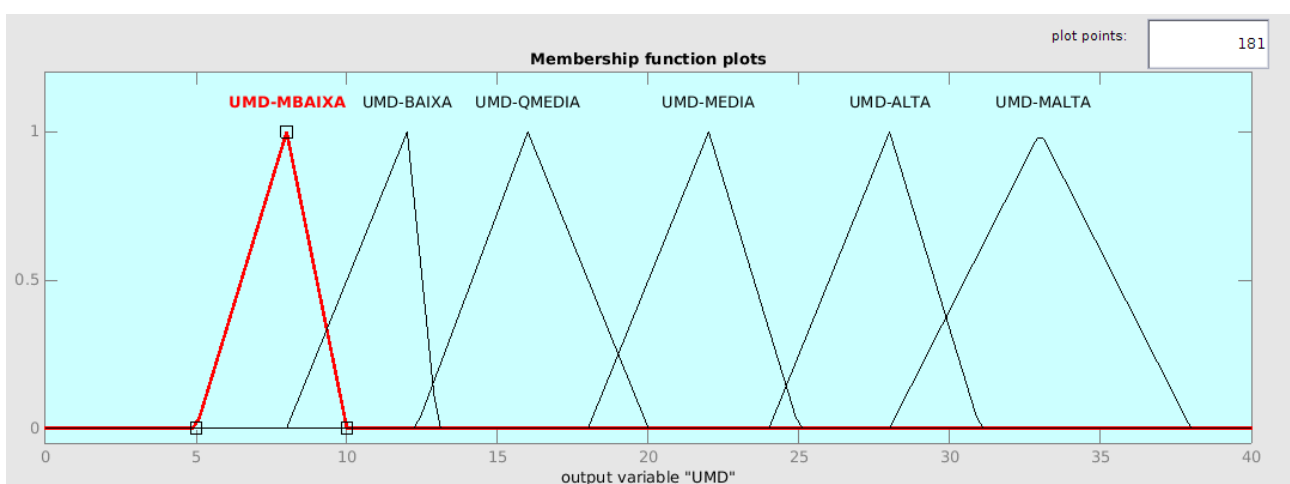


Figura 7: Umidade que se deseja para um determinado tipo de plantação

2 Resultados

O tipo de plantação base usado para esse trabalho foi a Cana-de-açúcar, mas outros tipos de plantio foram testados e se obteve o resultado desejado. Por esse motivo os resultados que serão apresentados, tem como plantio base a Cana-de-açúcar.

Segue abaixo algumas das regras de produção utilizadas:

1. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is MQUENTE) and (TPLAN-DH is MBAIXO) then (UMD is UMD-Baixa) (1)
 2. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is QUENTE) and (TPLAN-DH is BAIXO) then (UMD is UMD-Baixa) (1)
 3. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is QUENTE) and (TPLAN-DH is MEDIO) then (UMD is UMD-MBAIXA) (1)
 4. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is QUENTE) and (TPLAN-DH is ALTO) then (UMD is UMD-MBAIXA) (1)
 5. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is MQUENTE) and (TPLAN-DH is MBAIXO) then (UMD is UMD-Baixa) (1)
 6. If (TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA) and (ESTAG-C is MBAIXO) and (TEMP is MQUENTE) and (TPLAN-DH is BAIXO) then (UMD is UMD-Baixa) (1)

If: TPLAN-RAIZ is RAIZ-CURTA and ESTAG-C is MBAIXO and TEMP is MQUENTE and TPLAN-DH is MBAIXO Then: UMD is UMD-MBAIXA

Connection: and Weight: 1

Buttons: Delete rule, Add rule, Change rule, Help, Close

Figura 8: Regras de produção

Como exemplo começaremos atribuindo os seguintes valores para as variáveis de entrada:

TPLAN-RAIZ: RAIZ-MEDIA

ESTAG-C: BAIXO

TEMP: QUENTE

TPLAN-DH: BAIXO

Obtemos o seguinte resultado:

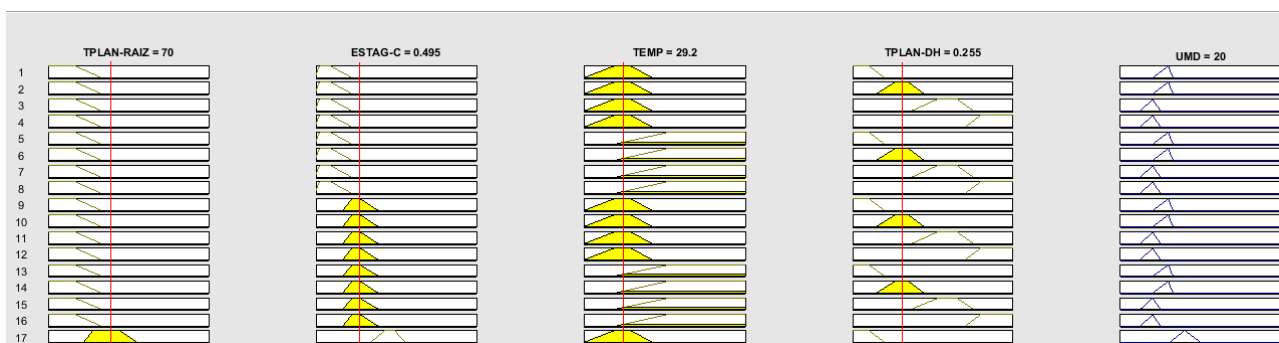


Figura 9: Resultado 1

Nessas condições a variável de saída UMD é igual a 20. Se alterarmos as variáveis de entrada da seguinte forma:

TPLAN-RAIZ: RAIZ-MEDIA

ESTAG-C: ALTO

TEMP: MQUENTE

TPLAN-DH: BAIXO

Obtemos o seguinte resultado:

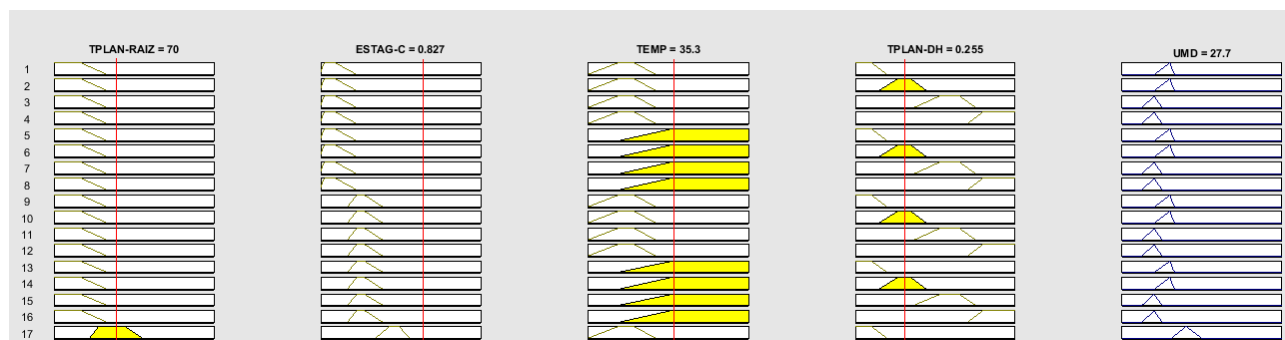


Figura 10: Resultado 2

Como esperado com o estágio de crescimento da planta alterado para alto (floração), o qual requer um maior consumo hídrico, e a temperatura alterada para muito quente, a umidade ideal para o solo aumenta para 27,7. Com base nesses resultados concluimos que o sistema fuzzy implementado correspondeu as expectativas do projeto.