

## SISTEMA ESPECIALISTA PARA PREVISÃO DE SAFRA DE ACORDO COM O CLIMA.

GABRIEL HENRIQUE DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
 MARIÂNGELA FERREIRA FUENTES MOLINA<sup>2</sup>  
 MARIANA FRAGA SOARES MUÇOUÇAH<sup>3</sup>

### RESUMO

Nos dias atuais o desenvolvimento tecnológico é amplo e cada vez mais sofisticado. Em todas as áreas, a tecnologia se faz necessária e tudo que antes era feito manualmente, agora pode ser adequado em softwares que otimizam tempo, melhoram processos e são precisos quanto a resultados. O objetivo deste artigo é apresentar um Sistema Especialista para Previsão de Safra de acordo com o Clima para ser utilizado no setor agrícola. Analisando variáveis como clima, precipitação e afinidades regionais das diferentes culturas, busca-se a previsão da safra. Ocorrência esta que auxiliará o agricultor tanto no plantio quanto na colheita, orientando-o às melhores escolhas e atender a demanda de commodities agrícolas.

**Palavras-chave:** Agricultura; Clima; Previsão; Sistema Especialista.

### ABSTRACT

Nowadays, technological development is wide and increasingly sophisticated. In all areas, technology is necessary and everything that used to be done manually can now be adapted to software that optimizes time, improves processes and is accurate in terms of results. The objective of this article is to present an Expert System for Crop Forecasting according to the Climate to be used in the agricultural sector. By analyzing variables such as climate, precipitation and regional crop affinities, we seek to forecast the harvest. This occurrence will help the farmers both in planting and harvesting, guiding them to the best choices and to meet the demand for agricultural commodities.

**Keywords:** Agriculture; Climate; Prediction; Expert Systems.

### INTRODUÇÃO

A tecnologia está muito presente na vida contemporânea e é muito impactante em relação a melhores resultados de investimentos e otimização de tempo. Em outras palavras, a tecnologia é essencial para se obter melhores desempenhos e resultados em menos tempo e com mais lucro quando transforma o conhecimento humano em processos que são resolvidos por máquinas.

<sup>1</sup>Graduando, Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Mogi das Cruzes – SP. E-mail: gabriel.oliveira184@fatec.sp.gov.br.

<sup>2</sup>Docente, Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Mogi das Cruzes-SP.

<sup>3</sup>Docente, Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – Mogi das Cruzes-SP.

Observando-se esse dinamismo tecnológico, destaca-se o Sistema Especialista que, de acordo com Flores (2003), é uma forma de sistema baseado no conhecimento. Ele é especialmente projetado para emular a especialização humana de algum domínio específico.

Com o aumento populacional, a demanda de commodities do setor agrícola para suprir a alimentação dos seres humanos foi parar nas alturas e, por esta razão, a tecnologia tornou-se indispensável no auxílio da produção delas, bem como a utilização de meios de previsão meteorológica para definir as diversas atividades inerentes ao processo de produção, ou seja, o manejo das culturas nas áreas de plantio.

Levando-se em conta a demanda citada e a necessidade de modernizar ou adequar as ferramentas tecnológicas, o objetivo deste artigo é apresentar um sistema especialista, voltado à previsão de safra conforme o clima das regiões do Brasil, partindo da inserção das seguintes variáveis: o clima, a média de precipitação e as afinidades da cultura da região como variáveis.

Neste sentido, os resultados obtidos neste sistema especialista auxiliarão os agricultores nas tomadas de decisão de antemão, focalizando melhores desempenhos e menos desperdício na colheita.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho, a metodologia escolhida e utilizada foi a pesquisa exploratória-descritiva, tendo como procedimento base a pesquisa bibliográfica.

A pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema. Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente assume a forma de pesquisa e estudo de caso. (GIL, 2008)

De acordo com Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

Para a coleta de valores das variáveis, destaca-se a utilização do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC): base governamental que

atualmente mapeia 40 tipos de culturas diferentes e tem como objetivo fornecer dados sobre riscos agroclimáticos no Brasil além da melhor época de ciclo e tipo de solo favorável para cultura.

Para a implementação do sistema especialista foi utilizado o aplicativo Expert Sinta, desenvolvido pelo Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará, o qual tem o objetivo de oferecer uma máquina de inferência básica para simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE ou ENTÃO. (LIA 1998).

Por fim, os valores das variáveis, bem como os resultados possíveis de seus processamentos serão demonstrados por tabelas que identificam a safra e seu CNF — Coeficiente do Grau de Confiança de resposta

## **SISTEMAS ESPECIALISTAS**

A tecnologia está em alta. Para acompanhar as demandas, faz-se necessário a construção de ferramentas que sejam condutoras de melhorias técnicas para resultados mais eficientes. Assim acontece com os Sistemas Especialistas.

Os Sistemas Especialistas são definidos como ferramentas computacionais que modelam o raciocínio e as ações de um humano ou grupo especialista em uma determinada área do conhecimento (Flores, 2003).

Os Sistemas Especialistas deixaram de ser ferramentas de laboratório e vêm sendo empregados no registro e na difusão do conhecimento, acentuando ainda mais as mudanças trazidas pela Tecnologia da Informação.

Os Sistemas Especialistas foram desenvolvidos a partir da necessidade de se processar dados não numéricos, o qual é capaz de apresentar conclusões sobre um determinado tema, desde que devidamente orientado e alimentado. (MOLINARI, 2003).

Conforme consta no Manual do Desenvolvedor do Laboratório de Inteligência Artificial – Expert SINTA (1998), os Sistemas Especialistas podem ser considerados como um subconjunto da Inteligência Artificial. Um Sistema Especialista é um sistema que utiliza o conhecimento humano capturado em um computador para resolver problemas que seriam normalmente resolvidos por especialistas humanos.

“[...] máquinas podem executar sistemas cuja resposta assemelha-se a de especialistas humanos, simulando o senso humano através de lógica cujo resultado possa aproximar-se de uma possível resposta [...], simulando, por sua vez, ter conhecimento a respeito do determinado assunto.” (BARRETO e PREZZOTO (2010).

De acordo com o Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará a arquitetura mais comum de um sistema especialista é a que envolve regras de produção que são simplesmente um conjunto de condições no estilo SE... ENTÃO..., com a possibilidade de inclusão de conectivos lógicos relacionando os atributos no escopo do conhecimento e o uso de probabilidades.

### **Sistemas Especialistas na Agricultura**

A agricultura desempenha um papel essencial na sociedade. Diante de tanta tecnologia, é notável que este setor também tenha ferramentas que agilizem ou otimizem resultados esperados, principalmente para a produção de alimentos com qualidade e que atenda às demandas.

Há muitos benefícios na utilização destes sistemas na agricultura. Entende-se que a agricultura é tecnológica ou ainda que seja palco para o uso da tecnologia. Assim, Sistemas Especialistas são eficientes para a modernização de processos tradicionais que são significativos para a obtenção dos resultados das colheitas.

Nesse sentido, o setor agrícola utiliza diversos tipos de Sistemas Especialistas que envolvem o controle de máquinas, a capacidade do uso da terra, o manejo de culturas, até aqueles focados no controle de pragas e doenças. Em pesquisas sobre o histórico do assunto, percebe-se que a inserção de ferramentas tecnológicas no setor já conta de longa data.

Conforme exposto em Giboshi (1999), um dos primeiros sistemas especialistas desenvolvidos para a agricultura foi o PLANT/ds, em 1982, que diagnosticava doenças da cultura da soja. Em 1985, foi desenvolvido o COMAX que conseguia prover recomendação de fertilizantes e esquemas de irrigação para a cultura de algodão.

Daí por diante, outros sistemas especialistas surgiram, garantindo maior eficiência na obtenção dos resultados.

Fato é que ao decorrer dos últimos quarenta anos, a agricultura é constantemente citada como um grande setor de investimento e precisa ser alicerçada pela tecnologia como forma de lucratividade.

Embora a agricultura, como um todo, seja um setor altamente nichado, e aparentemente com um escopo enxuto, existem muitas possibilidades da aplicação de sistemas especialistas para auxílio dos produtores e técnicos agrícolas nas distintas frentes da agricultura e do agronegócio.

Sendo assim, o Sistema Especialista para a previsão de safra de acordo com o clima é mais uma ferramenta condizente com o momento de alta demanda das culturas, levando-se em conta que a inovação é essencial para a agilização de processos.

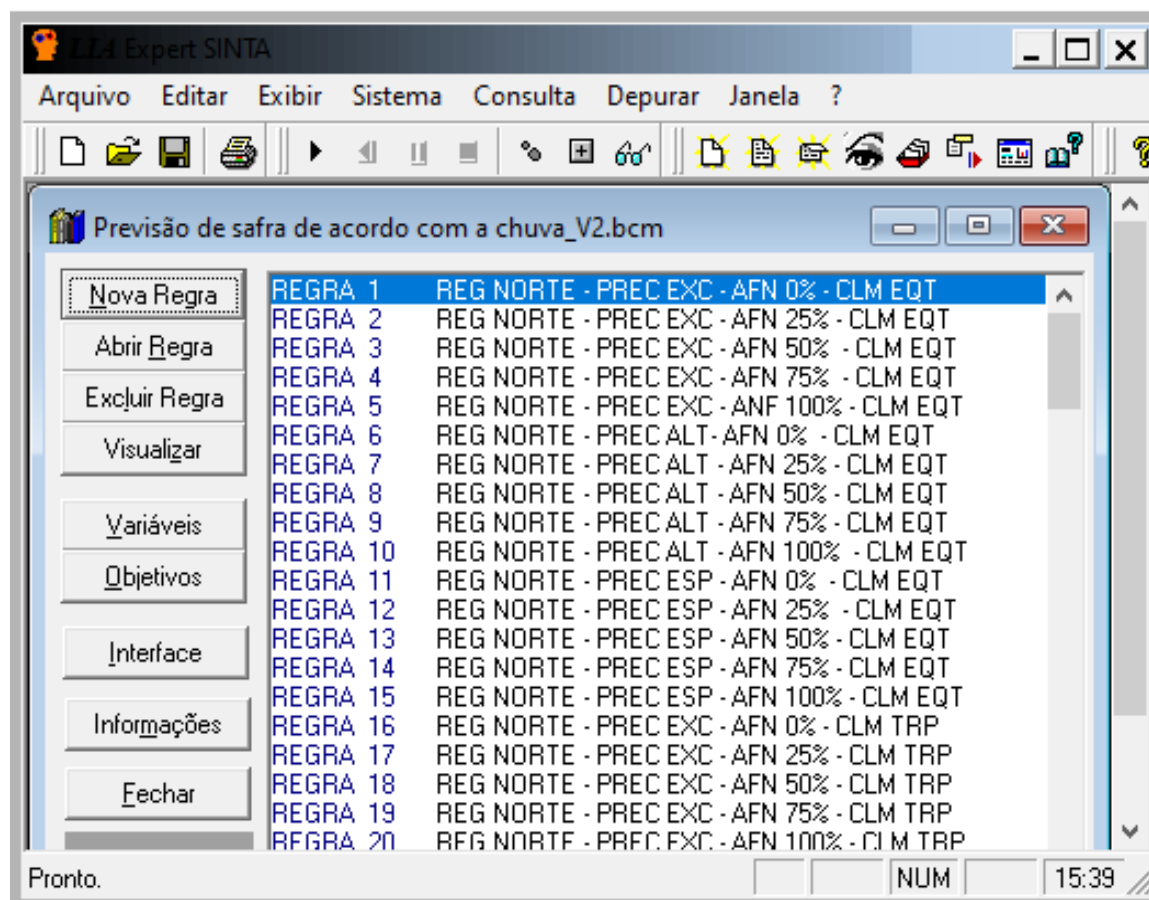
### **Sistema Especialista para Previsão de Safra de Acordo com o clima**

O Sistema Especialista para previsão de safra de acordo com o clima realiza uma análise que busca otimizar o resultado das safras, baseando-se em regras que consideram o clima, a região, precipitação e afinidade do plantio, ou seja, os resultados apresentados por este Sistema Especialista para previsão de safra auxiliam o agricultor de antemão nas tomadas de decisão.

Em virtude da ampla e vasta extensão territorial, o país apresenta diversidade quando o assunto se refere ao clima o qual pode ser bastante imprevisível, mesmo considerando que as previsões meteorológicas quase sempre estejam corretas.

Coberto por seis categorias de biomas — Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal — o Brasil é banhado pelo Oceano Atlântico e varrido por massas de ar equatoriais, tropicais e a polar atlântica.

Destaca-se que a irrigação é um dado imprescindível no que se refere às lavouras, o que está diretamente ligado à precipitação. A maior ou menor quantidade de água utilizada nas plantações faz toda a diferença nos resultados. Logo, processos referentes à água, em geral, são diversidades influentes quanto ao lançamento dos dados no sistema. (Figura 1)

**Figura 1.** Parte das regras do Sistema.

**Fonte:** Os autores, (2023).

Essa variedade de condições naturais implica na agricultura e no plantio em grande escala, fazendo com que especialistas nessas condições específicas sejam acionados e estudem sempre o melhor período, solo e clima para realizar o plantio, uma vez que existe a suscetibilidade às mudanças climáticas a todo momento, em decorrência de fatores maiores, como, por exemplo, o aquecimento global. Neste sentido, enfatiza-se a Evapotranspiração.

Portanto, para esse sistema especialista a água do plantio é considerada pela variável precipitação para se aproveitar do fenômeno de evapotranspiração de referência que consiste na água transferida por evaporação e transpiração das culturas, advindas de uma superfície bem suprida de água e recursos, assim se utilizando da chuva como referência majoritária de água no plantio da cultura.

A Evapotranspiração pode ser definida como a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície como vegetal, durante determinado período. Isto inclui a evaporação da água do solo, a evaporação da água depositada pela irrigação, chuva ou orvalho na

superfície das folhas, e a transpiração vegetal. (BERNARDO, 2006, p. 48)

Entende-se que o processo de Evapotranspiração de Cultura é considerado, uma vez que não se leve em conta a irrigação mecânica, como circunstância primária para manejo das águas no escopo deste sistema. Assim, nos cenários avaliados a irrigação das culturas ficará a cargo das chuvas (precipitação).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na obtenção de resultados para a exemplificação deste sistema especialista, utilizou-se as culturas de milho e soja em que as variáveis que terão seus valores cruzados pelo motor de inferência. De acordo com Salassier (2006, p. 49) para o adequado cultivo de milho e soja é necessário disponibilizar para as plantas de 400 a 800 mm de água durante o ciclo todo de desenvolvimento.

A análise resultou do cruzamento de dados que consideram cinco variáveis, conforme exemplifica a tabela abaixo: clima, precipitação, afinidade do plantio e região como variáveis e safra sendo uma variável de resultado.

Verifica-se que a água necessária para o plantio de uma cultura não pode ser superestimada e nem subestimada, pois influi claramente em aspectos como qualidade, produção e custo.

**Tabela 1.** Indicação de variáveis.

Região	Clima	Precipitação	Afinidade do Plantio	Safra
Norte	Tropical	Nenhuma	0%	Excelente
Nordeste	Equatorial	Baixa	25%	Muito boa
Centro-oeste	Tropical Úmido	Esperada	50%	Boa
Sudeste	Semiárido	Alta	75%	Regular
Sul	Tropical Altitude	Excessiva	100%	Insatisfatório
	Subtropical			Péssima

**Fonte:** Os autores, (2023).

Como nesse estudo utilizou-se as culturas de milho e soja, obteve-se duas variáveis chaves para o motor de inferência do sistema especialista: precipitação

e afinidade de plantio. Portanto, elas são cruciais para determinar a safra. Tem-se a quantidade de água ideal a ser considerada; e a afinidade de plantio representa a compatibilidade da cultura com o solo em que ela será cultivada.

Deve-se considerar o uso da variável de precipitação de acordo a tabela abaixo. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Significado de cada valor da variável de precipitação.

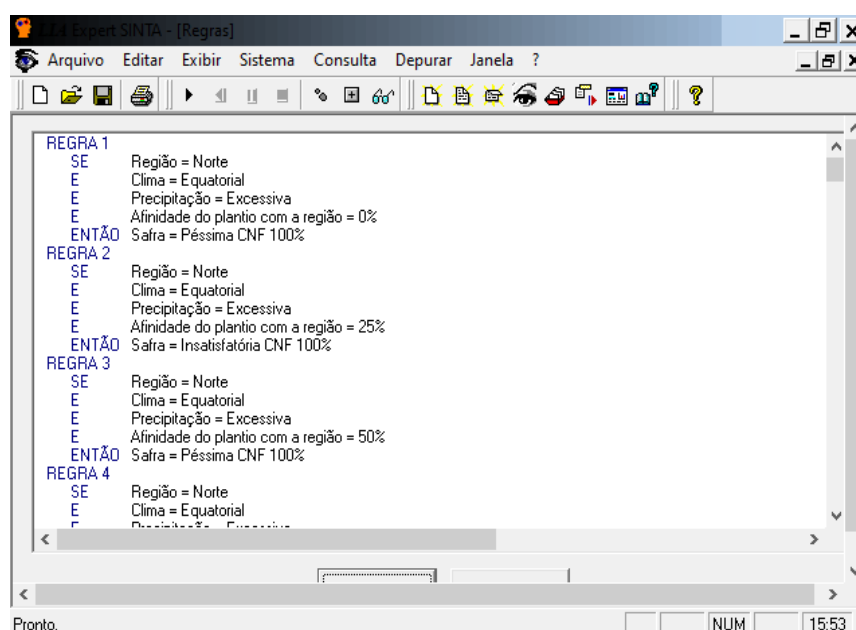
Variável	Milímetros
Nenhuma	0 mm
Baixa	200 mm
Esperada	600 mm
Alta	900 mm
Excessiva	1000 mm

**Fonte:** Os autores, (2023).

As demais variáveis (clima e região) servem para relacionar a existência de um clima “X” em uma região geográfica “Y”. Desta forma, pode-se assegurar, por exemplo, que situações de clima árido no Sudeste brasileiro não ocorrerão devido às regras inseridas no motor de inferência.

Os resultados possíveis para safra são identificados como péssima, insatisfatória, regular, boa, muito boa e excelente (tabela 1).

**Figura 2.** Sequência de Regras (SE/ENTÃO).



**Fonte:** Os autores, (2023).



Detalhados e inseridos todos os dados referentes às regiões do Brasil, foram obtidos 130 resultados, que neste tópico foram abstraídos em tabelas.

A seguir, as tabelas apresentam os dados correspondentes a cada variável, cruzando os dados em cada linha da tabela em que a safra é obtida pela inserção dos valores presentes na linha em questão de forma respectiva.

Para a região Norte, com clima Equatorial, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 3.** Região Norte – Clima Equatorial.

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
1	Equatorial	Excessiva	0%	Péssima	100%
2	Equatorial	Excessiva	25%	Péssima	100%
3	Equatorial	Excessiva	50%	Insatisfatória	100%
4	Equatorial	Excessiva	75%	Insatisfatória	100%
5	Equatorial	Excessiva	100%	Regular	100%
6	Equatorial	Alta	0%	Péssima	100%
7	Equatorial	Alta	25%	Insatisfatória	100%
8	Equatorial	Alta	50%	Regular	100%
9	Equatorial	Alta	75%	Regular	100%
10	Equatorial	Alta	100%	Boa	100%
11	Equatorial	Esperada	0%	Regular	100%
12	Equatorial	Esperada	25%	Boa	100%
13	Equatorial	Esperada	50%	Muito Boa	100%
14	Equatorial	Esperada	75%	Muito Boa	100%
15	Equatorial	Esperada	100%	Excelente	100%

**Fonte:** Os autores, (2023).

Para a região Norte com clima Tropical, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 4.** Região Norte – Clima Tropical.

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
16	Tropical	Excessiva	0%	Péssima	100%
17	Tropical	Excessiva	25%	Péssima	100%
18	Tropical	Excessiva	50%	Insatisfatória	100%
19	Tropical	Excessiva	75%	Insatisfatória	100%
20	Tropical	Excessiva	100%	Regular	100%
21	Tropical	Alta	0%	Insatisfatória	100%
22	Tropical	Alta	25%	Regular	100%
23	Tropical	Alta	50%	Regular	100%
24	Tropical	Alta	75%	Regular	100%
25	Tropical	Alta	100%	Boa	100%
26	Tropical	Esperada	0%	Regular	100%
27	Tropical	Esperada	25%	Boa	100%
28	Tropical	Esperada	50%	Muito Boa	100%

Sistema especialista para previsão de safra de acordo com o clima.	Gabriel Henrique de Oliveira; Mariângela F. F. Molina; Mariana F. S. Muçouçah.
--	--

29	Tropical	Esperada	75%	Excelente	100%
30	Tropical	Esperada	100%	Excelente	100%

**Fonte:** Os autores, (2023).

Para a região Nordeste com clima Tropical/Semiárido e Tropical/Tropical Úmido, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 5.** Região Nordeste – Clima Tropical/Semiárido e Tropical Úmido.

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
31	Tropical/Tropical Úmido	Excessiva	0%	Péssima	100%
32	Tropical/Tropical Úmido	Excessiva	25%	Insatisfatória	100%
33	Tropical/Tropical Úmido	Excessiva	50%	Regular	100%
34	Tropical/Tropical Úmido	Excessiva	75%	Boa	100%
35	Tropical/Tropical Úmido	Excessiva	100%	Boa	100%
36	Tropical/Tropical Úmido	Alta	0%	Insatisfatória	100%
37	Tropical/Tropical Úmido	Alta	25%	Regular	100%
38	Tropical/Tropical Úmido	Alta	50%	Regular	100%
39	Tropical/Tropical Úmido	Alta	75%	Boa	100%
40	Tropical/Tropical Úmido	Alta	100%	Muito boa	100%
41	Tropical/Tropical Úmido	Esperada	0%	Insatisfatória	100%
42	Tropical/Tropical Úmido	Esperada	25%	Regular	100%
43	Tropical/Tropical Úmido	Esperada	50%	Muito boa	100%
44	Tropical/Tropical Úmido	Esperada	75%	Excelente	100%
45	Tropical/Tropical Úmido	Esperada	100%	Excelente	100%
46	Tropical/Semiárido	Baixa	0%	Insatisfatória	100%
47	Tropical/Semiárido	Baixa	25%	Insatisfatória	100%
48	Tropical/Semiárido	Baixa	50%	Regular	100%
49	Tropical/Semiárido	Baixa	75%	Boa	100%
50	Tropical/Semiárido	Baixa	100%	Boa	100%
51	Tropical/Semiárido	Nenhuma	0%	Péssima	100%
52	Tropical/Semiárido	Nenhuma	25%	Insatisfatória	100%
53	Tropical/Semiárido	Nenhuma	50%	Insatisfatória	100%
54	Tropical/Semiárido	Nenhuma	75%	Regular	100%
55	Tropical/Semiárido	Nenhuma	100%	Regular	100%

**Fonte:** Os autores (2023).

Para a região Centro-Oeste com clima Equatorial/Tropical e Equatorial obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 6.** Região Centro Oeste – Clima Equatorial/Tropical e Equatorial

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
56	Equatorial/Tropical	Excessiva	0%	Péssima	100%
57	Equatorial/Tropical	Excessiva	25%	Péssima	100%
58	Equatorial/Tropical	Excessiva	50%	Insatisfatória	100%
59	Equatorial/Tropical	Excessiva	75%	Insatisfatória	100%
60	Equatorial/Tropical	Excessiva	100%	Regular	100%
61	Equatorial/Tropical	Alta	0%	Regular	100%
62	Equatorial/Tropical	Alta	25%	Regular	100%
63	Equatorial/Tropical	Alta	50%	Regular	100%
64	Equatorial/Tropical	Alta	75%	Boa	100%

Sistema especialista para previsão de safra de acordo com o clima.	Gabriel Henrique de Oliveira; Mariângela F. F. Molina; Mariana F. S. Muçouçah.
--	--

65	Equatorial/Tropical	Alta	100%	Muito boa	100%
66	Equatorial/Tropical	Esperada	0%	Regular	100%
67	Equatorial/Tropical	Esperada	25%	Boa	100%
68	Equatorial/Tropical	Esperada	50%	Muito boa	100%
69	Equatorial/Tropical	Esperada	75%	Excelente	100%
70	Equatorial/Tropical	Esperada	100%	Excelente	100%
71	Tropical	Baixa	0%	Insatisfatória	100%
72	Tropical	Baixa	25%	Regular	100%
73	Tropical	Baixa	50%	Regular	100%
74	Tropical	Baixa	75%	Regular	100%
75	Tropical	Baixa	100%	Boa	100%
76	Tropical	Nenhuma	0%	Péssima	100%
77	Tropical	Nenhuma	25%	Insatisfatória	100%
78	Tropical	Nenhuma	50%	Insatisfatória	100%
79	Tropical	Nenhuma	75%	Insatisfatória	100%
80	Tropical	Nenhuma	100%	Regular	100%

**Fonte:** Os autores, (2023).

Para a região Sudeste, com clima Tropical/Tropical Úmido/Tropical Altitude, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 7.** Região Sudeste – Clima Tropical/Tropical Úmido/Tropical Altitude.

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
81	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Excessiva	0%	Insatisfatória	100%
82	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Excessiva	25%	Insatisfatória	100%
83	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Excessiva	50%	Regular	100%
84	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Excessiva	75%	Regular	100%
85	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Excessiva	100%	Regular	100%
86	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Alta	0%	Insatisfatória	100%
87	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Alta	25%	Regular	100%
88	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Alta	50%	Regular	100%
89	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Alta	75%	Boa	100%
90	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Alta	100%	Boa	100%
91	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Esperada	0%	Insatisfatória	100%
92	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Esperada	25%	Regular	100%
93	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Esperada	50%	Boa	100%
94	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Esperada	75%	Muito boa	100%
95	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Esperada	100%	Excelente	100%
96	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Baixa	0%	Insatisfatória	100%
97	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Baixa	25%	Regular	100%
98	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Baixa	50%	Boa	100%
99	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Baixa	75%	Boa	100%
100	Trp/Trp Um/Trp/Alt	Baixa	100%	Muito boa	100%
101	Trp/Trp Alt	Nenhuma	0%	Péssima	100%
102	Trp/Trp Alt	Nenhuma	25%	Péssima	100%
103	Trp/Trp Alt	Nenhuma	50%	Insatisfatória	100%
104	Trp/Trp Alt	Nenhuma	75%	Insatisfatória	100%
105	Trp/Trp Alt	Nenhuma	100%	Regular	100%

**Fonte:** Os autores, (2023)

Sistema especialista para previsão de safra de acordo com o clima.	Gabriel Henrique de Oliveira; Mariângela F. F. Molina; Mariana F. S. Muçouçah.
--	--

Para a região Sul, com Clima Tropical/Subtropical, obteve-se os seguintes resultados:

Sistema especialista para previsão de safra de acordo com o clima.	Gabriel Henrique de Oliveira; Mariângela F. F. Molina; Mariana F. S. Muçouçah.
--	--

**Tabela 8.** Região Sul – Clima Tropical/Subtropical.

Regra	Clima	Precipitação	Afinidade do plantio	Safra	CNF
106	Tropical/Subtropical	Excessiva	0%	Insatisfatória	100%
107	Tropical/Subtropical	Excessiva	25%	Insatisfatória	100%
108	Tropical/Subtropical	Excessiva	50%	Regular	100%
109	Tropical/Subtropical	Excessiva	75%	Regular	100%
110	Tropical/Subtropical	Excessiva	100%	Boa	100%
111	Tropical/Subtropical	Alta	0%	Insatisfatória	100%
112	Tropical/Subtropical	Alta	25%	Regular	100%
113	Tropical/Subtropical	Alta	50%	Boa	100%
114	Tropical/Subtropical	Alta	75%	Boa	100%
115	Tropical/Subtropical	Alta	100%	Muito boa	100%
116	Tropical/Subtropical	Esperada	0%	Insatisfatória	100%
117	Tropical/Subtropical	Esperada	25%	Regular	100%
118	Tropical/Subtropical	Esperada	50%	Boa	100%
119	Tropical/Subtropical	Esperada	75%	Muito boa	100%
120	Tropical/Subtropical	Esperada	100%	Excelente	100%
121	Tropical/Subtropical	Baixa	0%	Insatisfatória	100%
122	Tropical/Subtropical	Baixa	25%	Regular	100%
123	Tropical/Subtropical	Baixa	50%	Regular	100%
124	Tropical/Subtropical	Baixa	75%	Regular	100%
125	Tropical/Subtropical	Baixa	100%	Boa	100%
126	Tropical/Subtropical	Nenhuma	0%	Péssima	100%
127	Tropical/Subtropical	Nenhuma	25%	Insatisfatória	100%
128	Tropical/Subtropical	Nenhuma	50%	Regular	100%
129	Tropical/Subtropical	Nenhuma	75%	Regular	100%
130	Tropical/Subtropical	Nenhuma	100%	Regular	100%

**Fonte:** Os autores, (2023).

## CONCLUSÃO

O Sistema Especialista é um excelente instrumento para dinamizar processos que antes eram feitos manualmente. A partir dos estudos realizados para este artigo, conclui-se que a criação de um Sistema Especialista para previsão de safra de acordo com o clima melhora as possibilidades de previsão das safras. Com a utilização deste sistema, as tomadas de decisão relativas ao plantio e colheita tendem a correr menos riscos e, assim, atender melhor à demanda do setor agrário. Considerando as leituras e materiais consultados, é possível expor que este trabalho não é conclusivo, pois há possibilidades futuras de modernização e adequação, através de refinamento das regras existentes e adição de outras, visando aumento de precisão quanto aos resultados. O conhecimento humano pode ser cada vez mais sofisticado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**A Mente, Inteligência Artificial e Emoções.** Disponível em <https://www.ensinoeinformacao.com/computacao-sistemas-especialistas>. Acesso em 20 nov. 2022.

BARRETO, Luiz; PREZOTO, Marcelo. **Introdução a Sistemas Especialistas.** Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/49661991/sistemas-especialistas-faculdade-de-tecnologia-unicamp>. Acesso em 01 nov. 2022.

BERNARDO, Salassier. **Manual de Irrigação** / Salassier Bernardo, Antonio Alves Soares, Everaldo Chartuni Mantovani. 8. ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006.

CAMARGO, Ângelo Paes de; CAMARGO, Marcelo Bento Paes de; **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial.** Disponível em <https://www.scielo.br/j/brag/a/94MFPNhhYKGRds4cMKFBBt/?lang=pt>. Acesso em 23 mar. 2023.

DA SILVA, Gleison; DOS SANTOS, Alecson Milton Almeida. **Expert Hardware: A Construção de Sistemas com Expert Sinta e Watson Assistant.** Anais do 11º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 11, n. 2, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/issue/view/346>. Acesso em 25 out. 2022.

**Desenvolvendo um Sistema Especialista baseado em regras para resolução de problemas na conexão de Internet no Software ExpertSinta.** Disponível em <http://sites.setrem.com.br/stin/2012/anais/Fhabiana.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

FLORES, C. D. **Fundamentos dos Sistemas Especialistas.** In: BARONE, D. A. C. (Ed.). *Sociedades Artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas.* Porto Alegre: Bookman, 2003.

GIBOSHI, Monica Luri. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra.** / Monica Luri Giboshi. Campinas, SP: [s.n.], 1999. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/175510>. Acesso em 28 mar. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIA: LABORATÓRIO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. **Expert Sinta, Manual do Usuário, 1998.** Disponível em: [http://www.valdick.com/files/manual\\_expert\\_sinta.pdf](http://www.valdick.com/files/manual_expert_sinta.pdf). Acesso em 25 out. 2022.

Sistema especialista para previsão de safra de acordo com o clima.	Gabriel Henrique de Oliveira; Mariângela F. F. Molina; Mariana F. S. Muçouçah.
--	--

LIMA, Marcelo Ricardo de. **Principais Classes de Solos do Brasil**. Disponível em: [http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/solos\\_brasil.pdf](http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/solos_brasil.pdf). Acesso em: 25 out. 2022.

Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M. **CLIMATOLOGIA: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: oficina de texto, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/MdqJHyd6QT3GQgKLCPPBbMh/?lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2022.

PY, Mônica Xavier. **Sistemas Especialistas: Uma Introdução. Rio Grande do Sul**, Instituto de Informática. UFRGS. Disponível em <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12711729/sistemas-especialistas-instituto-de-informatica-ufrgs>. Acesso em: 01 nov. 2022.

**REVISTA ELETRÔNICA ANIMA TERRA**. Disponível em <https://www.fatecmogidascruzes.com.br/pdf/animaTerra/normasPublicacao.pdf>. acesso em: 28 nov. 2022.

**ZONEAMENTO AGRÍCOLA**. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola>. Acesso em 24 mar 2023.