

**INSTITUTO
FEDERAL**
Sertão de
Pernambuco

CAMPUS PETROLINA

Maysa Andrade Costa

Mr.Hull, o Sol e a seca no Nordeste.

Petrolina-PE

2025

Maysa Andrades Costa

Mr.Hull, o Sol e a seca no Nordeste.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do curso de Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina,
como requisito parcial à obtenção do título
de Licenciado em Física.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano - Campus Petrolina

Licenciatura em Física

Orientador: Erivelton Façanha Da Costa

Petrolina-PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C838 Costa, Maysa Andrades.

Mr. Hull, o Sol e a seca no Nordeste. / Maysa Andrades Costa. - Petrolina, 2025.
144 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Erivelton Façanha da Costa.

1. Física. 2. Mister Hull. 3. História da Física. 4. Manchas Solares. 5. Seca do Nordeste. I.
Título.

CDD 530



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SERTÃO PERNAMBUCANO
COORDENAÇÃO DE LICENCIATURA EM FÍSICA/ CAMPUS PETROLINA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Ata nº 01/2025 da sessão de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do(a) aluno(a) **MAYSA ANDRADES COSTA**, do Curso Superior de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE, Campus Petrolina, realizada no dia **13 de AGOSTO de 2025**.

Aos treze dias do mês de agosto de dois mil e vinte e cinco (13/08/2025), na sala D12 do Campus Petrolina do IFSertãoPE, sob a presidência do(a) professor(a) **ERIVELTON FAÇANHA DA COSTA** (IFsertãoPE), reuniu-se a Banca Examinadora composta pelo presidente e pelos membros, os professores **Dr. CÍCERO THIAGO GOMES DOS SANTOS** (IFsertãoPE) e **Me. NEWTON PIONÓRIO NOGUEIRA** (IFsertãoPE). Às **16 horas e 30 minutos** (16h30min), o presidente abriu a sessão de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do(a) aluno(a) **MAYSA ANDRADES COSTA**, intitulado "**Mr. HULL, O SOL, E A SECA NO NORDESTE**", orientado(a) pelo(a) professor(a) **Dr. ERIVELTON FAÇANHA DA COSTA**. Após a exposição do(a) aluno(a) e arguição da Banca, esta se reuniu reservadamente e decidiu pela **APROVAÇÃO** do(a) aluno(a), com nota **CEM** (100,00). Nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão, da qual eu, **ERIVELTON FAÇANHA DA COSTA**, professor(a), lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos demais membros da Banca.

Petrolina, 13 de agosto de 2025.

Prof. Dr. ERIVELTON FAÇANHA DA COSTA

Prof. Dr. CÍCERO THIAGO GOMES DOS SANTOS

Prof. Me. NEWTON PIONÓRIO NOGUEIRA

Este trabalho é dedicado a você, que é atento, curioso, e inquieto.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por tornar está jornada possível.

À minha Mãe, Marileide Pereira Andrade, por sua força, valores e apoio, ao meu Pai Washington Costa Junior, aos meus irmãos, Yuri Andrade Costa, e William Ferreira Costa.

A minha prima, futura professora de matemática, Karine Mikaelly, por sua irmandade e apoio.

Ao meu Tio, Wellington Nobre Costa, e a minha Tia, Marli Ferreira de Castro, a quem devo gratidão por incentivar a prosseguir no conhecimento e ser curiosa.

Em especial, ao meu orientador, o Prof. Dr. Erivelton Façanha da Costa, por toda a paciência, ensinamentos e atenção. Cuja orientação foi essencial para o meu amadurecimento pessoal e acadêmico. Ensinamentos que levarei para toda a minha vida.

Ao Ian, meu parceiro de vida, agradeço pela insistência diária e pelo apoio incondicional. A jornada se tornou muito mais leve e significativa com você ao meu lado.

Aos amigos de curso, dignos de mera menção, Geovanna Santana, Mateus Evangelista, Bruna Mirelly, Alerrandro Dias, Matheus Silva, Mateus Bahia, Haru Carvalho e Laryssa Santana, agradeço por terem me feito aprender a ser um pouco mais humana na convivência diária.

A todo o corpo Docente do curso de Licenciatura em Física por oportunidade e ensinamentos.

“O importante é não parar de questionar.”

- Albert Einstein

Resumo

Este trabalho propõe uma revisão histórica e científica das investigações realizadas por Francis Reginald Hull sobre a relação entre a atividade solar, especialmente os ciclos de manchas solares, e os períodos de seca no Nordeste brasileiro, com ênfase no estado do Ceará. A partir de uma abordagem bibliográfica e documental, a pesquisa revisita os fundamentos da atividade solar, sua influência no clima terrestre e a história da astronomia no Brasil, contextualizando a contribuição de Hull ao correlacionar a ocorrência de estiagens com os mínimos solares. O estudo destaca ainda a importância de sua correspondência com o astrofísico Charles Greesley Abbot, bem como a relevância das previsões climáticas publicadas por Hull no Almanaque do Ceará (1942). Ao resgatar esse legado pouco reconhecido na literatura científica, o trabalho busca valorizar a astronomia desenvolvida em contextos regionais e reafirmar o papel do Ceará como espaço significativo para a ciência astronômica brasileira.

Palavras-chave: Atividade solar; Mr. Hull; Astronomia no Ceará.

Abstract

This work presents a historical and scientific review of the investigations conducted by Francis Reginald Hull regarding the relationship between solar activity, particularly sunspot cycles, and drought periods in the Brazilian Northeast, with a focus on the state of Ceará. Through a bibliographic and documentary approach, the research revisits the foundations of solar activity, its influence on Earth's climate, and the history of astronomy in Brazil, contextualizing Hull's contribution in correlating drought events with solar minima. The study also highlights the importance of his correspondence with astrophysicist Charles Greesley Abbot, as well as the relevance of the climate forecasts published by Hull in the *Almanaque do Ceará* (1942). By recovering this little-known scientific legacy, the work aims to recognize the value of astronomy developed in regional contexts and reaffirm the role of Ceará as a significant center for Brazilian astronomical science.

Keywords: Solar activity; Mr. Hull; Astronomy in Ceará.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	O Sol	14
2.1.1	Características gerais	15
2.1.2	Tempo de vida solar	18
2.2	Atividade Solar e clima terrestre	21
2.2.1	Campo magnético	21
2.2.2	Manchas solares	22
2.2.3	Clima Terrestre	24
2.3	Astronomia no Ceará	28
2.3.1	Antes do século XX	29
2.3.2	Século XX	31
2.3.3	Rubens de Azevedo	34
2.4	Francis Reginald Hull	36
2.4.1	Mr. Hull e a Heliografia Cearense	38
2.4.2	Charles Greesley Abbot	40
3	METODOLOGIA	42
4	RESULTADOS	45
4.0.1	Almanaque do Ceará (1942)	46
4.0.2	Uma visão comparativa: A Hipótese de Hull frente aos modelos contemporâneos	50
4.0.3	As contribuições de Charles Greesley Abbot	54
4.0.4	Resultado complementar: narrativa histórica e científica de Mr. Hull	58
5	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	62
	ANEXOS	68
	Anexo A – Almanaque do Ceará (1942)	69
	Anexo B – Correspondências entre Hull e Abbot	72

Apêndices

111

Apêndice A – Ebook	111
-------------------------------------	------------

1 Introdução

A teoria heliocêntrica, que coloca o Sol no centro do sistema solar e a Terra com os demais planetas orbitando à sua volta, já havia sido proposta no século III a.C por Aristarco de Samos (c.320 – c.250 a.C, astrônomo grego e matemático). Aristarco propôs essa teoria com base na ideia do filósofo pré-socrático Filolau de Crotona (c. 470 - 385 a.C.) sobre um “fogo no centro do universo”. Aristarco descreve este “fogo central” como sendo o Sol, em sua obra “*On The Sizes And Distances Of The Sun And The Moon*”, a qual não chamou muita atenção por contrapor a filosofia geocêntrica do filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) [1].

Dois mil anos mais tarde a teoria heliocêntrica vem a ser postulada pelo astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) em um breve esboço em 1514 chamado de “*commentariolus*”, publicado anos mais tarde em 1543 após sua morte [2]. Após a tentativa de aceitação do modelo heliocêntrico ao longo da história, o astrônomo e físico Galileu Galilei (1564-1642) publicou uma obra em 1613 chamada “*Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*”, baseada em um diálogo por cartas com o astrônomo alemão Christoph Scheiner, sobre a descoberta de manchas continuamente desregulares na face do Sol [3].

Nessa obra, Galileu detalha como essas manchas movem-se sobre a superfície do Sol, num movimento que ele interpretou como evidência de que o Sol gira em torno de seu próprio eixo. Tal fato apontava mais evidências contra a teoria geocêntrica, a qual afirmava que todos os corpos celestes giravam em torno da Terra [4].

As manchas solares são regiões de temperatura mais baixa na superfície do Sol (aproximadamente 2000 K) e mais escuras em relação a fotosfera solar, essas regiões possuem intensos campos magnéticos (1000 vezes mais intensos que a superfície solar normal, 0,1 T contra 10^4 T) as quais emitem menos energia do que a própria fotosfera em geral [5].

Os processos físicos que ocorrem no núcleo do Sol fazem com que a dinâmica das linhas de campos magnéticos toroidais cheguem a irromper através da fotosfera, dando origem ao surgimento das manchas solares na superfície. O surgimento de tais manchas obedece a um período de aproximadamente 11 anos caracterizado por mudanças notáveis na atividade magnética [6].

À medida que a atividade das manchas solares se intensifica, as tempestades solares tornam-se mais frequentes, podendo liberar grandes quantidades de energia na forma

de partículas carregadas e radiação eletromagnética. Essas tempestades podem causar interrupções nas comunicações por satélite, falhas em redes elétricas e danos aos sistemas de navegação (Global Positioning System - GPS) [7].

O número de manchas solares cresce e diminui cicличamente. A contagem sistemática das manchas tornou-se uma prática somente após o século XVII. O astrofísico britânico Edward W. Maunder descobriu em 1890 um fenômeno que ocorreu entre os anos de 1645 a 1715, um período de atividade solar muito baixa que coincidiu com a Pequena Idade do Gelo, quando a Terra experimentou um resfriamento anômalo conhecido como “O Mínimo de Maunder”. A existência desse período destacou a possível ligação entre a atividade solar e o clima terrestre [8].

A variabilidade da Irradiância Solar Total (*Total Solar Irradiance* - TSI) tem um papel significativo no clima da Terra. A TSI varia em aproximadamente 0,1% ao longo do ciclo solar de 11 anos, afetando a distribuição de energia na atmosfera terrestre. Esses dados são frequentemente medidos por satélites, como o *Solar Radiation and Climate Experiment (SORCE)* operado pela NASA [7].

Sabe-se que a radiação solar é a principal fonte de energia da Terra, e o clima terrestre também é influenciado por alguns fenômenos, como o efeito estufa, emissões vulcânicas e pelos raios cósmicos. O principal motivo para se abordar o estudo das manchas solares é conhecer qual a influência dessas manchas nas variações do clima da Terra, que podem afetar padrões meteorológicos, ciclos sazonais e consequentemente, a agricultura, a disponibilidade de água e a biodiversidade [9].

O presente trabalho está fundamentado em um resgate histórico e documental da obra do britânico Francis Reginald Hull (1872 - 1951), realizada em Fortaleza - CE, na qual ele executou pesquisas astronômicas que investigaram a relação periódica entre as manchas solares e os períodos de seca no Nordeste do Brasil, mais precisamente no Ceará [10].

A seca no Nordeste do Brasil é um fenômeno climático que pode ser influenciado por uma variedade de fatores, incluindo padrões de precipitação, temperatura e eventos climáticos globais. Mr. Hull sugeriu que as variações na atividade solar poderiam ter um impacto significativo nas condições climáticas dessa região[11].

Hull usou uma combinação de dados astronômicos e climáticos a fim de realizar suas análises, revisou registros históricos de manchas solares e dados de precipitação buscando possíveis padrões e correlações. A relação entre manchas solares e clima terrestre continua a ser um campo ativo de pesquisa, com avanços e novas descobertas que refinam

a compreensão das interações entre a atividade solar e o clima terrestre [12].

O método de Hull de correlacionar as estiagens nordestinas com os dados de atividade das manchas solares tornou-se fundamental para a análise deste trabalho. O objetivo principal foi realizar uma revisão bibliográfica, que abrange desde a atividade solar e seu impacto no clima terrestre até a história da astronomia no Brasil, com um foco particular no estado do Ceará. Assim, buscou-se estabelecer uma conexão direta ao resgate da obra de Hull, como método de divulgação científica.

Este trabalho também se propôs a reconhecer e enfatizar as contribuições de Mr. Hull para a comunidade astronômica brasileira. Com esse objetivo, buscou-se não apenas resgatar a relevância histórica de suas descobertas, mas também criar oportunidades para destacar os trabalhos astronômicos realizados no estado do Ceará por pesquisadores locais. Ao promover a análise dessas contribuições, o estudo visa integrar o legado da obra de Hull ao contexto contemporâneo da astronomia brasileira, ampliando o reconhecimento das iniciativas regionais e consolidando a importância do Ceará como um polo significativo de pesquisa astronômica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Sol

O Sol, chamado em latim de *solis*, é uma estrela que está localizada no centro do Sistema Solar. Além de seu papel central no sistema solar, o Sol também ocupava uma posição de destaque no imaginário de diversas civilizações antigas. Diversas culturas como os egípcios, astecas, greco-romanos, maias e incas, atribuíam ao Sol uma relevância singular, destacando sua presença tanto no âmbito religioso quanto nas atividades diárias [13].

Na mitologia egípcia, o Sol era personificado por diferentes deuses, refletindo as várias fases do dia. Rá, representava o Sol do meio-dia, Hórus era associado ao Sol nascente, enquanto Atum representava o pôr do Sol [14]. Após essas representações mitológicas, a observação científica do Sol teve um marco significativo. O astrônomo e físico Galileu Galilei (1564-1642), utilizando seu telescópio, observou pela primeira vez manchas no Sol, que mais tarde seriam conhecidas como manchas solares [15].

Galileu observou também que as manchas não eram estáticas, mas se moviam sobre a superfície do Sol. Ele continuou a monitorar essas manchas regularmente e no final de 1611, enviou três cartas a Marco Welser na qual relata suas observações. Em 1613, Galileu narra suas descobertas em forma de livro, com o título “*Istoria e Dimostrazioni Intorno Alle Macchie Solari*” [15].

Figura 1 – *Istoria e Dimostrazioni Intorno Alle Macchie Solari* [16]: a) Capa do livro.
b) Manchas ilustradas por Galileu .



Além de sua relevância cultural e histórica, o Sol se destaca por suas propriedades

físicas. Classificado como uma estrela anã amarela do tipo espectral G2V, em que o índice “G2” indica que o Sol possui uma temperatura na superfície de aproximadamente 5.780 K, e o índice “V” indica a classe de luminosidade [17].

2.1.1 Características gerais

As anãs amarelas são estrelas de tamanho médio e pertencem à sequência principal com o tipo espectral G. Essas estrelas possuem uma massa que varia entre 0,7 e 1 vezes a massa solar [18]. O Sol, que é um exemplo de uma anã amarela, possui uma massa de $1,98892 \times 10^{30}$ quilogramas, que só foi determinada com precisão a partir do século XVIII. O matemático e físico Isaac Newton (1643-1727) atribuiu uma primeira estimativa quantitativa da massa do Sol em sua obra *Principia*¹, na qual apresenta cálculos com o uso da gravitação universal formulada entre 1686 e 1687 [17].

Com a força gravitacional exercida do Sol sobre a Terra, podemos determinar a massa do Sol a partir da lei da gravitação universal:

$$F_g = G \frac{M_{\odot} M_{\oplus}}{r^2}, \quad (2.1)$$

onde M_{\odot} é a massa solar.

A Terra gira ao redor do Sol, movendo-se em uma trajetória aproximadamente circular, de modo que a força gravitacional também pode ser expressa como a força centrípeta que mantém a Terra em órbita:

$$F_{cp} = M_{\oplus} \frac{v^2}{r}. \quad (2.2)$$

Substituindo 2.2 em 2.1, têm-se:

$$\begin{aligned} M_{\oplus} \frac{v^2}{r} &= G \frac{M_{\odot} M_{\oplus}}{r^2}, \\ v^2 &= \frac{GM_{\odot}}{r}. \end{aligned}$$

¹ *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*: Escrita por Isaac Newton e publicada em 5 de julho de 1687, a obra em três volumes é um marco fundamental da mecânica no século XVII [19].

A partir da definição de velocidade linear do MCU (*Movimento Circular Uniforme*) temos v^2 como:

$$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM_{\odot}}{r}. \quad (2.3)$$

Isolando M_{\odot} , têm-se:

$$M_{\odot} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}. \quad (2.4)$$

onde r é o raio da orbitá da Terra, e G a constante de gravitação universal.

Substituindo os valores das grandezas nesta equação, têm-se:

$$M_{\odot} = \frac{4\pi^2 (1,5 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} (3,15 \cdot 10^7)^2} \quad (2.5)$$

$$M_{\odot} \cong 2,01 \cdot 10^{30} \text{Kg}. \quad (2.6)$$

Sua massa é acerca de 333.000 vezes maior que a da Terra, sendo responsável por 99% de toda a massa do Sistema Solar. O Sol é composto por gás ionizado, onde 78% de sua massa é composta por hidrogênio, enquanto 27% é hélio e 2,1% outros elementos químicos [14].

O Sol atua como uma imensa “usina” termonuclear, onde o processo de fusão nuclear converte hidrogênio em hélio, liberando enormes quantidades de energia na forma de radiação. Para melhor compreensão desse processo termonuclear e os processos envolvidos, é essencial analisar alguns parâmetros físicos fundamentais que descrevem o Sol, como sua temperatura, densidade, luminosidade e composição [14].

A tabela 1 apresenta alguns os parâmetros físicos do Sol. Na terceira coluna, são exibidos os valores da Terra em comparação aos do Sol. As abreviações R_{\oplus} e M_{\oplus} referem-se, respectivamente, ao raio e à massa terrestres [17].

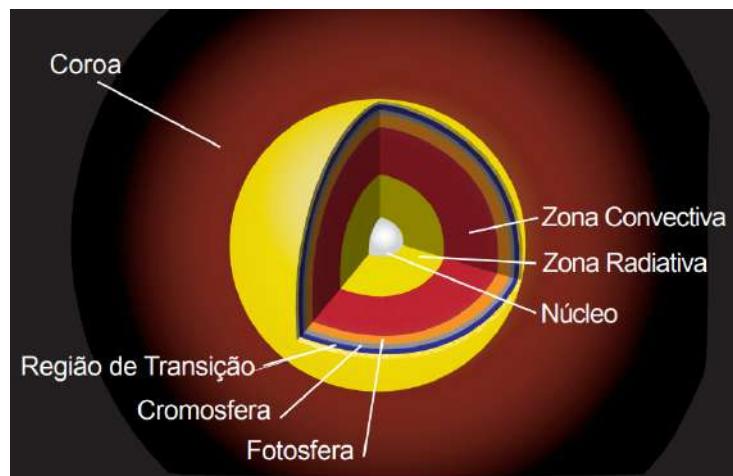
O interior do Sol é composto por três camadas principais até chegar à fotosfera. Embora sem fronteiras claramente definidas, temos o núcleo central onde ocorre as transformações termonucleares que convertem hidrogênio em hélio, composto por alta densidade e temperatura de aproximadamente 15.000.000 K [14].

Tabela 1 – Alguns parâmetros físicos do Sol em comparação à Terra [17].

Raio	$6,96 \times 10^8 m$	$\sim 109 R_{\oplus}$
Massa	$1,99 \times 10^{30} kg$	$\sim 330.000 M_{\oplus}$
Densidade	$1.410 kg/m^{-3}$	
Luminosidade	$3,8 \times 10^{26} J/s$	
Temperatura superficial	$5.780 K$	
Período de rotação	25 dias (no equador)	34 dias (nos polos)

Envolvendo o núcleo, encontra-se a zona radiativa, onde a energia gerada é transportada por íons do plasma, por meio da absorção e reemissão de fótons. Acima da zona radiativa, está a zona convectiva, na qual a energia é transferida por células de convecção, o que gera grânulos na superfície solar. Entre a zona radiativa e a convectiva, há uma camada de transição caracterizada por um complexo campo magnético, ilustrado na Figura 3 [17].

Figura 2 – Estrutura do Sol [17].



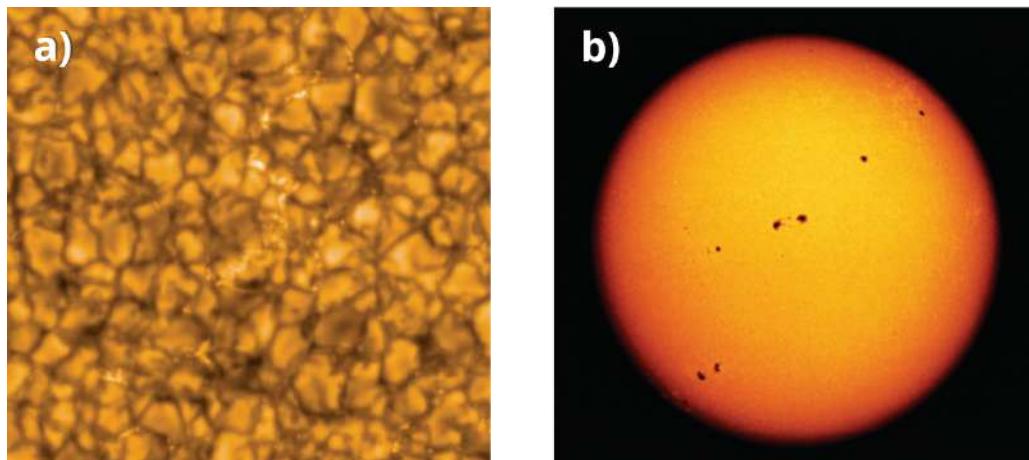
A sonda SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*) em operação desde 1995, orbita a aproximadamente 1,5 milhões de quilômetros do Sol, permitindo a observação detalhada das camadas externas da estrela. Essas camadas podem ser classificadas em três principais: a fotosfera, que é a superfície visível do Sol; a cromosfera, uma camada intermediária de transição; e a coroa, sua atmosfera externa. As observações do SOHO têm sido fundamentais para o estudo da dinâmica dessas regiões, fornecendo informações cruciais sobre os processos dessas camadas.[20].

A fotosfera solar é composta por bolhas conhecidas como grânulos, representados na figura 5. Esse fenômeno chamado de granulação fotosférica, é formado por células convectivas com cerca de 5.000 km de diâmetro, que têm uma vida média de aproximadamente 10 minutos. Compreender a estrutura do Sol é essencial para entender o comportamento

da estrela e seu impacto em outros corpos ao redor [15].

A cromosfera situa-se logo acima da fotosfera, funcionando como uma espécie de “borda” solar. Essa camada é composta por gases quentes, mas geralmente não é visível porque sua radiação é muito fraca em comparação com a da fotosfera. Sua espessura é de aproximadamente 2.500 km. Nessa camada, a temperatura aumenta gradualmente da base ao topo, com uma temperatura média em torno de 10.000 K [21].

Figura 3 – Estrutura da fotosfera [17]: a) Granulação solar. b) Presença de manchas solares.



A hipótese sobre a formação do Sol foi sugerida pelo filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) em 1755, e desenvolvida em 1796 pelo matemático francês Pierre-Simon de Laplace (1749 - 1827). Em sua obra (*Exposition du Système du Monde*), Laplace propôs que o Sol e os planetas surgiram de uma nebulosa rotativa de gás interestelar. Essa nuvem colapsou devido à gravidade, acelerando sua rotação por conservação do momento angular, levando a uma estrutura de formato discoidal, dando origem ao Sol há cerca de 4,6 bilhões de anos [22].

2.1.2 Tempo de vida solar

Processos químicos que ocorrem em seu núcleo estão ligados de maneira intrínseca à compreensão de seu tempo de vida. As reações de fusão nuclear que ocorrem em seu interior convertem a cada segundo, cerca de 600 milhões de toneladas de hidrogênio em 596 milhões de toneladas de hélio, 0,1 % são de outros elementos. Liberando aproximadamente quatro milhões de toneladas de massa são convertidas em energia[17].

A partir do processo de fusão nuclear, é possível estimar o tempo de vida do Sol utilizando a equação do físico teórico alemão Albert Einstein (1879 - 1955), que relaciona a conversão de massa em energia.

$$E = mc^2, \quad (2.7)$$

onde E representa a quantidade de energia a uma dada massa, e c é a constante da velocidade da luz.

Substituindo os valores, tem-se:

$$\begin{aligned} E &= 1(3 \times 10^8)^2, \\ E &= 9 \times 10^{16} J. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Desse modo, pode-se dizer que 1 Kg de massa corresponde a $9 \times 10^{16} J$ de energia.

Sabe-se que a luminosidade do Sol é:

$$L = 3,8 \times 10^{26} J/s. \quad (2.9)$$

Como a luminosidade é a quantidade de energia emitida por unidade de tempo, pode-se relacionar o valor da energia encontrado na equação (2.8) com o valor da luminosidade na equação (2.9). Com essa relação, é possível calcular a quantidade de massa convertida em energia por segundo M_s .

$$M_s = \frac{3,8 \times 10^{26}}{9 \times 10^{16}} \cong 4,2 \times 10^9 Kg/s. \quad (2.10)$$

Esse resultado mostra que o Sol transforma $4,2 \times 10^9$ kg de massa em energia por segundo. É possível ressaltar algumas considerações em relação as propriedades físicas do núcleo do Sol. 10% de sua massa solar está concentrada no núcleo, onde 0,7% do elemento de hidrogênio é convertido em energia [17]. Então, levando em consideração os parâmetros mencionados anteriormente, pode-se calcular a massa do Sol disponível para conversão de energia M_n :

$$\begin{aligned} M_n &= M_\odot \cdot 0,1 \cdot 0,007, \\ M_n &= 2 \times 10^{30} Kg \cdot 0,1 \cdot 0,007 \cong 1,4 \times 10^{27} Kg. \end{aligned} \quad (2.11)$$

onde M_{\odot} é a massa solar.

Com isso, tem-se $1,4 \times 10^{27} \text{ Kg}$ de massa disponível para conversão em energia. Logo, a fim de determinar o tempo de vida do Sol t_{\odot} a partir dos resultados obtidos, basta dividir M_n pela massa transformada em energia a cada segundo M_s .

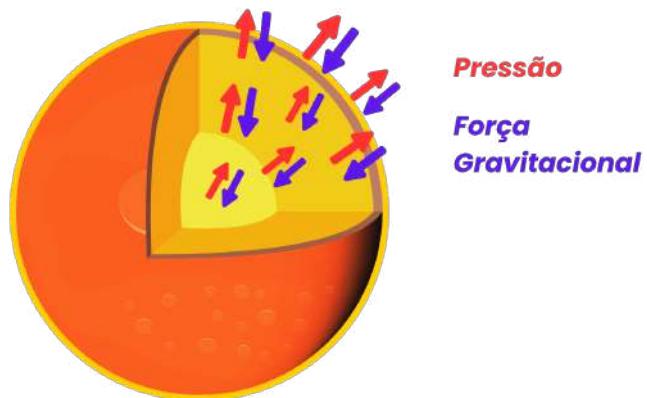
$$t_{\odot} = \frac{M_n}{M_s} = \frac{1,4 \times 10^{27} \text{ Kg}}{4,2 \times 10^9 \text{ Kg/s}} \cong 3,3 \times 10^{17} \text{ s.} \quad (2.12)$$

Contudo, é possível estimar o tempo de vida do Sol a partir da conversão de massa em energia. Sabe-se que um ano possui $3,15 \times 10^7$ segundos, fazendo a razão entre um ano e o tempo encontrado na equação (2.12) tem-se:

$$t_{\odot} = \frac{3,3 \times 10^{17} \text{ s}}{3,15 \times 10^7 \text{ s/a}} = 1,05 \times 10^{10} \text{ a} \cong 10 \text{ bilhões de anos.} \quad (2.13)$$

Atualmente, o Sol se encontra em um ponto de equilíbrio, onde as condições de pressão e temperatura do núcleo geram uma expansão que contrabalanceia a variação provocada pela força gravitacional, (figura 4). Essa dinâmica mantém o que é chamado de “equilíbrio hidrostático” evitando a contração e a expansão descontrolada [23]. Após completar seu ciclo de formação e evolução, o Sol eventualmente chegará ao seu fim natural, assim como todas as estrelas.

Figura 4 – Representação do equilíbrio hidrostático.



Fonte: Adaptado de [Silva, Binoti e Dilem](#).

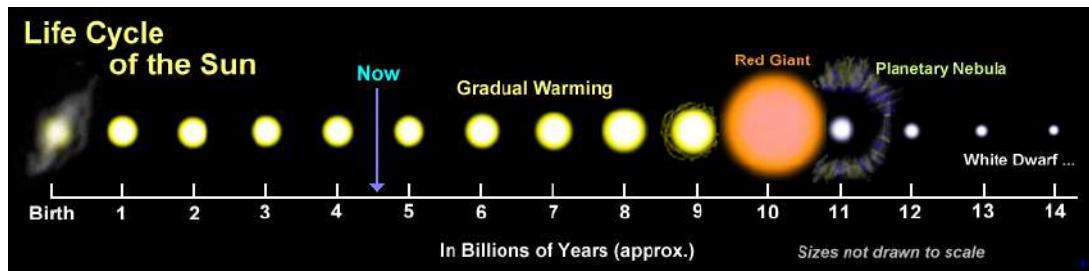
O Sol vem convertendo 600 milhões de toneladas de hidrogênio em 596 milhões de toneladas de hélio por segundo, mantendo-se estável em sua fase principal. Essa fase

se iniciou a 4,5 bilhões de anos, restando aproximadamente 6 bilhões de anos antes de consumir todo o seu hidrogênio [24].

Com a falta de produção de energia, o núcleo irá se contrair e aquecer, enquanto suas camadas externas sofrerão expansão, transformando o Sol em uma gigante vermelha. Posteriormente evoluindo para uma anã branca após a perda de suas camadas externas. Esse processo de morte estelar pode ser ilustrador melhor na (Fig.5) [24].

Além de seu processo de formação, desenvolvimento e morte intrigante, compreender a estrutura do Sol é essencial para entender seus processos dinâmicos contínuos. A seguir, serão discutidos alguns aspectos da atividade solar e sua influência no planeta Terra.

Figura 5 – Ciclo evolutivo do Sol [23].



2.2 Atividade Solar e clima terrestre

Compreender o ciclo de vida do Sol, desde seu nascimento até seu funcionamento interno e eventual morte, é essencial para avaliar suas influências sobre o planeta Terra. Como uma estrela dinâmica, o Sol apresenta fenômenos instáveis frequentemente associados ao comportamento do seu campo magnético. Esse campo magnético desordenado resulta da rotação diferencial do Sol, onde diferentes regiões giram a velocidades distintas, sendo o equador mais rápido que os polos [25].

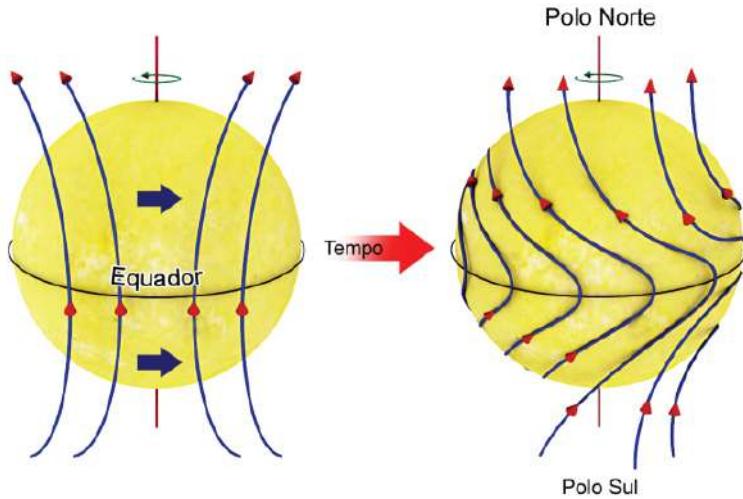
Essa variação gera complexos movimentos de plasma, intensifica o campo magnético e gera eventos como manchas solares, erupções solares e ejeções de massa coronal, que podem impactar diretamente o clima e os sistemas tecnológicos terrestres [25]. Esses aspectos serão explorados em maior detalhe nesta seção.

2.2.1 Campo magnético

Para uma representação visual mais perceptível, são distribuídas na Fig.6 linhas de campo magnético por toda estrutura do Sol, ilustrando sua dinâmica magnética.

No núcleo do Sol, as transformações de fusão termonuclear geram intensos tubos de fluxo magnético, esses tubos transportam o campo magnético gerado no interior solar até

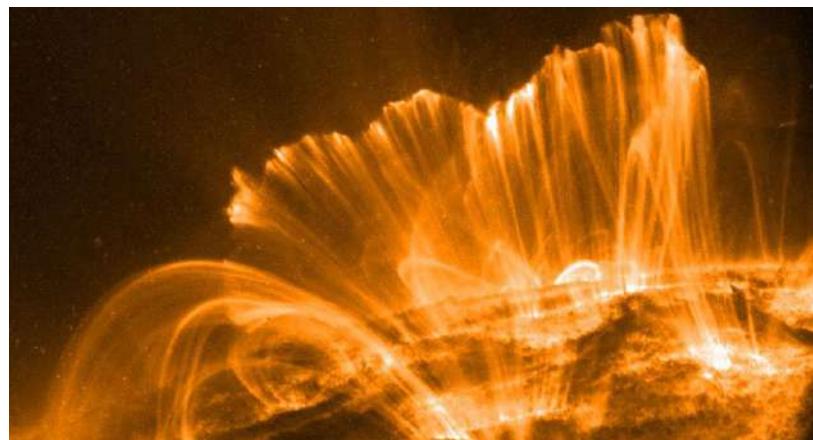
Figura 6 – Linhas de campo magnético solar [17].



a superfície. Esse campo magnético é produzido através do mecanismo do dínamo solar, onde ocorre uma interação de intensos movimentos de plasma em seu interior, mecanismo que converte energia cinética em energia magnética [17].

Ao atingir a fotosfera, esses tubos de fluxo frequentemente rompem-se e criam estruturas em arcos, demonstrados na (Fig. 7). Esses arcos são observados na coroa solar e ficam visíveis em imagens captadas nos comprimentos de onda do ultravioleta e de raios X, revelando a atividade magnética na atmosfera solar. Quando um tubo de fluxo magnético perfura a camada da fotosfera solar, formam-se regiões escuras na superfície, conhecidas como manchas solares [17].

Figura 7 – Captura dos arcos magnéticos coronais fotografados em emissão ultravioleta [26].



2.2.2 Manchas solares

Há descrições históricas de observações a olho nu das manchas solares antes da era dos telescópios. Séculos antes das descobertas de Galileu Galilei, publicadas em sua obra

“*Istoria e Dimostrazioni Intorno Alle Macchie Solari*”, já existiam referências escritas sobre essas características do Sol. No século IV a.C., o filósofo Teofrasto de Atenas (372-287 a.C.), discípulo de Aristóteles, fez um dos primeiros registros escritos, observando e anotando a presença de manchas na superfície do Sol [27].

No manuscrito “*Chronicon ex Chronicis*”, compilado na metade do século XII, registra-se pela primeira vez a ilustração e descrição feita por John of Worcester († c. 1140) em 8 de dezembro de 1128 d.C. na Inglaterra, onde ele descreveu o aparecimento de duas esferas escuras na superfície do Sol, (Fig. 8) [28].

Figura 8 – Primeira ilustração e descrição das manchas solares mencionadas no manuscrito “*Chronicon ex Chronicis*” por John of Worcester em 1128 d.C. [29].



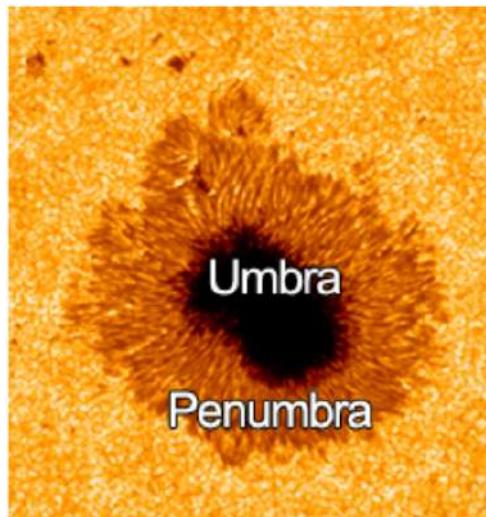
Atualmente, o manuscrito é conhecido como MS 158 e foi entregue ao Corpus Christi College, em Oxford, por Henry Parry em 1618, filho do bispo de Worcester [29].

As manchas solares são áreas na superfície do Sol que apresentam intenso campo magnético, se destacam por serem visivelmente mais escuras e relativamente mais frias que as regiões ao redor. Essas manchas se formam devido à intensa atividade do campo magnético toroidal, inibem a convecção, processo que restringe o fluxo de energia das camadas internas do Sol até a superfície. Assim, a energia não consegue escapar com a mesma facilidade, resultando áreas mais frias e escuras na superfície solar [30].

Tais manchas possuem, em média 10 mil quilômetros de diâmetro, sendo que algumas podem atingir tamanhos superiores ao diâmetro da Terra. Uma mancha solar é composta por duas regiões: a *umbra*, localizada no centro da mancha solar, que apresenta temperaturas entre 3.900 K a 4.800 K, é a área mais escura devido à sua temperatura mais baixa em comparação com as áreas circunvizinhas. A intensa concentração de campo magnético na umbra reduz o transporte de energia e resulta em sua aparência mais escura [30].

A outra região que compõe a estrutura da mancha solar é a *penumbra*, uma área ao redor da *umbra* que possui uma tonalidade mais clara e uma temperatura relativamente mais elevada, atingindo cerca de 5500 K. Essa região apresenta um campo magnético mais disperso em comparação com o da *umbra*, o que permite uma maior circulação de energia, contribuindo para sua aparência menos escura. O desenvolvimento da penumbra é observado em 50% das manchas solares, a presença dela indica que a mancha é relativamente grande, (Fig. 9) [17].

Figura 9 – Estrutura completa em detalhes de uma mancha solar e suas regiões [30].



Conforme mencionado anteriormente, as observações do número de manchas solares datam de períodos anteriores a Galileu Galilei. No entanto, foi apenas no século de XIX, no ano de 1843, que o astrônomo alemão Samuel Heinrich Schwabe (1789 - 1875) após 17 anos de observações sistemáticas, observou um padrão regular na ocorrência de manchas escuras na superfície do Sol [30].

Segundo Valio (2024), Schwabe registrava diariamente o número de manchas visíveis, e ao longo dos anos percebeu que elas seguiam um ciclo de aumento e diminuição, atingindo máximos e mínimos em intervalos de 10 a 11 anos. Em 1844, ele compartilhou essas observações em seu artigo “*Sonnenbeobachtungen im Jahr 1844*” (Fig. 10). Atualmente, entende-se que o ciclo solar pode variar em torno de 11 anos como previsto em suas observações.

2.2.3 Clima Terrestre

Em 1850, o astrônomo e matemático suíço Johann Rudolf Wolf (1819–1893) realizou uma extensa reconstrução dos registros da atividade solar, compilando uma série de médias anuais desde 1700. A partir desse levantamento, Wolf desenvolveu uma equação que permite

Figura 10 – Primeira versão em alemão do artigo “*Sonnenbeobachtungen im Jahr 1844*” de Samuel Heinrich Schwabe (1789 - 1875). [31].

S o n n e n - B e o b a c h t u n g e n i m J a h r e 1 8 4 3 .																			
Von Herrn Hofrat Schwabe in Dessau.																			
Die Witterung war in diesem Jahre so äußerst günstig, dass ich die Sonne an 312 Tagen genau beobachten konnte, dennoch zählte ich nur 34 Gruppen Sonnenflecken, von denen die meisten aus einzelnen kleinen Flecken oder Punkten und wenige aus mehreren behosten Kervflecken bestanden. Zu diesen zahlreichen Gruppen gehörten vorzüglich drei, welche sich durch ihre Beständigkeit auszeichneten. Im Januar, Februar und März trat eine dieser Gruppen dreimal, im April, Mai und Juni eine andere viermal und im Juli, August und September eine dritte dreimal ein. Die zahlreichsten und größten Flecken enthielt die zweite der genannten Gruppen; ihr westlichster und größter Flecke war bei den beiden ersten Vorübergängen mit unbewaffnetem Auge als ein feines Plätzchen kenntlich, indem er bei dem ersten Vorübergang am 30^{ten} April 1° 8' 36 und bei dem zweiten am 31^{sten} Mai 1° 37' 72 im größten Durchmesser hatte.																			
An 149 Tagen, die durch alle Monate ziemlich gleich vertheilt waren, bemerkte ich keine Flecken und nur selten einiges bedeutende Lichtgewölk; meistens war die Oberfläche der Sonne vollkommen gleichförmig hell und bei günstiger Luft zeigte sie sich wie mit seinem Griesand oder hellen Körnern bestreut.																			
Schon aus meinen früheren Beobachtungen, die ich jähr-																			
lich in dieser Zeitschrift mittheile, scheint sich eine gewisse Periodicität der Sonnenflecken zu ergeben und diese Wahrscheinlichkeit gewinnt durch die diesjährigen noch an Sicherheit. Obgleich ich schon in Band 15. Nr. 350 pag. 246 der Astr. Nachrichten die Menge der Gruppen in den Jahren 1826 bis 1837 angab, so füge ich doch hier noch ein vollständiges Verzeichniß aller meiner bisher beobachteten Sonnenflecken bei, worin ich neben der Zahl der Gruppen auch die Zahl der Beobachtungstage und der fleckenfreien Tage angemerkt habe. Die Zahl der Gruppen allein gibt nämlich keine hinreichende Genauigkeit zur Beurtheilung einer Periode, weil ich mich überzeugt habe, dass bei sehr starken Anhäufungen der Sonnenflecken eine etwas zu geringe bei dem sparsamen Erscheinen derselben eine etwas zu grosse Anzahl der Gruppen gerechnet wird. Im ersten Falle ließen oft mehrere Gruppen zu einer einzigen zusammen und im zweiten trennt sich leicht eine Gruppe, durch Auflösung einiger Flecken, in zwei einzelne. Hiermit wird wohl die Wiederholung des früheren Verzeichnißes entschuldigt sein...																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jahr.</th> <th>Gruppen.</th> <th>Fleckengfrie tage.</th> <th>Beobach tungstage.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1826</td> <td>118</td> <td>22</td> <td>277</td> </tr> <tr> <td>1827</td> <td>151</td> <td>2</td> <td>273</td> </tr> <tr> <td>1828</td> <td>225</td> <td>0</td> <td>282</td> </tr> </tbody> </table>				Jahr.	Gruppen.	Fleckengfrie tage.	Beobach tungstage.	1826	118	22	277	1827	151	2	273	1828	225	0	282
Jahr.	Gruppen.	Fleckengfrie tage.	Beobach tungstage.																
1826	118	22	277																
1827	151	2	273																
1828	225	0	282																

calcular o número de manchas solares, atualmente conhecida como *número de Zurich* ou *número de Wolf* [32].

$$R_z = k(10g + f), \quad (2.14)$$

onde R_z é o número de manchas solares, k é uma constante de normalização, g é o número de grupos de manchas solares e f é o número de manchas solares individuais visíveis sobre a superfície solar.

Com a contagem sistemática do número de manchas solares e a descoberta de ciclos de máximos e mínimos solares, foram identificados ao longo da história, fenômenos que causaram impactos na Terra, que coincidem com períodos de baixa atividade solar, marcados pela ausência de manchas solares. Nessa fase de mínima atividade, o Sol exibe uma redução significativa na formação dessas manchas, o que parece estar associado a mudanças notáveis em diversos aspectos do clima terrestre [33].

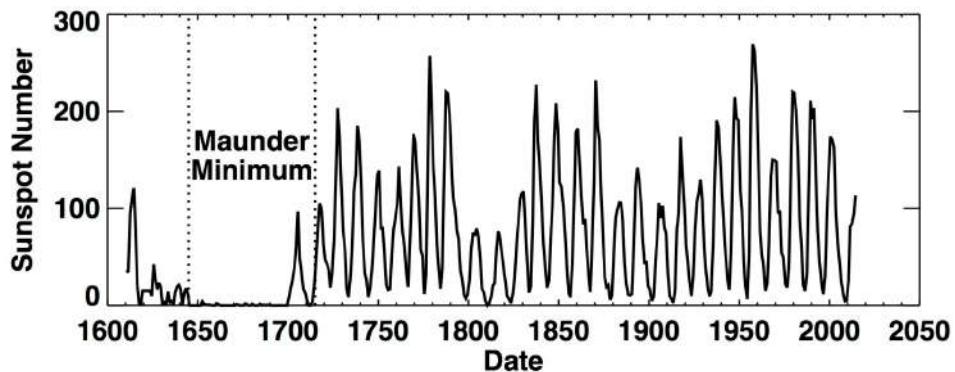
No período de 1650 - 1715, a atividade solar associada ao número de manchas solares foi muito baixa, esse período ficou conhecido como um dos “mínimos solares” mais famosos da história, destacando-se pela drástica redução nas manchas visíveis na superfície solar. Esse período é conhecido como “*Mínimo de Maunder*”, nome dado em homenagem ao astrônomo inglês Edward Walter Maunder (1851 – 1928) e sua esposa Annie Maunder,

que juntos estudaram e documentaram essa fase de baixa atividade solar entre 1645 e 1715 [34].

Esse período de baixa atividade solar coincidiu com o que ficou conhecido como a “*Pequena Idade do Gelo*”, uma fase de resfriamento que afetou a Europa e a América do Norte na era moderna, entre 1650 e 1700, conforme ilustrado no gráfico da Fig. 11. Acredita-se que a redução na atividade solar tenha contribuído significativamente para essas condições climáticas mais frias, intensificando o impacto do resfriamento e provocando mudanças climáticas [33].

Durante períodos de baixa atividade solar, as manchas solares geralmente se formam em latitudes há cerca de 40° em ambos os hemisférios do Sol. A medida que o ciclo avança e a atividade solar aumenta, essas manchas tendem a migrar para latitudes mais próximas do equador solar [32].

Figura 11 – Gráfico representando período de inatividade solar entre 1645 e 1715. [31].

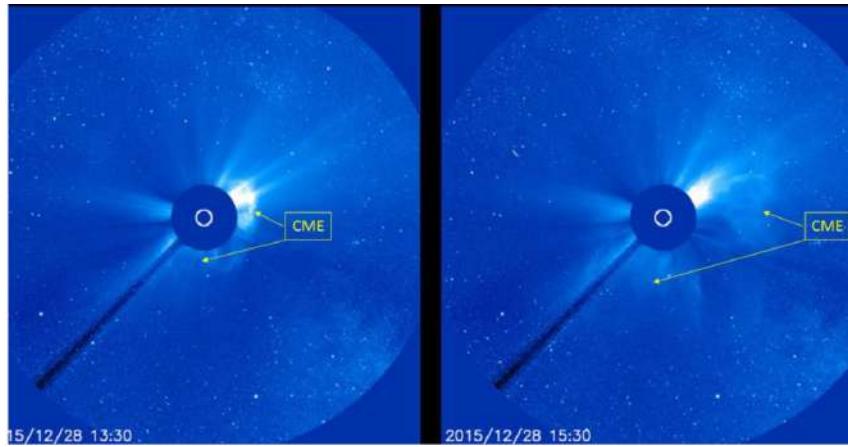


Assim como o *Mínimo de Maunder*, outros períodos históricos também foram caracterizados por uma significativa inatividade solar. Entre eles, destacam-se o Mínimo de Oort (1040 - 1080 d.C.), o Mínimo de Wolf (1280 - 1350 d.C.), o Mínimo de Spörer (1460 - 1550 d.C.) e o Mínimo de Dalton (1790 - 1820 d.C.). Com essa análise sobre a relação entre a inatividade solar e os mínimos registrados ao longo da história, pode-se explorar possíveis causas dos efeitos que chegam até a Terra [30].

À medida que a atividade solar se intensifica em direção ao máximo solar, ocorre um fenômeno conhecido como ejeção de massa coronal (*EMC*), (Fig. 12). Esse processo envolve enormes erupções de plasma, que são compostas por partículas carregadas, incluindo elétrons, prótons e íons. Essas ejeções liberam grandes quantidades de matéria e energia no espaço interplanetário e podem eventualmente atingir a Terra, causando impactos significativos na magnetosfera e influenciando tanto a tecnologia quanto o clima terrestre [35].

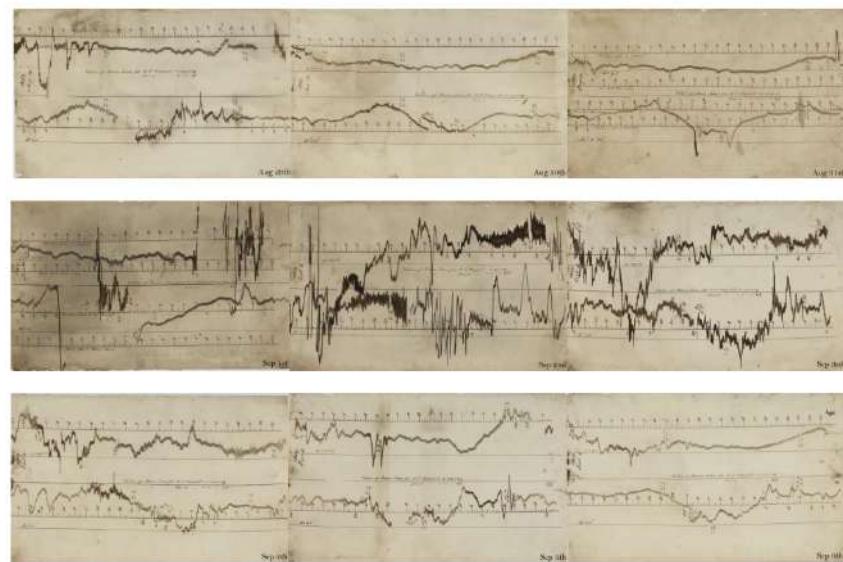
O astrônomo britânico Richard Carrington (1826 - 1874), enquanto monitorava as

Figura 12 – Ejeção de massa coronal que ocorreu em 28 de dezembro de 2015 [36].



manchas solares identificou dois pontos brilhantes que surgiram de maneira repentina nas bordas de uma delas. Esses pontos se intensificaram rapidamente, transformando-se em clarões tão luminosos que se destacaram claramente contra a superfície do Sol. Na (Fig. 13) Carrington ilustra magnetogramas dos dias próximos ao evento [36].

Figura 13 – Variação na magnetosfera dos dias próximos ao Evento Carrington [36].



De acordo com Valio (2024), em períodos de alta atividade solar, como durante o máximo solar, o Sol emite uma quantidade maior de radiação. Esse aumento pode exercer um impacto sutil sobre o clima terrestre, contribuindo para uma elevação nas temperaturas globais.

Apesar da atividade solar influenciar o clima da Terra, especialmente durante períodos de alta atividade como o máximo solar, ela é apenas um dos fatores que afetam as condições climáticas terrestres. Outros elementos, como gases de efeito estufa, especialmente dióxido de carbono e metano, exercem um impacto mais direto e significativo, particularmente no contexto das mudanças climáticas atuais [30].

Uma análise contemporânea da literatura sobre a atividade solar e sua influência terrestre, é parte da construção de dados paleoclimáticos desenvolvidos por autores ao longo do tempo. O reflexo dessa construção paleoclimática formam a base para pesquisas atuais, como a conduzida por Martin Mlynczak (2021) e colegas no Centro de Pesquisas Langley da NASA. A equipe formulou o Índice Climático da Termosfera (TCI), um parâmetro que avalia as condições da atmosfera superior da Terra em interação direta com a atividade solar [37].

O TCI é uma medida que tem sido utilizada para monitorar fenômenos como o resfriamento infravermelho global, que descreve a perda de energia térmica da Terra para o espaço na forma de radiação infravermelha. Esse processo ocorre na termosfera, onde os gases dióxido de carbono (CO_2) e óxido nítrico (NO), emitem radiação infravermelha ao longo de períodos de cerca de 60 dias. O TCI tem se tornado um parâmetro para o estudo de padrões climáticos, como anomalias de temperatura e temperatura média global [38].

Estudos recentes, como os conduzidos por Ansor et al. (2023), destacam a correlação entre a atividade solar, através do número de manchas solares, e o Índice Climático da Termosfera (TCI), com o clima terrestre. A análise do (TCI) é baseada em observações realizadas por instrumentos de Sondagem da Atmosfera usando Radiometria de Emissão de Banda Larga (SABER) proveniente de satélites da NASA [37].

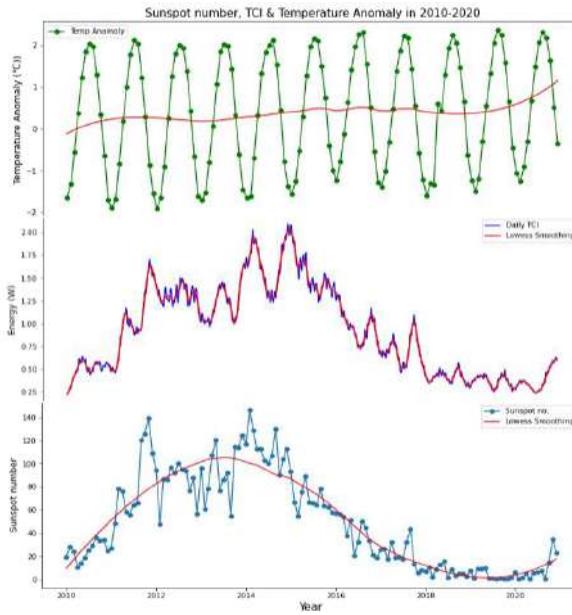
Ansor et al. (2023) realizaram uma combinação sistemática dos índices de precipitação do número de manchas solares, Índice Climático da Termosfera (TCI), e anomalia de temperaturas entre os anos 2010 - 2020. Para melhor visualização o gráfico da (Fig.13) mostra padrões de distribuição semelhante entre o número de manchas solares e o TCI [37].

Os resultados deste estudo indicam que o (TCI) apresentou valores baixos durante períodos de menor atividade solar, devido à menor quantidade de plasma magnetizado penetrando na termosfera, o que resultou em um resfriamento da região. Em contrapartida, no máximo solar, o TCI atingiu seu pico, refletindo um aquecimento causado pelo aumento de radiação e plasma. Esses achados destacam como as variações na atividade solar, aliadas aos fatores antropogênicos, desempenham um papel crucial na modelagem dos padrões climáticos globais [37].

2.3 Astronomia no Ceará

Um exercício fundamental para compreender a importância do avanço da astronomia em terras brasileiras, é desenvolver um panorama dos marcos históricos e das contribuições

Figura 14 – Número de manchas solares, TCI e anomalia de temperatura em 2010 - 2022 [37].



científicas regionais. No entanto, peço licença para apresentar uma combinação de revisões na literatura sobre a astronomia no Ceará. É importante ressaltar que, além dos nomes e histórias aqui mencionados, existem outros igualmente dignos de registro e reconhecimento.

2.3.1 Antes do século XX

Essa narrativa será dividida em dois momentos: a astronomia no Ceará antes do século XX e o período posterior a 1900. Entre os relatos históricos, destacam-se o dos jesuítas Francisco Pinto e Luís Figueira, mencionados por Oswaldo Riedel em sua obra “*O cometa de Halley no Ceará Colonial*”, membro do Instituto do Ceará, que descrevem a observação no final de setembro de 1607 de um cometa de cauda muito longa avistado na Serra da Ibiapina [39].

Cálculos já previam que esse cometa, hoje conhecido como cometa Halley, nome batizado 152 anos depois, passaria pelo *periélio*² em 17 de outubro de 1607, data que coincide com os relatos registrados naquele ano [40].

Avançando na história da astronomia no Ceará, destaca-se a fundação do terceiro observatório astronômico do Brasil, o primeiro em território cearense. Localizado em Fortaleza, ele foi instalado pela *Comissão Científica Exploradora*³, instituída durante

² Periélio: peri (à volta, perto) e hélio (Sol), é o ponto da órbita de um corpo que está mais próximo do Sol [17].

³ Comissão Científica Exploradora: Foi uma expedição científica organizada pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro em 1856, que realizou pesquisas nas áreas de botânica, geologia, mineralogia,

o reinado de D. Pedro II, com o objetivo de estudar os aspectos regionais do Nordeste, incluindo sua flora, fauna e características do solo [40].

Antes de continuar com a narrativa sobre a importância do primeiro observatório cearense, é relevante mencionar a descrição dos dois primeiros observatórios astronômicos do Brasil. O primeiro, erguido por George Marcgrave, foi situado na Ilha de Martim Vaz, no Recife, onde operou entre 1639 a 1643, tinha como objetivo o estudo da astronomia [42].

O segundo observatório, também construído em território nacional, foi instalado em 1770 no Morro do Castelo, Rio de Janeiro. Com a chegada da família real ao Brasil em 1808, o observatório passou a ser integrado à Real Academia Militar, sendo então renomeado como Imperial Observatório [42].

Em mais detalhes, o primeiro observatório astronômico e meteorológico do Ceará, localizado em Fortaleza, foi estrategicamente instalado no Morro do Croatá (Fig. 15), também conhecido na época como Caruatá ou Coroatá. Essa escolha permitiu ter uma posição privilegiada do local, situado no ponto mais elevado da linha de dunas que se estende à região da Beira-Mar, proporcionando condições ideais para as observações e pesquisas [40].

Figura 15 – Santa Casa de Misericórdia de Fortaleza, construída atualmente sobre o morro do Croatá, o primeiro observatório astronômico de Fortaleza e terceiro do Brasil colonial [43].



Na noite de 13 de julho de 1861, a Comissão Científica Exploradora retornou ao Rio de Janeiro. Como consequência, a pequena estrutura que havia servido como observatório foi demolida em 1863 por ordem do presidente José Bento, e suas principais peças foram recolhidas e armazenadas no depósito de Obras Públicas [40].

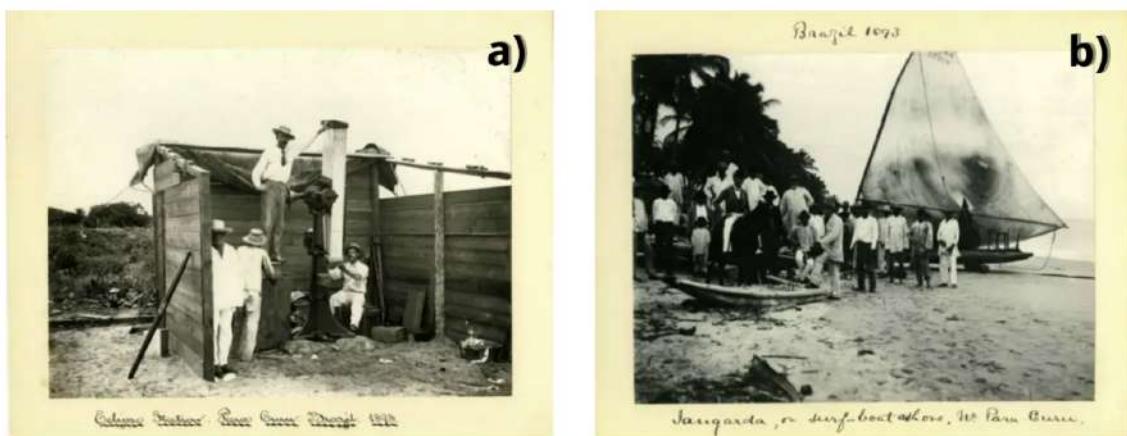
zoologia, astronomia, geografia e etnografia. A expedição foi executada entre os anos de 1859 e 1861, com foco no Ceará [41].

Os trabalhos científicos realizados pela Comissão Científica Exploradora foram posteriormente levados à capital do império. Entre as iniciativas mais controversas destacam-se a tentativa de introduzir catorze dromedários para transporte nas dunas do Ceará, inspirada em experiências internacionais, e debatida na imprensa da época, além dos problemas de saúde enfrentados por seus integrantes. Após a partida da comissão, seus resultados começaram a ser publicados em documentos esparsos, abrangendo coleções zoológicas, botânicas e dados astronômicos [44].

O Ceará, tornou-se palco de um encontro de duas comissões científicas por ocasião de um eclipse solar total, uma brasileira liderada pelo Dr. Henrique Morize⁴ do Observatório do Rio de Janeiro, e a outra britânica da *Royal Society*⁵, liderada por Sir. Albert Taylor. Ambas as equipes tinham como objetivo principal registrar o eclipse total, capturar imagens da coroa solar e compará-las com registros obtidos em eventos anteriores [40].

No final do século XIX, Benjamin Stone, um colaborador da expedição e fotógrafo documentarista amador, registrou paisagens cearenses e documentou as desafiadoras condições técnicas enfrentadas pelos astrônomos durante aquele evento (Fig. 16) [46].

Figura 16 – Algumas das paisagens cearenses registradas no século XIX. a) Equipamento utilizado na expedição para observação do eclipse solar de 15 de abril de 1893. b) Jangada na praia de Paracuru - CE. [47].



2.3.2 Século XX

É justo argumentar que o eclipse solar total ocorrido em 29 de maio de 1919, documentado por meio de fotografias na cidade de Sobral, no Ceará, representa um dos eventos mais significativos mencionados na trajetória da literatura astronômica mundial.

⁴ Henrique Charles Morize: Pioneiro da física experimental no Brasil e primeiro presidente da Academia Brasileira de Ciências [45].

⁵ Formalmente conhecida por *The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* é a academia científica independente mais antiga do Reino Unido.

Sob o luminoso céu cearense, as placas fotográficas registradas naquele evento foram fundamentais para a validação experimental da teoria da relatividade geral, proposta pelo físico e alemão Albert Einstein (1879-1955) publicada em 1915 [40].

Até o início do século XX, a física estava fundamentada nas leis de Isaac Newton (1643 - 1727), cuja descrição clássica do movimento e da gravitação serviu como base para a compreensão dos fenômenos naturais. No entanto, entre 1905 a 1915 Einstein imaginou as três dimensões do espaço e a dimensão do tempo juntas, formando uma especie de tecido que compõe o universo. Esse tecido, chamado *espaço-tempo* é deformado pela presença de corpos massivos[48].

Ao aplicar esse conceito aos planetas e estrelas, observa-se que o Sol, por exemplo, provoca uma curvatura no tecido do *espaço-tempo* devido à sua imensa massa. Essa deformação é responsável pelo que se percebe como força gravitacional. Assim, a Terra e os demais planetas mantêm suas órbitas ao redor do Sol porque na perspectiva de Einstein, esses corpos seguem as trajetórias definidas pela curvatura que ele gera no *espaço-tempo* [48, 49].

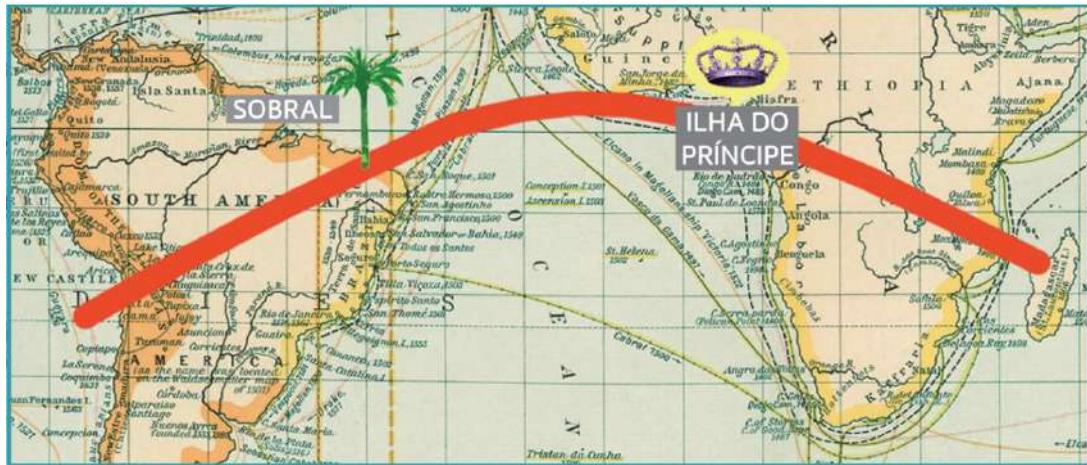
Dessa forma, a trajetória da luz de uma estrela, ao ser influenciada pela presença de corpos massivos como o Sol, é desviada de sua linha reta original. Esse fenômeno atualmente conhecido como lente gravitacional. De acordo com a teoria da relatividade geral, o desvio da luz deveria ser aproximadamente o dobro do valor previsto pela teoria newtoniana [49].

Para registrar tal fenômeno, o *Comitê Permanente Conjunto de Eclipses* organizou duas missões científicas enviadas da Inglaterra. A expedição inglesa desembarcou no Brasil no dia 5 de abril, a bordo do navio a vapor Anselm [50]. Uma das equipes seguiu para a cidade de Sobral, no Ceará, enquanto a outra se dirigiu à Ilha do Príncipe, a 300 km da costa africana. Essas localizações foram ideais por questões geográficas onde fenômeno poderia ser melhor observado (Fig. 17) [40].

No dia 29 de maio, o amanhecer foi marcado por um céu coberto de nuvens, o que inicialmente desanimou os cientistas. Contudo, por volta das 8 horas e 52 minutos, pouco antes da totalidade do eclipse, as nuvens começaram a se abrir, permitindo que as observações seguissem conforme o planejado. Nesse momento, as câmeras fotográficas entraram em ação, registrando cada detalhe do eclipse [40, 52].

Enquanto isso, na Ilha do Príncipe, os pesquisadores Arthur Eddington e Edwin Cottingham enfrentaram dificuldades devido à presença de nuvens que ocultavam o Sol naquele dia. Em contraste, as observações realizadas em Sobral se mostraram mais precisas,

Figura 17 – Sobral, no Ceará, e a Ilha do Príncipe, na costa africana. O trajeto da sombra solar durante o eclipse de maio de 2019, onde proporcionavam as condições ideais para a observação e registro [51].



colocando a cidade cearense como um marco fundamental na história da ciência [52].

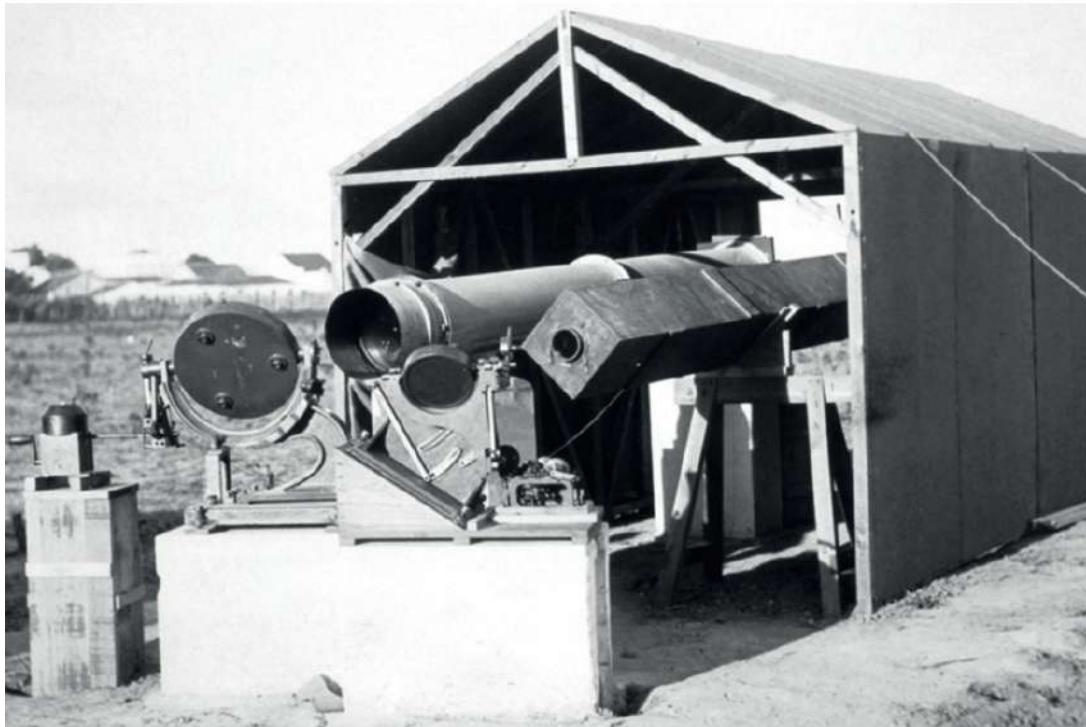
Para garantir a precisão das observações, foram utilizados dois telescópios refratores, ambos equipados com *celóstatos*⁶. O primeiro telescópio, acoplado a um celóstato de 16 polegadas, possuía uma abertura de 13 polegadas. O segundo telescópio, destinado a ser utilizado como reserva, tinha uma abertura de 4 polegadas e estava acoplado a um celóstato de 8 polegadas (Fig. 18) [54].

Uma equipe brasileira também esteve envolvida na documentação do esperado eclipse solar. Sob a liderança do astrônomo Henrique Charles Morize, diretor do Observatório Nacional (ON), o grupo, formado por Lélio Gama, Domingos Fernandes da Costa, Allyrio Hugueney de Mattos e Teófilo Lee, tinha três objetivos principais: realizar observações espectroscópicas da coroa solar para analisar sua composição, tentar medir sua rotação e, por fim, utilizar esses dados para validar as previsões de Einstein [55].

No entanto, os registros feitos pela equipe brasileira não permitiram tirar conclusões definitivas. Atualmente, restaurados por pesquisadores do Observatório Nacional, esses registros permanecem como um testemunho dos eventos históricos que aconteceram em Sobral no distante 29 de maio de 1919 (Fig. 19) [40].

⁶ Celóstato: Instrumento óptico e mecânico que consiste em um espelho plano, ajustável, propulsionado por um relógio sobre um eixo paralelo ao eixo da Terra, e um segundo espelho fixo, que agem juntos para enviar a luz de um corpo celeste em uma direção constante [53].

Figura 18 – os telescópios de 13 e 4 polegadas, são exibidos junto com a parte traseira dos espelhos celóstatos, que refletem o céu em direção a eles. O mecanismo responsável pelo movimento do espelho maior pode ser visto montado no pedestal à esquerda [54].



2.3.3 Rubens de Azevedo

Não seria justo concluir esta narrativa sobre a astronomia no Ceará sem dedicar algumas palavras a Rubens de Azevedo (1921-2008): astrônomo, poeta, pintor, quadrinista, geógrafo e especialista em *selenologia*⁷ [58]. Junto com seu pai, o poeta e pintor Otacílio de Azevedo, ele foi responsável pela criação do primeiro observatório popular do Brasil, o Observatório Popular Flammarion, sobre sua casa, à Rua Jaime Benévolo 757, Fortaleza – CE [59].

Rubens fundou a Sociedade Brasileira de Selenografia em São Paulo. Em 27 de fevereiro de 1947, ele também fundou, em Fortaleza-CE, a Sociedade Brasileira dos Amigos da Astronomia (SBAA), a primeira sociedade astronômica do país (Fig. 20) [59].

Entre suas contribuições, é impossível deixar de mencionar o desenho do Primeiro Mapa Lunar Brasileiro, com 80 cm, que hoje encontra-se exposto no Museu Nacional de Astronomia, no Rio de Janeiro. O professor Rubens, além de ser autor de obras como *Selene: a Lua ao Alcance de Todos* (1959) e *Lua - Degrau para o Infinito* (1962), foi um verdadeiro pioneiro na astronomia brasileira, criando associações, clubes e planetários. Ele

⁷ *Selenologia*: Ramo da astronomia que estuda a Lua e seus respectivos fenômenos [57].

Figura 19 – Registro da coroa solar durante o eclipse solar total de 29 de maio de 1919 na cidade de Sobral - CE, pelo Observatório Nacional (ON) [56].



também defendeu a implantação de um planetário no Ceará [59].

Sua persistência deu frutos mesmo após sua morte, em 2008. No Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura, em Fortaleza – CE, o Planetário Rubens de Azevedo agora funciona, equipado com um *projetor Zeiss Skymaster*, fabricado pela Carl Zeiss, empresa que possuí a tecnologia dos melhores planetários do mundo [60]. A trajetória de Rubens de Azevedo e algumas de suas importantes contribuições, ilustram os significativos avanços que o Ceará tem alcançado nos últimos anos na divulgação e no estudo da astronomia.

No entanto, o rumo que tomou a análise e construção desses marcos históricos cearenses revela que, com o amadurecimento dessa pesquisa, é o momento adequado para resgatar e transcrever o último parágrafo do artigo *ASTRONOMIA DO CEARÁ*, escrito pelo próprio Professor Rubens e publicado na revista do *Instituto do Ceará*, a mais antiga instituição cultural do estado, fundada em 4 de março de 1887, da qual ele foi membro. O texto reflete a situação da cultura astronômica em 1987 [40].

Mais do que um simples registro histórico, ele se torna, hoje, um alerta e um estímulo. Ao contrário, deve-se continuar avançando na expansão do ensino de astronomia, tanto no Ceará quanto em todo o Brasil.

Figura 20 – O professor Rubens de Azevedo com o primeiro telescópio da Sociedade Brasileira dos Amigos da Astronomia (SBAA) em 1948 [56].



A Astronomia, no Brasil, tem lutado contra a ignorância e, sobretudo, contra a insensibilidade dos poderes públicos. Muito longe vai o tempo em que, na Arábia, o governante tinha que ser, antes de qualquer coisa, ser astrônomo. Aí estão guardados pela história, os nomes de Harum e Al-Raschid, Al-Karism, Al-Mamoun, Albategnius, Abouf Wefa e Ebn-Jounis. Em nossa terra, acredita-se ser o estudo da Astronomia um luxo desnecessário e a mais bela e importante das ciências está classificada pelo rótulo de supérfluo. Mas as coisas mudam. E um dia terá que ser diferente [61].

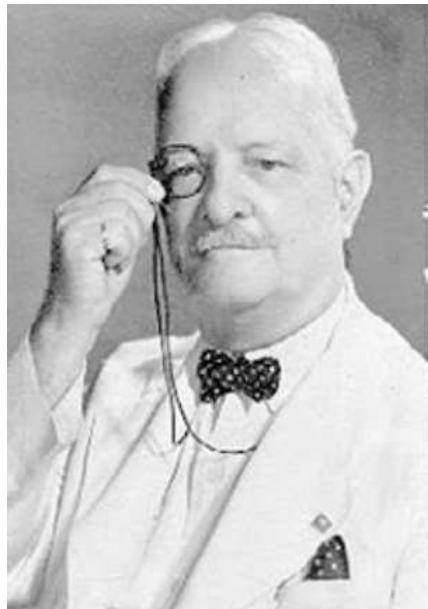
Dessa forma, conclui-se a análise histórica da astronomia no Ceará, destacando suas contribuições científicas, e personagens relevantes ao longo do tempo. A partir deste ponto, destaca-se a trajetória de um personagem central para o desenvolvimento deste trabalho: Francis Reginald Hull. Na próxima seção, será explorado a vida e obra de Mr. Hull, e sua genialidade em correlacionar a atividade solar aos períodos de seca nordestina.

2.4 Francis Reginald Hull

Nesta seção, a análise será apresentada sob a forma de um revisão histórica e documental, com foco nas contribuições de Francis Reginald Hull e na exploração das relações entre a atividade solar e os fenômenos climáticos, como as secas recorrentes no Nordeste. Seu trabalho, ainda pouco conhecido na literatura astronômica, oferece uma perspectiva sobre as conexões relevantes com os fenômenos climáticos contemporâneos.

Francis Reginald Hull (Fig. 21), nasceu no dia 21 de novembro de 1872 na cidade de Wimbledon, um subúrbio localizado em Londres. Filho do Almirante da Marinha Real Britânica, Thomas Arthur Hull [62].

Figura 21 – Mr. Hull [63].



Formado em engenharia pela *School of Practical Engineering*, no Reino Unido. Hull aos 25 anos, veio pela primeira vez ao Brasil em 1892, onde foi contratado como engenheiro-assistente da *São Paulo Railway*⁸, onde trabalhava nos levantamentos topográficos e na localização de dois terços do ramal ferroviário, na Serra do Mar. À fim de cursar as cadeiras de Astronomia e Agrimensura na Royal Geographic society, Hull retorna a Grã-Bretanha em junho de 1893 [62, 40].

Entre 1862 e 1867, trabalhou na construção de ferrovias na Serra do Mar, ao lado de engenheiros ingleses experientes em terrenos montanhosos. Após o término da obra, foi transferido para a Escócia, onde atuou no planejamento de represas, mas devido ao seu temperamento impulsivo, não permaneceu por muito tempo. Em seguida, foi deslocado para a África, trabalhando na Rodésia na delimitação de fronteiras e posteriormente, em minas de ouro na África do Sul, durante o auge da exploração mineral após 1867 [62].

Retornou ao Brasil em 1900, desempenhando funções na estrada de ferro de São Paulo como engenheiro-chefe, e chegou ao Ceará pela primeira vez em 1913, onde foi nomeado Superintendente da Estrada de Ferro de Baturité. Hull ficou em terras cearenses até 1915, quando foi chamado para servir na Primeira Guerra Mundial, onde foi comissionado como tenente engenheiro, participando diretamente dos acontecimentos [40].

⁸ *São Paulo Railway*: a primeira ferrovia paulista, concebida para ligar a cidade de Santos à vila de Jundiaí [64].

Ao longo de sua trajetória, foi designado para a Mesopotâmia, onde não apenas recebeu a promoção a Major da ativa, mas também assumiu temporariamente o cargo de governador da região, atualmente conhecida como Iraque [62]. Adicionando mais um capítulo à sua trajetória, em fevereiro de 1919, Hull foi promovido ao posto de Tenente-Coronel e no mesmo ano, nomeado Consultor Militar para Assuntos Ferroviários da Missão Militar Britânica, atuando na construção da Transiberiana, no sul da Rússia. Posteriormente, entre 1921 e 1922, retornou ao Brasil como Superintendente da State, onde em 1924, foi nomeado Vice-Cônsul britânico, cargo que ocupou até 1930 [65].

Nas palavras de Azevedo (1987), essa trajetória marcada por atuações em guerras e contribuições significativas ao longo de sua carreira, alcançou pelo curso inevitável do destino, em seu retorno às terras brasileiras pela terceira vez, agora para Ilhéus, na Bahia. Em Ilhéus, ele atuou como defensor da construção da ferrovia *Estrada de Ferro* que liga Ilhéus a Vitória da Conquista para o fluxo do cacau [40].

As contribuições de Hull em terras baianas renderam-lhe reconhecimento entre o povo local, sua persona serviu como inspiração para a figura do “*Coronel inglês*”, presente em um dos romances do escritor Jorge Amado (1912 – 2001) [62, 40].

2.4.1 Mr. Hull e a Heliografia Cearense

Em 1933, Francis Reginald Hull retornou ao Ceará para sua segunda visita, após já ter iniciado seus estudos sobre a meteorologia da região durante sua primeira passagem pelo Brasil. Ao observar o fenômeno das *estiagens*⁹, que se caracterizava por uma instabilidade prolongada e recorrente, Hull se viu intrigado. Este fenômeno, que desafiava explicações, levou o pesquisador britânico a refletir sobre a possibilidade de realizar previsões de longo prazo sobre tais eventos climáticos [40].

A estiagem, também conhecida como seca, é um fenômeno meteorológico marcante no semiárido do Nordeste brasileiro. Trata-se de um período prolongado de ausência ou significativa redução da *pluviosidade*¹⁰, durante o qual a perda de umidade do solo supera sua reposição [68].

Utilizando o observatório instalado em sua própria residência, cuja imagem pode ser vista na (Fig. 22). Hull analisou os ciclos de estiagem na região, fundamentado nas aulas de astronomia que recebeu no Observatório de Greenwich, propôs uma correlação entre essas anomalias meteorológicas e o ciclo undecenal das manchas solares. O britânico

⁹ Estiagem: falta de chuva; seca prolongada [66].

¹⁰ Pluviosidade: termo da meteorologia que trata da medição da quantidade e distribuição das chuvas [67].

analisou 877 das secas que ocorreram, verificando que estariam dentro do período das “mínimas” solares [40].

Figura 22 – A direita da imagem está o observatório instalado em sua casa, na rua Almirante Jaceguai, em Fortaleza - CE [69].



No dia 15 de março de 1939, durante uma conferência que tinha como título “*A frequência das secas no estado do Ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas*” no Rotary Club de Fortaleza, Mr. Hull veio pela primeira vez a público apresentando seus “*Diagramas das Secas*”, nos quais previu, com notável precisão, a ocorrência da grande seca de 1941-1943. Em sua palestra, afirmava Hull:

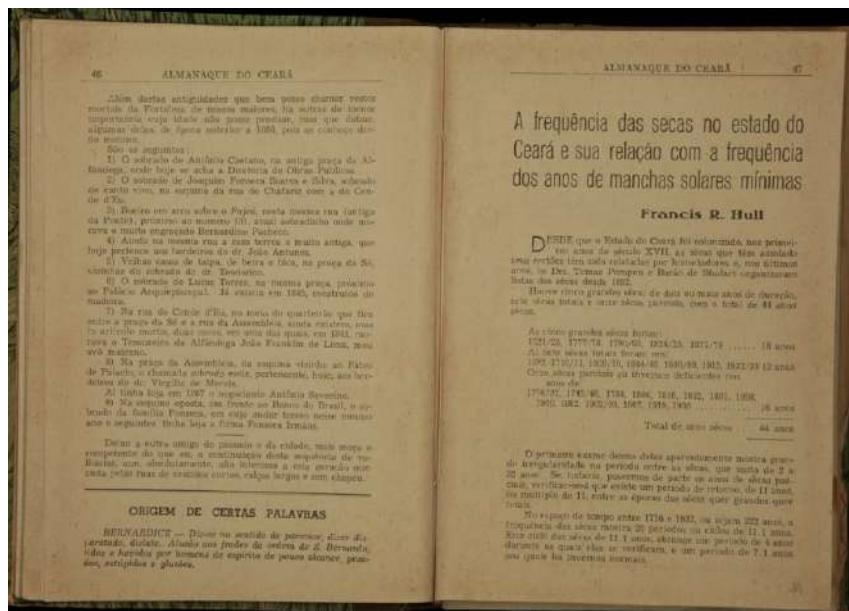
“O diagrama que organizei mostra que os anos de 1943 e 1946 caem no período seco de 4 anos e minhas previsões levam a dizer que haverá uma seca entre 1942 e 1947 [40].”

Em sua análise publicada no *Almanaque do Ceará (1942)* (Fig. 23), na seção intitulada “*A frequência das secas no estado do Ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas*”, Mr. Hull traça um paralelo entre os anos de estiagem no sertão e o ciclo de atividade solar mínima. A partir de registros sistemáticos que remontam a seca desde 1692 a 1933, ele identifica um padrão médio de retorno das

secas a cada 11.05 anos [70]. Por meio do seu diagrama, Hull sugere que nesses intervalos, a Terra pode ter absorvido o máximo de calor solar, produzindo a máxima evaporação da superfície da Terra. Nas palavras do autor, é afirmado que:

“Então, enquanto as manchas aumentam em número, a temperatura da Terra decresce pelas chuvas resultantes, que aumentam até ter alcançado o máximo de manchas solares [70].”

Figura 23 – A direita, primeira página da seção escrita por Mr. Hull no *Almanaque do Ceará*, disponível no [12].



Segundo o geógrafo Julian Hull, filho de Mr. Hull, em uma entrevista concedida ao Programa de História Oral da Universidade Federal do Ceará, enquanto Hull conduzia suas pesquisas no estado do Ceará, estudos similares estavam sendo realizados nos Estados Unidos pelo astrofísico norte-americano Dr. Charles Greesley Abbot. Esses estudos ocorriam em regiões áridas, como o deserto de Chihuahua, no Texas, e o deserto de Mojave, na Califórnia [62].

Embora outros cientistas não sejam mencionados nesta seção, seus esforços também merecem reconhecimento por suas contribuições na mesma área. A escolha de destacar o nome de Charles Greesley Abbot neste trabalho, deve-se à sua significativa contribuição na trajetória da pesquisa de Mr. Hull [62].

2.4.2 Charles Greesley Abbot

O astrofísico norte-americano Charles Greesley Abbot, nascido em 31 de maio de 1872, na cidade de Wilton, Estados Unidos, destacou-se como diretor do Observató-

rio Astrofísico Smithsoniano, em Washington. Formado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1894, com especialização em físico-químico, Abbot é reconhecido por suas contribuições pioneiras. Ele calculou o valor aproximado da temperatura do Sol e determinou a distribuição da energia solar, avanços que lhe renderam notoriedade internacional [71].

Após mais de três anos de coleta de dados, em 1913, Abbot afirmou ter identificado uma correlação entre o aumento da radiação solar e as variações nas temperaturas terrestres. Segundo ele, essas alterações ocorrem quando a radiação penetra na atmosfera da Terra, influenciando diretamente o clima [71, 72].

Julian Hull, filho de Mr. Hull, relatou em sua entrevista que seu pai mantinha uma comunicação com Charles Abbot por meio de correspondências. Esse intercâmbio entre os dois cientistas, apesar de viverem em países diferentes, foi essencial para compartilhar informações, uma vez que ambos realizavam pesquisas com objetivos em comum. A troca de cartas contribuiu significativamente para os avanços nos estudos conduzidos por Hull [62].

Hull mantinha uma correspondência frequente com Abbot, solicitando o envio dos números provisórios relacionados às manchas solares de determinada data. Essa troca de informações era fundamental para o avanço de suas pesquisas, permitindo a Hull acompanhar os dados mais recentes sobre a atividade solar, e comparar com sua pesquisa sobre os períodos de estiagem.

Julian Ferreira Lima Hull, frequentemente citado nesta seção, foi um dos principais responsáveis por preservar o legado científico de seu pai, Francis Reginald Hull. Como professor da Universidade Estadual do Ceará e meteorologista, Julian deu continuidade aos estudos pioneiros de seu pai [62].

Curiosamente, enquanto o nome de Mr. Hull é amplamente conhecido por batizar uma das principais avenidas de Fortaleza, a Avenida Mister Hull, suas contribuições científicas como astrônomo permanecem praticamente desconhecidas na literatura [62]. Em tempos de crescente preocupação com as mudanças climáticas, revisitar as ideias de Hull é uma forma não apenas de resgatar sua memória, mas também de refletir sobre a relevância de sua pesquisa para os desafios climáticos contemporâneos.

3 METODOLOGIA

Cabe, nesse momento, apresentar o percurso metodológico que orienta este trabalho: a revisão sistemática e narrativa da literatura, cuja finalidade é reunir, avaliar e sistematizar estudos que contribuam para o tema em questão. Essa abordagem permite não apenas mapear as produções científicas relacionadas ao tema, mas também oferece uma análise capaz de identificar padrões e convergências nas investigações já realizadas [73].

Antes de qualquer levantamento bibliográfico formulou-se a seguinte pergunta-problema: *Quais evidências a literatura contemporânea apresenta sobre a influência da atividade solar no clima terrestre, e como essas evidências corroboram com a hipótese de Francis Reginald Hull sobre as estiagens nordestinas?*

A partir dessa questão, foi estabelecido uma estratégia de busca pautada na seleção de estudos acadêmicos que abordam a temática, priorizando publicações em base de dados científicos e trabalhos que apresentem maior relevância e atualidade na área. Essa abordagem, fundamentou a construção do estado da arte, proveniente da literatura científica americana, cuja finalidade, segundo [Brandão, Baeta e Rocha](#) (1983) consiste em: “Realizar levantamentos do que se conhece sobre um determinado assunto a partir de pesquisas realizadas em uma determinada área”

Embora existam diversos autores que discutem o conceito, optou-se destacar a definição proposta por [Brandão, Baeta e Rocha](#), por sua pertinência ao propósito do trabalho. O estado da arte, além de mapear as produções científicas, permite compreender as condições em que teses, dissertações, artigos e comunicações foram produzidas como aponta [Ferreira](#) (2002).

Dando sequência ao percurso apresentado, é necessário destacar o uso de fontes documentais históricas como parte do processo investigativo. A conexão com a biblioteca da Universidade do Ceará permitiu o acesso a imagens selecionadas do *Almanaque do Ceará* (1942) publicação na qual Francis Reginald Hull apresenta suas análises sobre a correlação entre as estiagens do Nordeste Brasileiro e o ciclo de manchas solares.

A incorporação do *Almanaque do Ceará* ao corpo documental desta pesquisa não se dá apenas de forma ilustrativa, mas ocupa posição central na elaboração deste trabalho. No processo de investigação as páginas disponibilizadas continham uma listagem de anos em que ocorreram as secas. A partir deste material, realizou-se uma análise ano a ano, com o intuito de verificar os indícios de padrão temporal presentes no documento escrito

por Hull.

Além do *Almanaque do Ceará* outro importante documento contribuiu para a revisão da teoria proposta por Hull: as correspondências trocadas pelo astrofísico norte-americano Charles Greesley Abbot, na qual suas contribuições já foram mencionadas no capítulo anterior. Esses diálogos por carta, mencionados brevemente no próprio almanaque, revelam uma colaboração científica a distância, em que Hull compartilha suas observações sobre as secas do Nordeste Brasileiro e recebe, por parte de Aboot, dados relacionados à atividade solar e aos índices de manchas solares.

As correspondências foram fornecidas pelo Smithsonian Institution Archives¹, após uma solicitação encaminhada por e-mail, representando uma conexão internacional que contribuiu para enriquecer a análise documental deste trabalho.

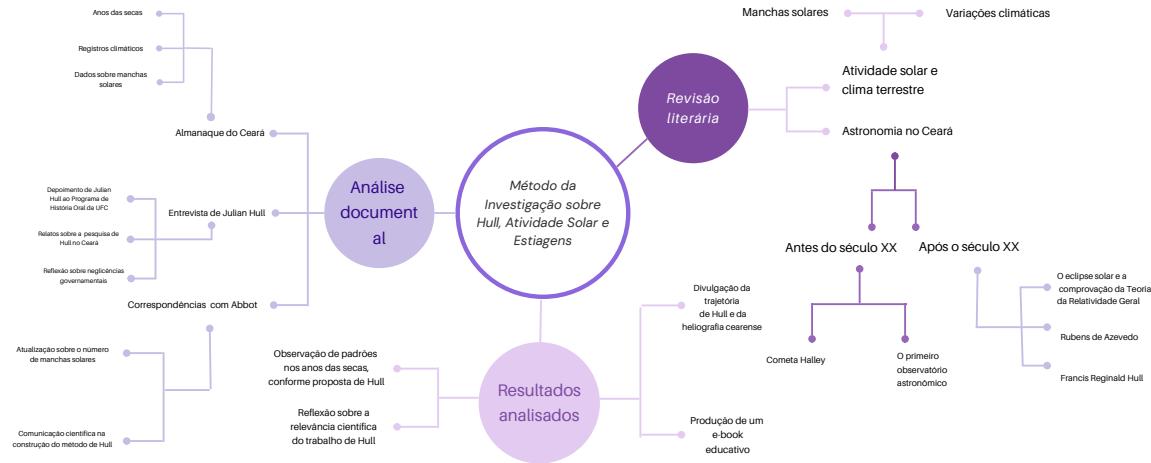
O elemento inicial que possibilitou identificação e posterior obtenção das correspondências entre Mr. Hull e Abbot foi um depoimento concebido ao Programa de História Oral da Universidade do Ceará. Trata-se da entrevista do geógrafo Julian Hull, filho de Mr. Hull já mencionado no capítulo anterior. Julian compartilha lembranças e documentos relacionados ao legado científico de seu pai. Durante o diálogo, Julian menciona que guarda os trabalhos de abbot, bem como toda a correspondência pessoal trocada entre ele e seu pai. Esse relato foi, pois permitiu localizar e acessar as cartas por meio de contato formal com o Smithsonian Institution Archives nos Estados Unidos.

A análise desta entrevista, somadas ao estudo detalhado das cartas, e a leitura interpretativa do *Almanaque do Ceará*, foram etapas fundamentais na construção do método adotado neste trabalho. A triangulação dessas três fontes permitiu delimitar um percurso de investigação que une a revisão sistemática da literatura com o exame de documentos históricos.

Mais do que resgatar um episódio específico da história da ciência no Brasil, esta análise se propõe a provocar uma reflexão sobre o valor do conhecimento científico quando é aplicado a realidades concretas e necessidades urgentes. Em um momento em que se discute tanto a utilidade da ciência no cotidiano, retomar experiências como a de Hull, permite reconhecer o potencial da pesquisa.

¹ É um espaço dedicado a reunir, preservar e compartilhar os registros históricos da Smithsonian Institution. Trata-se de manter viva a memória das pessoas, pesquisas, programas e histórias que ajudaram a construir o legado dessa importante instituição científica e cultural [76].

Figura 24 – Mapa conceitual elaborado com o intuito de oferecer uma visualização clara e sintética da metodologia adotada neste trabalho, facilitando a compreensão do percurso investigativo e das conexões entre suas etapas principais.



Fonte: Autor.

4 Resultados

Ao leitor, vale um breve convite: é chegada a hora de um necessário retorno ao passado. Curiosamente, grande parte do desenvolvimento da ciência contemporânea sobre clima terrestre, ciclos solares, e estiagens nordestinas só existem graças a registros históricos. Nomes aqui citados, são dignos de menção por suas contribuições e prosas. Ainda assim, é preciso reconhecer que muitos outros silenciados pelo tempo ou ausentes nos registros também merecem reconhecimento.

Entre os capítulos que compõem o livro *Evolução Histórica Cearense*, de Raimundo Girão (1986), destaca-se um intitulado “As Secas”, no qual o autor apresenta uma cronologia das estiagens no estado do Ceará. Nesse capítulo, são discutidas algumas hipóteses propostas ao longo do tempo para explicar as irregularidades climáticas que marcam a região. Embora a abordagem de Girão não aprofunde tecnicamente as causas do fenômeno, o texto reconhece o papel da história como instrumento importante para compreender os padrões naturais do semiárido [77].

A partir dessa perspectiva, esta seção abordará não apenas as contribuições de Mr. Hull, como também contrapontos, lacunas e outros estudos que em conjunto, possibilitam uma análise mais abrangente sobre o fenômeno.

A narrativa apresentada no capítulo dedica-se, ainda de forma introdutória, a registrar algumas das principais hipóteses formuladas para explicar a causalidade associada às irregularidades pluviométricas no estado do Ceará. Entre os nomes mencionados, destaca-se o Padre Dr. Tomás Pompeu de Sousa Brasil (1818–1877), conhecido como Senador Pompeu ¹, que figura como defensor da teoria do “anel de nuvens equatorial” como explicação para os padrões climáticos da região. [77].

O texto menciona sua argumentação em defesa da influência da vegetação sobre o clima, sintetizada na seguinte afirmação: “*Em resumo: a influência das matas em qualquer região é de efeito incontestável para a umidade da atmosfera e, por conseguinte para as chuvas*” [77].

O debate sobre a causalidade das secas no Nordeste brasileiro ganhou força a partir de 1877, ano marcado por uma das maiores estiagens já registradas. Por iniciativa do

¹ Importante figura do século XIX, destacou-se por suas contribuições à geografia, estatística e história do Ceará. É comum haver confusão com seus descendentes, especialmente seu filho e neto, que também atuaram em áreas públicas e acadêmicas e carregavam nomes semelhantes [78].

Imperador Dom Pedro II, realizou-se uma reunião no Instituto Politécnico do Rio de Janeiro com o objetivo de estudar medidas preventivas para as secas cearenses. Na ocasião, o Barão de Capanema defendeu a hipótese de que os anos de seca coincidiam com períodos de mínima atividade solar, apoiando-se em estudos de observadores internacionais como Meldrum, Baliani, William Herschel, Gautier, Barral e Rodolf Wolf [77].

Em contraponto, Rodolfo Marcos Teófilo (1853 - 1932)² questionou a validade das máximas e mínimas solares. Ao analisar o período de 1712 a 1878, apontou que apenas duas secas coincidiram com mínimas solares, ao observar os grandes invernos, encontrou uma única coincidência com os máximos nesse intervalo de 166 anos [77].

Vale destacar a atuação dos engenheiros J. A. Fonseca Rodrigues e Ferraz Sampaio, mencionados por Girão (1986), como partidários na correlação entre a previsão das secas e a variação periódica das manchas solares. Segundo o autor, ambos consideravam relevantes os valores de insolação e os dados termométricos terrestres como indicadores importantes na análise das estiagens no Nordeste.

A referência a esses autores e eventos trata-se de evidenciar que, ainda no século XIX, já havia um esforço sistemático para compreender a possível relação entre a atividade solar e as irregularidades climáticas no Nordeste.

4.0.1 Almanaque do Ceará (1942)

Diante das diferentes vozes e hipóteses que marcaram os debates sobre a causalidade, uma proposta em especial merece atenção cuidadosa. Trata-se do estudo elaborado por Francis Reginald Hull, publicado no *Almanaque do Ceará (1942)*, já mencionado anteriormente. Documento que se revela não apenas como registro histórico, mas como uma tentativa sistemática de estabelecer uma correlação entre a atividade solar e as estiagens nordestinas. A seguir, dedica-se uma análise mais detalhada da contribuição de Hull, suas hipóteses e o contexto em que foram formuladas.

A partir deste ponto, volta-se a atenção para o conteúdo proposto no Almanaque, com o capítulo intitulado “*A frequência das secas no Estado do Ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas*”. Nesse estudo, Hull apresenta uma listagem cronológica dos anos de seca no estado, organizada anteriormente pelos *doutores*.

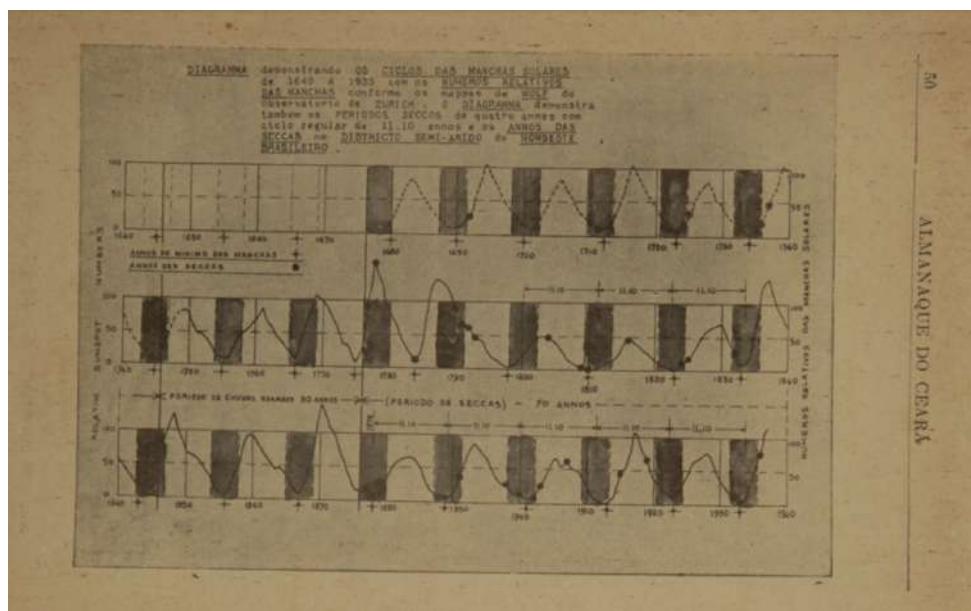
² Farmacêutico, escritor e sanitarista nascido na Bahia e radicado no Ceará. Reconhecido por sua atuação no combate à varíola, é também autor de obras importantes sobre as secas e os problemas sociais do Nordeste, como *A Fome e História da Seca no Ceará*. Ressalta-se essa distinção para evitar confusões com outras figuras de sobrenome semelhante ou contemporâneos com atuações políticas ou científicas distintas [79].

*Tomás Pompeu*³ e *Barão de Studart*⁴, com registros que remontam ao ano de 1692.

Na (Fig. 25) o diagrama elaborado manualmente por Hull apresenta de forma detalhada, os ciclos das manchas solares no período de 1640 a 1933, com base nos números relativos extraídos dos registros do Observatório de Zurich. Além da atividade solar, o gráfico também incorpora os anos de seca registrados no Nordeste brasileiro, evidenciando a repetição de períodos secos de aproximadamente quatro anos, com um ciclo regular de 11,1 anos.

A composição visual busca relacionar as oscilações na contagem de manchas solares com os padrões climáticos do semiárido. Destacando uma alternância entre fases de chuvas normais (50 anos) e longos períodos de estiagem (70 anos), reforçando a hipótese de correlação entre fenômenos solares e a variabilidade pluviométrica regional.

Figura 25 – Diagrama das secas, elaborado com base nos anos de mínimas solares, cujo conteúdo completo encontra-se disponível no Apêndice A, (Fig. 32) [70].



Antes de rever à análise, é importante apresentar, o trecho em que Hull expõe sua listagem dos anos das secas. A seguir, será reproduzido ano por ano o levantamento feito por ele no capítulo mencionado, tal como aparece no Almanaque do Ceará. Essa transcrição permite observar os padrões identificados e serve de base para as reflexões que serão desenvolvidas ao longo desta seção.

Hull identifica, com base nos registros históricos, a ocorrência de *cinco grandes secas com duração igual ou superior a dois anos, sete secas totais e onze eventos classificados*

³ Tomás Pompeu de Sousa Brasil Filho, foi sócio efetivo do Instituto do Ceará, tomou posse em 12 de março de 1889. Foi presidente no período de 1908 - 1929 [80].

⁴ Guilherme Chamblly Studart, conhecido como Barão de Studart, foi um dos fundadores do Instituto do Ceará e presidente durante o período de 06 de abril 1929 a 25 de setembro de 1938 [81].

como secas parciais ou invernos deficientes, totalizando 44 anos secos no período analisado. Em suas próprias palavras:

“As cinco grandes secas foram:

1721/25, 1777/1778, 1790/93, 1824/25, 1877/79 ... 16 anos.

As sete secas totais foram em:

1692, 1710/11, 1809/10, 1844/45, 1888/89, 1915, 1932/33 ... 12 anos.

Onde secas parciais ou invernos deficientes nos anos de:

1736/37, 1745/46, 1784, 1804, 1816, 1832, 1891, 1898, 1900, 1902, 1902/03, 1907, 1919, 1936 ... 16 anos.

Total de anos secos ... 44 anos (HULL, 1942, p. 47).”

É levantada uma hipótese sobre a distinção no que Hull chama de *grandes secas e secas totais*. As secas totais podem se referir, a anos isolados em que as chuvas falharam por completo, enquanto as grandes secas correspondem a períodos prolongados, de dois ou mais anos [70].

Após a apresentação cronológica das secas, organizadas com base nos registros de Tomás Pompeu e Barão de Studart, Hull dedica o parágrafo seguinte a uma reflexão interpretativa sobre a frequência desses eventos. É nesse ponto que é proposto uma hipótese sobre a regularidade temporal das secas, sugerindo a existência de um período de retorno. Essa afirmação será a seguir transcrita e analisada no contexto dos dados apresentados.

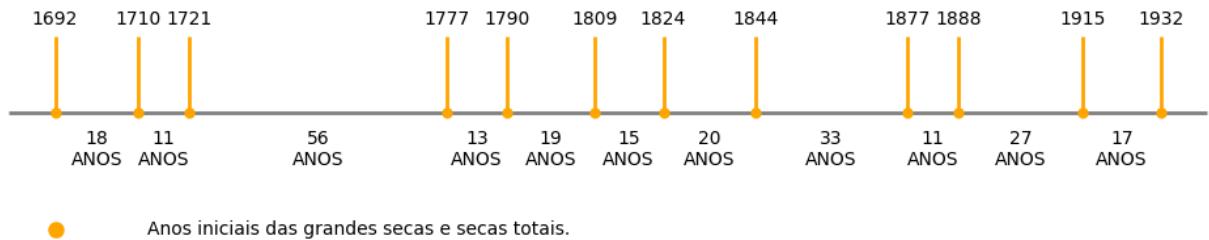
“O primeiro exame dessas datas aparentemente mostra grandes irregularidades no período entre secas, que varia de 2 a 32 anos. Se, todavia, pusermos de parte os anos de secas parciais, verifica-se-á que existe um período de retorno, de 11 anos, ou múltiplo de 11, entre as épocas das secas, quer grandes, quer totais (HULL, 1942, p. 49)”

Propõe-se, a partir deste ponto, uma análise da hipótese levantada por Hull quanto ao período de retorno das secas, relacionado ao intervalo de 11 anos ou seus múltiplos. Conforme mencionado no próprio texto, foram desconsideradas as secas parciais, e por análise, optou-se por considerar apenas os anos iniciais das *secas totais e das grandes secas*.

A opção por considerar apenas os anos iniciais de cada período de seca se justifica pela própria forma que os dados são apresentados. Em registros, como “1692 - 1710, 1710 - 1711” e assim por diante, o ano inicial marca o ponto de início da estiagem, ou seja, o momento em que o fenômeno começa a se manifestar. A proposta da análise é observar possíveis padrões de recorrência temporal, logo, utilizar o ano inicial como referência evita duplicidade na contagem de anos sobrepostos [70].

Em seguida, será apresentado um diagrama temporal desses anos, com o intuito de visualizar possíveis recorrências dentro do intervalo citado.

Figura 26 – Análise de período de retorno.



Fonte: Autor.

O padrão de retorno de 11 anos ou seus múltiplos pode ser verificado nos seguintes intervalos:

- 1710 - 1721: intervalo de exato 11 anos.
- 1877 - 1888: intervalo de exato 11 anos.

Aproximações aos múltiplos de 11 aparecem em intervalos mais largos:

- 1844 - 1877: 33 anos, exato múltiplo, 3×11 .
- 1721 - 1777: 56 anos, que é aproximadamente, 5×11 .

Nesta análise, admite-se que a tentativa de identificar múltiplos de 11 anos não seja exato, no entanto, observa-se a existência de aproximações em intervalos mais amplos que sugerem uma periodicidade em torno desse valor. Recorre-se agora a outro trecho de Hull, no qual o autor aprofunda sua análise ao estimar a frequência das secas com base na soma dos intervalos de tempo entre os anos de 1710 e 1923.

“No espaço entre 1710 e 1923, ou seja 222 anos, a frequência das secas mostra 20 períodos ou ciclos de 11,1 anos. Este ciclo das secas 11,1 anos abrange um período de 4 anos, durante os quais elas se verificam, e um período de 7,1 anos, nos quais há invernos normais (HULL, 1942, p. 49).”

Antes de estabelecer uma conexão com o ciclo das manchas solares, Hull observa que, entre os anos de 1692 e 1933, ocorreram 44 secas no Ceará. Dessas, trinta e três, cerca de 75%, ocorreram ou tiveram início dentro de um intervalo de quatro anos secos consecutivos [70]. Com essa abertura à possibilidade de uma correlação, o autor menciona, no capítulo, um parágrafo extraído do livro de Sir James Jeans, “*Through Space and Time (1934)*”, que afirma:

“Falando-se de um modo geral, os cientistas não são ainda capazes de descobrir qualquer ligação entre o tempo e quaisquer fenômenos astronômicos a não ser as manchas solares. Há, entretanto, alguma evidência que o tempo passa através de um ciclo regular que tem o mesmo período de 11 anos que a frequência das manchas solares. Com o aumento de declínio do número de manchas os estios passam gradualmente de quentes e secos a frios e úmidos, e voltam novamente. O ciclo completo comprehende cerca de 11 anos (HULL, 1942, p. 48)”.

4.0.2 Uma visão comparativa: A Hipótese de Hull frente aos modelos contemporâneos.

Conforme mencionado anteriormente, será também retomada as menções de Hull na tentativa de relacionar a recorrência das manchas solares com o padrão das secas. Neste ponto, propõe-se um exercício comparativo entre as hipóteses formuladas por Hull inscritas no *Almanaque* e os modelos atuais que investigam a influência da atividade solar sobre o clima. Em suas palavras, a afirmação de tal correlação foi expressa da seguinte forma:

“Antes de 1749, há também registros dos anos de manchas solares máximas e mínimas.

As últimas investigações mostram que, em geral, a temperatura média da Terra em certas zonas é ligeiramente mais alta no tempo das manchas mínimas do que no tempo das máximas.

As secas, no Ceará, podem ser consideradas como demonstrando os períodos de manchas solares mínimas, durante os quais a superfície da terra recebeu o máximo calor do Sol. Em consequência, o aumento de calor produziu a máxima evaporação da superfície da terra. Então, enquanto as manchas aumentam em número, a temperatura da Terra decresce pelas chuvas resultantes, que aumentam até ter alcançado o máximo de manchas solares.

As datas de todas as bem determinadas máximas e mínimas de manchas solares têm sido publicadas por Worlf e seu sucessor, Wolfer. Seus dados mostram 22 ciclos completos, desde a mínima de manchas de 1690 à mínima de 1933. O intervalo de tempo médio entre uma mínima de manchas solares e a seguinte é de 11,05 anos, desses 243 anos, havendo um período de 4 anos secos e 7,05 anos de chuvas normais (HULL, 1942, p. 48)”.

Em sua perspectiva, durante os mínimos solares, a Terra receberia mais calor, levando a maior evaporação e consequentemente as secas. Por outro lado, durante os máximos solares, o aumento das manchas solares estaria associado a mais chuvas e temperaturas mais agradáveis [70].

Essa hipótese reflete uma tentativa de correlacionar os ciclos solares com os padrões climáticos da região nordeste, uma abordagem que, embora pareça intuitiva à primeira vista, deve ser compreendida dentro do contexto científico e dos dados disponíveis na época em que Hull desenvolveu sua análise.

Portanto, é necessário um olhar atento e delicado ao analisar tais propostas, reconhecendo o contexto histórico e as limitações tecnológicas da época.

No capítulo, são apresentadas algumas das conclusões a que Hull chegou durante o desenvolvimento de sua proposta, tais como:

- “1) Existe estreita relação entre as secas do Ceará e as épocas de mínimas das manchas solares.
- 2) O ciclo da frequência, em conjunto, das manchas e secas do Ceará deve ser calculado em 11,10 anos.
- 3) Há um eixo comum para esses ciclos ou frequências, que passa através dos anos de 1656, 1767, 1878, 1909. Foi 1878 o ano central da grande seca de 1877/79.
- 4) O biênio de cada lado desse eixo comum representa o “período seco”.
- 5) Os anais do Ceará acusam 44 secas em 243 anos, de 1690 a 1933. Trinta e três delas, ou seja 75%, se verificaram dentro desse “período seco” de quatro anos, ou nele tiveram seu início.
- 6) No idêntico espaço de 243 anos, as observações de Wolf, em Zurich, mostram que houve 23 anos de mínima nas manchas, dos quais 20, ou 78%, se verificaram no “período seco” de 4 anos (HULL, 1942, p. 49)”

Após tais conclusões, Hull apresenta um diagrama de visualização da relação entre os anos secos no Ceará e as épocas de máxima e mínima de manchas solares. A visualização desse diagrama está disponível no [Apêndice A](#).

Dando continuidade à análise sob uma perspectiva atualizada, recorre-se agora a um estudo recente que aborda o comportamento do TCI (*Índice Climático da Termosfera*), um parâmetro relevante para compreender a influência da atividade solar sobre as camadas superiores da atmosfera. A seguir, será apresentado um artigo que investiga essa relação com base em dados do ciclo solar 24 [37].

De acordo com [Ansor et al. \(2023\)](#), no artigo intitulado “*Solar activity-climate relations during solar cycle 24*” há uma correlação entre o número de manchas solares e o

Índice Climático da Termosfera (TCI). Durante a fase do *Ciclo Solar 24*⁵, observou-se que baixos números de manchas solares estavam associados a leituras reduzidas de TCI, indicando um resfriamento da termosfera. E durante o máximo solar, o aumento no número de manchas solares coincidiu com níveis elevados de TCI, refletindo um aquecimento da termosfera.

O estudo identificou que o Ciclo Solar 24 apresentou um menor TCI em comparação com ciclos anteriores, atribuído à menor atividade solar registrada nesse período. Os autores também observaram uma tendência de aumento gradual na temperatura média do ar à superfície terrestre em diferentes latitudes ao longo do ciclo [37].

Além da identificação da influência da atividade solar na termosfera, a pesquisa também trouxe à tona um artigo desenvolvido por Silva e Paulino em 2023, fruto de uma iniciação científica, cujo objetivo é monitorar a cobertura noturna de nuvens por meio de um imageador de aeroluminescência em São João do Cariri, no estado da Paraíba. A aeroluminescência é uma emissão natural de luz proveniente da mesosfera e da baixa termosfera, camadas atmosféricas situadas entre 50 e 100 km de altitude [82].

As regiões da mesosfera e da baixa termosfera, de onde se origina a aeroluminescência, são utilizadas como marcadores em estudos sobre o clima e a dinâmica da atmosfera terrestre. Apesar de seu foco ser nessas camadas superiores, os instrumentos capazes de captar a aeroluminescência também detectam a presença de nuvens na toposfera, uma vez que estas emitem radiação em comprimentos de onda que coincidem com o espectro da luz aeroluminescente [82].

A coleta de dados, por sua vez, foi realizada com base na análise de imagens captadas por um imageador de aeroluminescência instalado em São João do Cariri, no estado da Paraíba. O acesso a essas imagens ocorreu por meio do portal do Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial, que disponibiliza registros noturnos do céu em diversos pontos de observação [82].

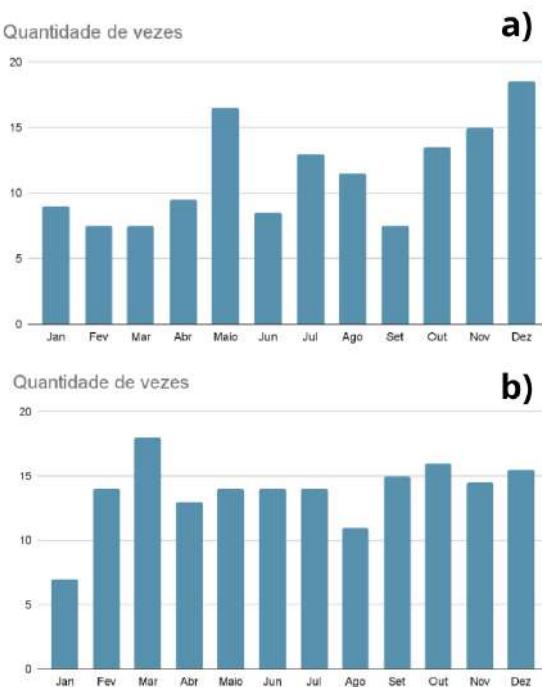
A partir do imageador foram catalogadas imagens com presença de nuvens, anotando:

- A hora em que o céu começou a ser totalmente coberto pelas nuvens;
- O instante do término das observações das nuvens.

⁵ Este ciclo foi caracterizado por baixa atividade solar, menor emissão de plasma e radiação magnetizada, resultando em uma termosfera mais fria e um TCI historicamente baixo [37].

De acordo com [Silva e Paulino \(2023\)](#), ao decorrer do monitoramento e da analise dos dados, notou-se a partir dos gráficos demonstrados na (Fig. 27) uma frequênci mais significativa de aparições de nuvens no período de alta atividade solar, em comparação com o período de baixa atividade solar.

Figura 27 – a) Média da quantidade de vezes que as nuvens apareceram por mês no período de atividade solar baixa. b) Média da quantidade de vezes que as nuvens apareceram por mês no período de atividade solar alta [82].



“Ao compilar o banco de dados sobre a frequência de ocorrência de nuvens, foram criados dois gráficos. O primeiro reflete a média de nuvens durante períodos de alta atividade solar (2014 - 2015), enquanto o segundo apresenta a média de nuvens durante períodos de baixa atividade solar (2021 – 2022), (SILVA, 2023, p. 6).”

Embora existam outros estudos contemporâneos que exploram a correlação entre atividade solar e fenômenos climáticos na Terra, optou-se por destacar, neste trabalho apenas dois exemplos mais representativos. O primeiro, voltado a variação do Índice climático da Termosfera (*TCI*), foi selecionado por apresentar uma outra perspectiva mais técnica sobre influência da atividade solar. O segundo, referente à análise da cobertura noturna de nuvens, foi escolhido por ter sido realizado na Paraíba, região próxima ao contexto geográfico investigado por Hull. Ambos os estudos são recentes, publicados em 2023.

4.0.3 As contribuições de Charles Greesley Abbot

Com base no depoimento do geógrafo Julian Hull (Filho de Mr. Hull), concedido ao Programa de História Oral da Universidade Federal do Ceará, é possível identificar uma articulação paralela entre pesquisas realizadas em diferentes contextos geográficos. Enquanto Mr. Hull formulava sua hipótese no Ceará, o astrofísico Charles Greeley Abbot desenvolvia investigações semelhantes nos Estados Unidos [62].

A fim de ilustrar e contextualizar a conexão entre Hull e Abbot, serão apresentados a seguir trechos selecionados da entrevista. Nesses trechos, o nome de Charles Abbot é mencionado diretamente, evidenciando a interlocução entre os dois e a colaboração que sustentaram a hipótese solar formulada por Hull [62]. Os excertos a seguir foram extraídos do depoimento de Julian Hull (abreviado daqui em diante como **J.H.**) concebidos a entrevistadora do Programa de História Oral da Universidade Federal do Ceará, Luciara Frota (abreviado daqui em diante como **L.F.**).

J.H. O que o Mr. Hull criou foi apenas correlacionar os fenômenos com as secas do Nordeste brasileiro. Aí, onde é que está o mérito da questão. Mas ao mesmo tempo em que ele fazia esse estudo aqui no Ceará, eram feitos também outros estudos idênticos nos Estados Unidos, pelo grande astrofísico norte-americano Dr. Charles Greesley Abbot no deserto de Chihuahua no Texas e no deserto de Mojave na Califórnia. Outros cientistas também faziam ao mesmo tempo estudos relacionando as secas, secas preocupantes pela escassez da água potável na Índia. Há também estudos feitos na África relacionados com o nível dos grandes lagos africanos. E mais, com relação ao Nordeste o primeiro estudo foi elaborado pelo meu pai, inclusive, ele descobriu o Ciclo Centenário, em que trinta anos ocorrem poucas secas e em 70 anos há uma grande existência de secas.

L.F. Inclusive, sei que Mr. Hull mantinha correspondência com o professor que o senhor mencionou, o professor Charles Abbot, que realizava também pesquisas no Monte Sinai, no Egito e no Monte Montezuma, no México. O senhor tem alguma coisa sobre essa correspondência, tem alguns dados desse professor sobre as pesquisas, sobre as manchas solares e os climas áridos que o professor Charles incentivava? Diz-se que, inclusive, incentivava o Mr. Hull a prosseguir com suas pesquisas aqui no Ceará.

J.H. É eu tenho realmente os trabalhos do Abbot, inclusive toda a correspondência pessoal que ele mantinha com o meu pai. É uma correspondência valiosa. Ele é um nome mundialmente consagrado, o que é próprio de países desenvolvidos economicamente e voltados à valorização da pesquisa científica. Ele morreu agora recente, 1973, mas será sempre lembrado e as futuras gerações vão lembrar o seu nome. Isto é próprio destes países que valorizam a ciência e os homens que a fazem e acham justo que tenham os seus nomes prestigiados e a sabedoria deles enaltece o seu país. Quem sabe, um dia o Brasil dará valor aos seus filhos cientistas e mesmo aos que aqui trabalharam para o seu engrandecimento? (FROTA; ARAGÃO, 1976, p. 6.)"

As correspondências mencionadas foram localizadas a partir de buscas realizadas no *Smithsonian Institution Archives*, onde estão arquivos e registros da *Smithsonian Institution*. Ao contatar o setor de biblioteca responsável e obter acesso ao conteúdo dessas cartas, foi possível iniciar a análise documental que revelou detalhes significativos sobre o diálogo entre Hull e Abbot.

As correspondências trocadas foram escaneadas e reunidas em um único arquivo em formato PDF, totalizando 36 páginas. O material inclui não apenas os diálogos entre Hull e Abbot, mas também gráficos elaborados manualmente por Hull, nos quais ele buscava representar visualmente a possível correlação entre os ciclos das manchas solares e os períodos de seca observados no semiárido nordestino.

Em uma análise geral, observa-se que Hull expõe sua hipótese e descreve a situação da seca no Ceará, ao mesmo tempo em que solicita de forma recorrente, atualizações sobre os números provisórios das manchas solares.

Como exemplo dessa interlocução, destaca-se a carta nº 9, página 11 do *Anexo B* onde Hull envia a Abbot uma seção de seu diagrama sobre os números de manchas solares entre 1730 e 1940, afirmando:

“ Dear Dr. Abbot,

I take this opportunity of sending you a diagram which I have drawn recently showing the Sunspot Minima years, a section of the Sunspot Numbers From 1730 to 1940, and on the section are shown the Drought Years in North East Brazil.

I have shown a Drought Cycle of 11.1 years which corresponds to the Sunspot Minima Cycle 11.1 year, and the Drought Periods are calculated from the central year of the great drought of 1879. In each century there appears to be a period of 30 years of Normal Rains and 70 years of Droughts.

From 1772.5 to 1805.5 the sunspot cycle show great irregularity and in this period of 33 years there were great earthquakes and volcanic eruptions in the north of South America and in East Asia, as dates below:

- 1772 - Java, eruption of Mt. Papandayang
- 1778 - Venezuela, earthquakes at Caracas
- 1783 - Japan, eruption of Mt. Asama
- 1797 - Venezuela, earthquakes at Cumana
- 1797 - W. Indies, earthquake at Guadeloupe
- 1802 - Venezuela, earthquake at Caracas

From Zurich I have obtained approximate Sunspot Maxima and Minima Years since 1600.

With my kind regards,

Yours sincerely (HULL; ABBOT, 1944, p. 9)⁶.”

Hull apresenta uma síntese de sua hipótese propondo a existência de um ciclo de secas com periodicidade média de 11,1 anos. Afim de fundamentar sua análise, afirma ter utilizado dados do observatório de Zurique, com registros aproximados dos máximos e mínimos solares desde 1600.

Nas correspondências, Hull apresenta uma narrativa que guarda notável semelhança com a desenvolvida em seu artigo publicado no Almanaque, retomando a ideia de uma possível relação entre os ciclos solares e os períodos de seca. Nessa parte, ele inclui gráficos elaborados manualmente, como o da (Fig. 28) nos quais à observação atenta, é possível identificar que os anos de seca se distribuem de forma próxima aos períodos de mínimos solares, reforçando visualmente a hipótese que vinha sustentando ao longo de suas trocas com Abbot [83].

Ainda no contexto das correspondências e da repercussão do trabalho de Mr. Hull, torna-se pertinente retomar a entrevista concedida por seu filho, Julian Hull, ao Programa de História Oral da Universidade Federal do Ceará. Nesse depoimento, Julian não apenas confirma a seriedade da hipótese proposta por seu pai, como também revela os desafios enfrentados diante da desvalorização do conhecimento científico quando este se origina fora das instituições tradicionais [62].

L.F O que o senhor diria dessas comparações folclóricas sobre seu pai, como um arremedo do cientista como beato?

J.H Sinto como filho, mas não me atinge como condescendor e estudioso da obra dele. O caso dele não tem nada de característica de um beato, isto é sordidez. Vamos dizer aqui que não se trata de uma profecia, é um trabalho científico, um trabalho sério. Maldade ou pura ignorância

A fim de ampliar o acesso ao conteúdo e facilitar a compreensão do leitor, disponibiliza-se a seguir a tradução da correspondência originalmente em inglês.

Caro Dr. Abbot,

Aproveito esta oportunidade para lhe enviar um diagrama que desenhei recentemente, mostrando os anos de Mínimos de Manchas Solares, uma seção dos Números de Manchas Solares de 1730 a 1940, e, nessa seção, estão indicados os Anos de Seca no Nordeste do Brasil.

Apresentei um Ciclo de Seca de 11,1 anos que corresponde ao Ciclo de Mínimos de Manchas Solares de 11,1 anos, e os Períodos de Seca são calculados a partir do ano central da grande seca de 1879. Em cada século parece haver um período de 30 anos de Chuvas Normais e 70 anos de Secas.

De 1772,5 a 1805,5 o ciclo das manchas solares mostra grande irregularidade, e nesse período de 33 anos ocorreram grandes terremotos e erupções vulcânicas no norte da América do Sul e no Leste da Ásia, conforme as datas abaixo:

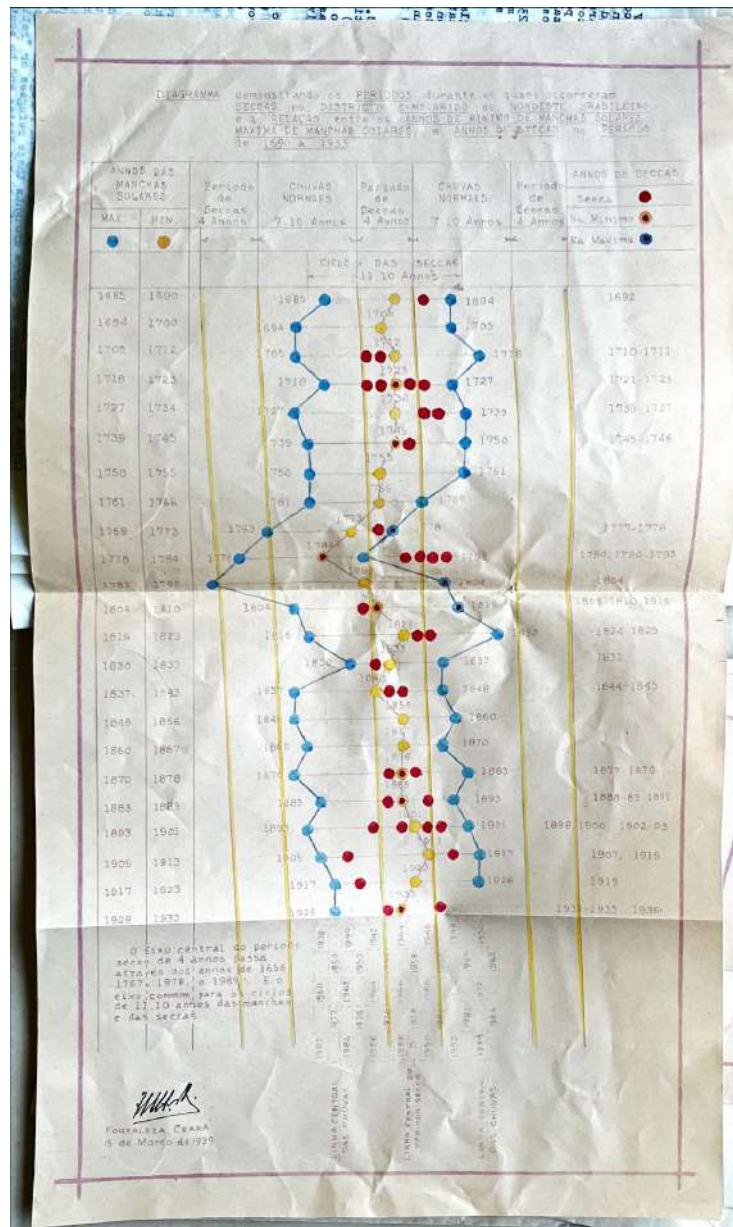
- 1772 – Java, erupção do Monte Papandayang
- 1778 – Venezuela, terremotos em Caracas
- 1783 – Japão, erupção do Monte Asama
- 1797 – Venezuela, terremotos em Cumaná
- 1797 – Índias Ocidentais, terremoto em Guadalupe
- 1802 – Venezuela, terremoto em Caracas

De Zurique, obtive os anos aproximados de Máximos e Mínimos de Manchas Solares desde 1600.

Com os melhores cumprimentos,

Atenciosamente

Figura 28 – Gráfico feito a mão por Mr. Hull disponível na carta n° 33 página 35 no Anexo B.



pensar assim, ignorância também se aplica, pois não é um posto social ou político que nos concede o conhecimento.

J.H Eu ainda hoje, acredito que ainda se pensa dessa maneira, porque antes do atual governador Adauto Bezerra assumir o governo, ele esteve na minha repartição, e então ele perguntou o que é que eu achava do governo dele. Então eu disse: ‘Governador Adauto, o senhor irá enfrentar neste 1976 uma seca no Nordeste’. Ele disse: Baseado em que?’ Aí eu mostrei então o trabalho do Mr. Hull. Então, ele achou o trabalho assim meio místico, inclusive riu e até comparou: Isso parece um trabalho do tipo do Roque Macedo, não é?’ Isso me causou certa mágoa, mas ele já era um governador e eu não pude dizer nada, não é? Mas ele está vendendo a consequência atual da falta de credibilidade ao meu aviso. O preconceito nunca foi bom conselheiro (FROTA; ARAGÃO, 1976, p. 2).’

Ao defender publicamente a validade do estudo de Hull e aplicar suas conclusões na previsão da estiagem de 1976, Julian foi recebido com ceticismo. Como ele próprio declara: “Não se trata de uma profecia, é um trabalho científico, um trabalho sério... O preconceito nunca foi bom conselheiro.” Tal afirmação reforça a relevância do legado de Hull, cuja proposta, muitas vezes tratada como misticismo, se baseava em observação empírica, correspondência científica e compromisso com a realidade social do Nordeste. Essa perspectiva será retomada, de forma mais ampla, na conclusão deste trabalho [62].

Ao leitor, tais correspondências, incluindo os trechos analisados e os gráficos manuscritos enviados por Hull, encontram-se integralmente disponibilizadas no [Anexo A](#) e [Anexo B](#) deste trabalho, com o intuito de preservar a integridade documental e oferecer suporte à análise desenvolvida ao longo da pesquisa.

4.0.4 Resultado complementar: narrativa histórica e científica de Mr. Hull

Apesar de hoje emprestar seu nome a uma das principais avenidas de Fortaleza - CE, Av. Mister Hull, sua contribuição científica ainda permanece pouco reconhecida nos locais acadêmicos formais. Seu trabalho como astrônomo, bem como sua atuação no Ceará, estado que o próprio passou a considerar como lar. Nesse sentido, a análise documental e histórica conduzida ao longo deste trabalho, buscou resgatar essa trajetória esquecida, valorizando sua inserção no cenário científico nacional.

Com essa proposta, o percurso assumido por este trabalho levou à consolidação da ideia de desenvolver um material didático complementar, com o intuito de transformá-lo em instrumento de divulgação científica. Essa decisão representou o marco zero de um segundo resultado, voltado à preservação da memória e a valorização da contribuição de Mr. Hull para a história da astronomia no Ceará.

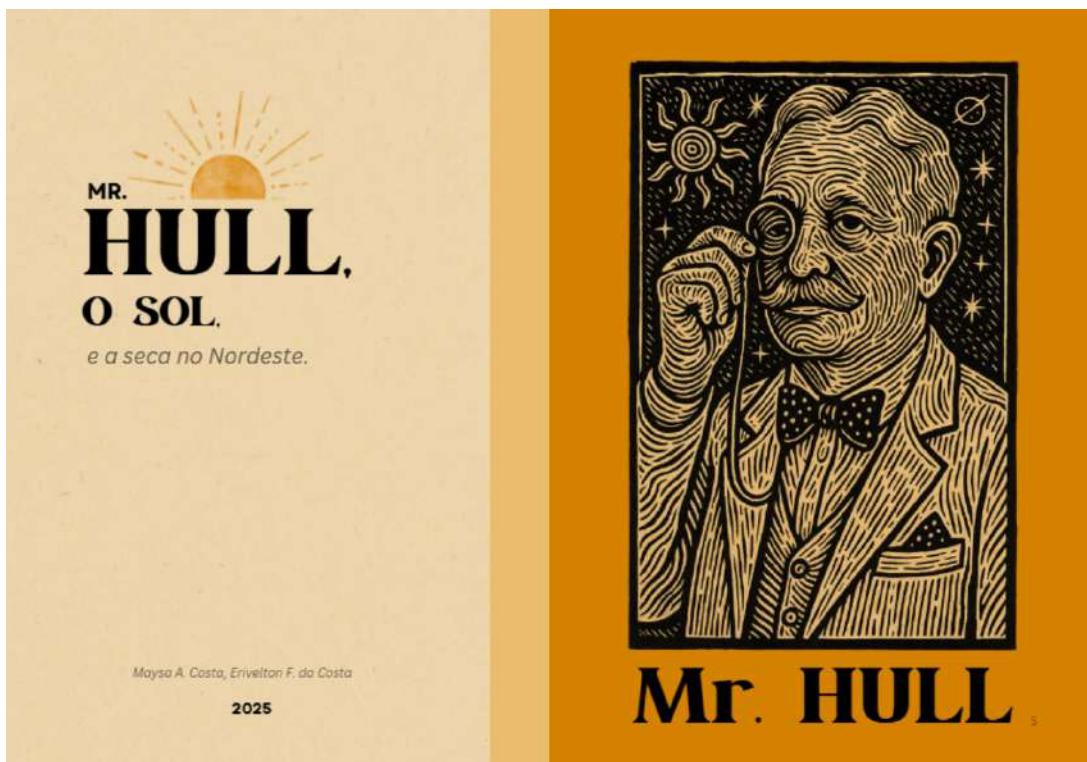
O material proposto como produto educacional consistiu na elaboração de um e-book que apresenta em formato narrativo, a trajetória de aventura de Francis Reginald Hull e suas contribuições ao longo do tempo. A estrutura do texto foi inspirada na linguagem popular do cordel, combinando versos rimados com uma narrativa acessível. Para reforçar o vínculo com a cultura nordestina, cenário onde Hull atuou, as ilustrações que compõem o e-book foram elaboradas com estética de xilogravura, produzidas por meio de inteligência artificial.

Essa escolha não foi apenas estilística, mas estratégica: buscou-se criar um ambiente visual acolhedor, capaz de dialogar com o leitor desde a primeira página. As cores, a composição e a abordagem textual foram pensadas para que aqueles que entram em contato com a figura de Mr. Hull pela primeira vez se sintam convidados a conhecê-lo

não apenas como personagem histórico, mas como agente ativo da ciência em contextos locais. Trata-se, portanto, de um material que une arte, ciência e memória, com potencial de aplicação em contextos educacionais formais e não formais.

A capa do e-book, que reflete a proposta estética e temática do material, pode ser visualizada na (Fig. 29). O e-book completo encontra-se disponível no Apêndice A desta monografia.

Figura 29 – Mr. Hull, o Sol e a seca no nordeste.



Fonte: Autor.

5 Conclusão

A tentativa de construir uma argumentação que conversasse diretamente com o leitor não foi um mero acaso, mas uma escolha consciente deste trabalho. A busca pelo resgate histórico dos nomes aqui mencionados, muitas vezes apagados pela invisibilidade ao longo da história, foi conduzida com cautela e com a consciência da responsabilidade que envolve revisitar tais narrativas.

Portanto, optou-se por adotar uma argumentação próxima ao leitor como estratégia de aproximação, buscando tornar menos abstratas as trajetórias e hipóteses aqui analisadas. Com base na análise realizada a partir do capítulo publicado por Hull no *Almanaque do Ceará*, passa-se agora às principais conclusões extraídas desse material. A elaboração do diagrama que buscou identificar um possível período de retorno de 11 anos, ou múltiplos de 11, a partir dos anos iniciais das secas, consistiu em uma tentativa de contribuir visualmente com a hipótese discutida ao longo deste trabalho.

Contudo, ressalta-se que tal implementação não pretende representar o método original utilizado por Hull, tampouco se apresenta como o único caminho possível para essa análise. Trata-se antes de uma proposta complementar, orientada pelo intuito de ampliar a compreensão sobre os padrões temporais sugeridos pelo autor.

A partir de sua hipótese, a análise e reflexão desenvolvidas em torno da proposta de correlação entre a atividade solar e os períodos de seca no Nordeste de forma positiva. Contudo, considera-se que a interpretação recomendada ao leitor deve partir de uma visão contemporânea, fixada nos conhecimentos disponíveis da atualidade, muitos dos quais não estavam ao alcance de Mr. Hull em sua época.

As pesquisas mais recentes não invalidam as observações feitas por Hull, em vez de contrariar sua hipótese, os estudos contemporâneos a complementam, nos quais outros fatores também interagem e influenciam os fenômenos climáticos.

Torna-se necessário mencionar o descaso enfrentado por Julian Hull ao tentar dar continuidade ao trabalho de seu pai. Mesmo com uma hipótese fundamentada, seu esforço foi recebido com ceticismo.

Baseado nessa narrativa, Julian relata ter sido ameaçado de punição pelo então superintendente administrativo da Funceme, general Abimael Clementino da Costa. Segundo seu depoimento, a tensão se agravou após ele afirmar publicamente que o ano de 1976

seria marcado por uma estiagem. No dia 31 de dezembro daquele ano, o general chegou a acusá-lo de ter causado um prejuízo de seis bilhões de cruzeiros ao Estado, atribuindo a previsão climática como fator gerador do dano.

A justificativa apresentada foi de que sua entrevista teria causado incômodo institucional, sob a alegação de que as “sementes estavam estocadas” por conta de suas declarações. No entanto, Julian contesta essa interpretação, argumentando que suas palavras foram desvirtuadas e que a verdadeira preocupação deveria estar voltada na realidade para as consequências da seca, e não para silenciar um depoimento que a seu ver, apenas expressava uma crítica legítima à gestão pública diante da seca.

Diante disso, retomar o depoimento de Julian Hull mostrou-se essencial para compreender que o trabalho de seu pai, mais do que uma hipótese científica, representava um alerta. As observações de Mr. Hull não tratavam apenas de ciclos solares, mas de consequências sociais concretas, como as consequências causadas pelas estiagens, perda de safras e a fome. Como afirmou seu filho, com clareza e convicção: “se o ano é de estiagem, então o governo devia olhar é para isso”, reafirmando a urgência de políticas públicas baseadas em ciência e prevenção.

Referências

- [1] CATANEO, D. M.; MARQUES, I. de A. Arquimedes: O contador de areia. *Sitientibus Série Ciências Físicas*, v. 18, p. 1–14, 2022. Citado na página 11.
- [2] STEINER, J. E. A origem do universo. *Estudos avançados*, SciELO Brasil, v. 20, p. 231–248, 2006. Citado na página 11.
- [3] REEVES, E.; HELDEN, A. V.; MILLER, D. M. On sunspots: Galileo galilei and christoph scheiner. *Aestimatio: Sources and Studies in the History of Science*, v. 9, p. 97–102, 2012. Citado na página 11.
- [4] PENEREIRO, J. C. Galileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 26, n. 1, p. 173–198, 2009. Citado na página 11.
- [5] ALMEIDA, M. A. R. d. Redes neurais aplicadas à previsão de manchas solares. *Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Astronomia)-Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*, 2001. Citado na página 11.
- [6] ECHER, E. et al. O número de manchas solares, índice da atividade do sol. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 25, p. 157–163, 2003. Citado na página 11.
- [7] WOODS PETER PILEWSKIE, E. R. T. *Simpósio Sun – Climate 2023*. 2024. Acessado em 28 de Julho, 2024. Disponível em: <<https://science.nasa.gov/science-research/earth-science/summary-of-the-2023-sun-climate-symposium/>>. Citado na página 12.
- [8] ALCOFORADO, M. J. *Variações climáticas no passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715)*. [S.l.]: Territorium, 1999. Citado na página 12.
- [9] GÓMEZ, J. R. et al. A irradiação solar: conceitos básicos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 40, n. 3, p. e3312, 2018. Citado na página 12.
- [10] GARCIA, F. *Francis Reginald Hull- Mr. Hull*. 2011. Disponível em: <<http://www.fortalezaemfotos.com.br/2011/01/francis-reginald-hull-mister-hull.html>>. Acesso em: 15 de setembro 2024. Citado na página 12.
- [11] CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. d. C. Secas no nordeste do brasil: origens, causas e soluções. Inter-American Dialogue on Water Management, 2001. Citado na página 12.
- [12] FROTA, L. S. de Aragão e. *Entrevista com o Geógrafo Julian Ferreira Lima Hull, filho de Francis Reginaldo*. 1976. Disponível em: <<https://nehscfortaleza.com.br/2020/05/17/intervista-com-o-geografo-julian-ferreira-lima-hull-filho-de-francis-reginaldo/>>. Acesso em: 15 de setembro 2024. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 40.
- [13] CECATTO, J. R. O sol. *Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica*, v. 9, 2006. Citado na página 14.

- [14] COSTA, F. S. M.; ESTRELAS, U. E. I. S. A. Campus campina grande centro de ciências e tecnologia curso de licenciatura em física. s.d. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 16.
- [15] PENEREIRO, J. C. Galileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 26, n. 1, p. 173–198, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 18.
- [16] ROMA, G. M. *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*. 2015. Disponível em: <<https://www.loc.gov/resource/rbc0001.2013rosen1340/?st=gallery>>. Citado na página 14.
- [17] PICAZZIO, E. O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes. 2011. Citado 8 vezes nas páginas 15, 16, 17, 18, 19, 22, 24 e 29.
- [18] ASTRONOMOO, O. U. e. T. a. S. F. *Anã amarela*. 2013. Dispñivel em: <<https://astronoo.com/pt/noticias/ana-amarela.html>>. Acesso em: 10-11-2024. Citado na página 15.
- [19] UZÊDA, D. D. *Tópicos em Mecânica Clássica*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Citado na página 15.
- [20] ALMEIDA, P.; GREGORIO-HETEM, J. Aspectos do sol observados em diferentes faixas espectrais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 44, p. e202100405, 2021. Citado na página 17.
- [21] SILVA, A. V. R. da. *Nossa Estrela o Sol*. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2006. v. 7. Citado na página 18.
- [22] FILHO, K. de S. O.; SARAIVA, M. d. F. O. Astronomia e astrofísica. *Rio Grande do Sul: Livraria da Física*, 2004. Citado na página 18.
- [23] ZABOT, A. Tema 09: O sol. 2018. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- [24] SILVA, C. D. C.; BINOTI, V. H. N.; DILEM, B. B. Estrelas: propriedades e ciclo de vida. *Cadernos de Astronomia*, v. 4, n. 1, p. 143–155, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- [25] TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. *Física Moderna, 3^a edição*. [S.l.]: Editora LTC, Rio de janeiro–RJ, 2001. Citado na página 21.
- [26] (NSO), O. O. S. N. *Laços Coronais*. Disponível em: <<https://nso.edu/for-public/sun-science/coronal-loops/>>. Citado na página 22.
- [27] GUTIÉRREZ, S. R.; REVILLA, D. et al. Observación sistemática del sol en luz blanca. *Revista de ciencias*, n. 5, p. 19–29, 2015. Citado na página 23.
- [28] WILLIS, D. M.; STEPHENSON, F. R. Solar and auroral evidence for an intense recurrent geomagnetic storm during december in ad 1128. In: COPERNICUS PUBLICATIONS GÖTTINGEN, GERMANY. *Annales Geophysicae*. [S.l.], 2001. v. 19, n. 3, p. 289–302. Citado na página 23.

- [29] BLYTH, J. *The Illustrations of John of Worcester's Chronicle of England (CCC MS 157)*. Disponível em: <<https://www.ccc.ox.ac.uk/illustrations-john-worcesters-chronicle-england-ccc-ms-157>>. Citado na página 23.
- [30] VALIO, A. Sob a influência do sol: como o clima espacial afeta nosso planeta. *Cadernos de Astronomia*, v. 5, n. 2, p. 30–45, 2024. Citado 4 vezes nas páginas 23, 24, 26 e 27.
- [31] SCHWABE, S. H. *Sonnenbeobachtungen im Jahre 1843. Von Herrn Hofrat Schwabe em Dessau*. Disponível em: <<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1844AN.....21..233S/abstract>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- [32] ECHER, E. et al. O número de manchas solares, índice da atividade do sol. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 25, p. 157–163, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- [33] HATHAWAY, D. H. *The Sunspot Cycle*. Disponível em: <<https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- [34] MENDOZA, B. Solar irradiance during the maulder minimum. *Geofísica Internacional*, v. 35, n. 2, p. 161–167, 1996. Citado na página 26.
- [35] BERTOLLOTTO, T. de O.; NARDIN, C. M. D.; CHAGAS, L. C. A. R. Estudo da eletrodinâmica da região e ionosférica baseado em dados de sondadores digitais e modelagem numérica para aplicação no monitoramento e previsão do clima espacial. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - IMPA*, 2016. Citado na página 26.
- [36] MOLINA, E. C. *A ATIVIDADE SOLAR E SUAS IMPLICAÇÕES NA TERRA*. s.d. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/~eder/3_idade_1_2015/AULA5_Atividade_solar_3idade_2015.pdf>. Citado na página 27.
- [37] ANSOR, N. et al. Solar activity-climate relations during solar cycle 24. In: IOP PUBLISHING. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. [S.l.], 2023. v. 1151, n. 1, p. 012022. Citado 4 vezes nas páginas 28, 29, 51 e 52.
- [38] SCHMUTZ, W. K. Changes in the total solar irradiance and climatic effects. *Journal of Space Weather and Space Climate*, EDP Sciences, v. 11, p. 40, 2021. Citado na página 28.
- [39] XIMENES, E. E.; ALMEIDA, M. M. S. *Variações gráficas em um documento do século XVII*. [S.l.]: Revista da ABRALIN, 2017. Citado na página 29.
- [40] AZEVEDO, R. de. *Astronomia no Ceará - Edição comemorativa do primeiro centenário do Instituto do Ceará*. s.d. Disponível em: <<https://www.institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/1987TE/1987TE-AstronomianoCeara.pdf>>. Acesso em: Acessado em 03-01-2025. Citado 9 vezes nas páginas 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38 e 39.
- [41] CAVALCANTE, F. H. B. Ciência brasileira em ação: natureza e história nas investigações da comissão científica de exploração (1859–1861). *Cadernos de História da Ciência*, v. 9, n. 2, p. 11–41, 2013. Citado na página 30.

- [42] MATSUURA, O. T. *O observatório no telhado*. [S.l.]: Companhia Editora de Pernambuco (CEPE), 2017. Acesso em: Acessado em 03-01-2025. Citado na página 30.
- [43] SOARES, I. de M.; SILVA, Í. B. M. da. Cultura, política e identidades: Ceará em perspectiva. p. 525—546, 2017. Citado na página 30.
- [44] SANTOS, P. C. d. O ceará investigado: a comissão científica de 1859. 2011. Citado na página 31.
- [45] MEIS, L. D. *Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico: Leopoldo de Meis*. [S.l.]: Senac, 2019. Citado na página 31.
- [46] BBC. *Fotos raras de arquivo inglês mostram cara do Brasil em 1893*. 2014. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/videos_e_fotos/2014/09/140924_galeria_itamaraty_hb>. Acesso em: 10-01-2025. Citado na página 31.
- [47] BBC. *Fotos raras de arquivo inglês mostram cara do Brasil em 1893*. 2014. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/videos_e_fotos/2014/09/140924_galeria_itamaraty_hb>. Acesso em: 07-01-2025. Citado na página 31.
- [48] CÉSAR, H. L.; POMPEIA, P. J.; STUDART, N. A deflexão gravitacional da luz: De newton a einstein. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 41, p. e20190238, 2019. Citado na página 32.
- [49] TONIATO, J. D. De newton a einstein: a geometrização da gravitação. *Cadernos de Astronomia*, v. 1, n. 1, p. 17–29, 2020. Citado na página 32.
- [50] CRISPINO, L. C. B. Expedição do observatório real de greenwich para sobral em 1919-anotações tomadas pela comissão britânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 41, p. e20190202, 2019. Citado na página 32.
- [51] OLIVEIRA, L. N. d. et al. Quando a luz se curvou.[depoimento a marcos pivotta e rodrigo de oliveira andrade]. *Pesquisa FAPESP*, n. 278, p. 19–23, 2019. Citado na página 33.
- [52] MATSUURA, O. T. O eclipse de sobral e a deflexão gravitacional da luz predita por einstein. *Khronos*, n. 7, p. 59–59, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- [53] MICHELIS, D. *Definição da palavra celóstato*. 2025. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/celostato/>>. Acesso em: 09-01-2025. Citado na página 33.
- [54] NOVAES, M.; STUDART, N. Eddington e o encurvamento gravitacional da luz—com a tradução de weighting light do seu clássico livro space, time and gravitation. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 41, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- [55] BARBOZA, C. H. *O eclipse em Sobral e os desafios da Astronomia no Brasil em 1919*. 2025. Disponível em: <https://www.sbhc.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=1073>. Acesso em: 10-01-2025. Citado na página 33.
- [56] MAST, M. de Astronomia e C. A. *O eclipse solar de 1919*. 2019. Disponível em: <<https://www.mast.br/sobral/index.html>>. Acesso em: 09-01-2025. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.

- [57] MICHELIS, D. *Definição da palavra selenologia*. 2025. Dispónivel em: <<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=selenologia>>. Acesso em: 15-01-2025. Citado na página 34.
- [58] UFC, S. d. C. *Astronomia no Ceará* . 2021. Dispónivel em: <<https://seara.ufc.br/pt/producoes/nossas-atividades/astronomia/astronomia-do-ceara/>>. Acesso em: 10-01-2025. Citado na página 34.
- [59] DUMONT, G. de M. *O mundo da Lua*. [S.l.]: Patos de Minas, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- [60] AZEVEDO, P. do Planetário Rubens de. *Planetário*. 2025. Dispónivel em: <<https://www.planetariorubensdeazevedo.com.br/>>. Acesso em: 10-01-2025. Citado na página 35.
- [61] AZEVEDO, R. de. *Astronomia no Ceará*. 1986. Dispónivel em: <<https://www.institutodoceara.org.br/>>. Acesso em: 10-01-2025. Citado na página 36.
- [62] FROTA, L. S. de Aragão e. Entrevista com o geógrafo julian ferreira lima hull, filho de francis reginaldo. *NÚCLEO DE ESTUDOS DE HISTÓRIA SOCIAL DA CIDADE – NEHSC*, 1976. Citado 7 vezes nas páginas 37, 38, 40, 41, 54, 56 e 58.
- [63] FOTOS, F. em. *Francis Reginald Hull*. 2011. Dispónivel em: <<http://www.fortalezaemfotos.com.br/2011/01/francis-reginald-hull-mister-hull.html>>. Acesso em: 17-01-2025. Citado na página 37.
- [64] DIGITAL, B. N. *Memória / A abertura da primeira ferrovia paulista, a São Paulo Railway*. 2021. Dispónivel em: <<https://bndigital.bn.gov.br/artigos/memoria-a-abertura-da-primeira-ferrovia-paulista-a-sao-paulo-railway/>>. Acesso em: 13-01-2025. Citado na página 37.
- [65] PONTES, K. V. O binômio porto-ferrovia: o ecoamento da produção cacaueira no sul da bahia (1920-1947). 2018. Citado na página 38.
- [66] MICHELIS, D. *Definição da palavra estiagem*. 2025. Dispónivel em: <<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=estiagem>>. Acesso em: 15-01-2025. Citado na página 38.
- [67] MICHELIS, D. *Definição da palavra pluviometria*. 2025. Dispónivel em: <<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=pluviometria>>. Acesso em: 15-01-2025. Citado na página 38.
- [68] NUNES, L. F. C. V. Análise histórica da severidade de secas no ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. *Revista de gestão de água da América Latina*, v. 17, n. 2020, 2020. Citado na página 38.
- [69] RUAS de Fortaleza - Mudanças (Rua Almirante Jaceguai - Descida da Prainha). 2010. Dispónivel em: <<http://www.fortalezanobre.com.br/search?q=casa+do+mr.+hull>>. Acesso em: 09-07-2025. Citado na página 39.
- [70] HULL, F. R. frequência das secas no estado do ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas. Almanaque do Ceará, p. 47–52, 1942. Citado 7 vezes nas páginas 40, 47, 48, 50, 51, 70 e 71.

- [71] MATEOS, S. I. J. *Charles Abbot, el primero en medir la temperatura del Sol y marcar su influencia sobre la Tierra*. 2020. Disponível em: <<https://alef.mx/charles-abbot-el-primero-en-medir-la-temperatura-del-sol-y-marcar-su-influencia-sobre-la-tierra/>>. Acesso em: 17-01-2025. Citado na página 41.
- [72] ABBOT, C. G. Solar variation and weather; a summary of the evidence, completely illustrated and documented. *Smithsonian miscellaneous collections*, 1963. Citado na página 41.
- [73] UNESP, B. Tipos de revisão de literatura.[s. l.]. *Faculdade de Ciências Agronômicas*, 2015. Citado na página 42.
- [74] BRANDÃO, Z.; BAETA, A. M. B.; ROCHA, A. D. C. D. Evasão e repetência no brasil: a escola em questão. 1983. Citado na página 42.
- [75] FERREIRA, N. S. d. A. As pesquisas denominadas "estado da arte". *Educação & sociedade*, SciELO Brasil, v. 23, p. 257–272, 2002. Citado na página 42.
- [76] SMITHSONIAN Institution Archives. 2025. Disponível em: <<https://siarchives.si.edu/>>. Acesso em: 13-03-2025. Citado na página 43.
- [77] GIRÂO, R. *EVOLUÇÃO HISTÓRICA CEARENSE*. [S.l.]: Escritórios Técnicos de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE Fortaleza, 1986. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 46.
- [78] TOMAS Pompeu de Sousa Brasil. 2025. Disponível em: <<https://www.institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/1986/1986-TomasPompeudeSousaBrasil.pdf>>. Acesso em: 14-05-2025. Citado na página 45.
- [79] RODOLFO MARCOS TEÓFILO. 2025. Disponível em: <https://www.institutodoceara.org.br/socio/rodolfo-marcos-teofilo/?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 01-07-2025. Citado na página 46.
- [80] THOMAZ POMPEU DE SOUSA BRASIL. 2025. Disponível em: <<https://www.institutodoceara.org.br/socio/thomaz-pompeu-de-sousa-brasil/>>. Acesso em: 14-05-2025. Citado na página 47.
- [81] GUILHERME STUDART (BARÃO DE STUDART). 2025. Disponível em: <<https://www.institutodoceara.org.br/socio/guilherme-studart-barao-de-studart/>>. Acesso em: 14-05-2025. Citado na página 47.
- [82] SILVA, A. G. F. da; PAULINO, I. Monitoramento de nuvens sobre são joão do cariri. In: *Anais do Congresso de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Universidade Federal de Campina Grande*. [S.l.: s.n.], 2023. v. 20, n. 1. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 53.
- [83] HULL, F. R.; ABBOT, C. G. *Correspondências trocadas entre Francis R. Hull e Charles G. Abbot (1942–1944)*. 1944. Correspondência pessoal digitalizada. Documentos arquivados no Smithsonian Institution Archives. Digitalização incluídas no Anexo B desta monografia. Citado na página 56.

Anexos

Anexo A – Almanaque do Ceará (1942)

A seguir, apresenta-se o artigo original de Francis Reginald Hull, publicado no *Almanaque do Ceará de 1942*, já mencionado ao longo desta monografia. Este documento constitui uma das principais fontes primárias da pesquisa e representa a formalização escrita da hipótese solar desenvolvida por Hull, relacionando os ciclos das manchas solares com os períodos de seca no Nordeste. Sua inserção integral neste apêndice visa preservar o conteúdo histórico e científico do texto, permitindo ao leitor o acesso direto à narrativa.

Figura 30 – Almanaque do Ceará 1942, referente a p. 46 - 47 [70].

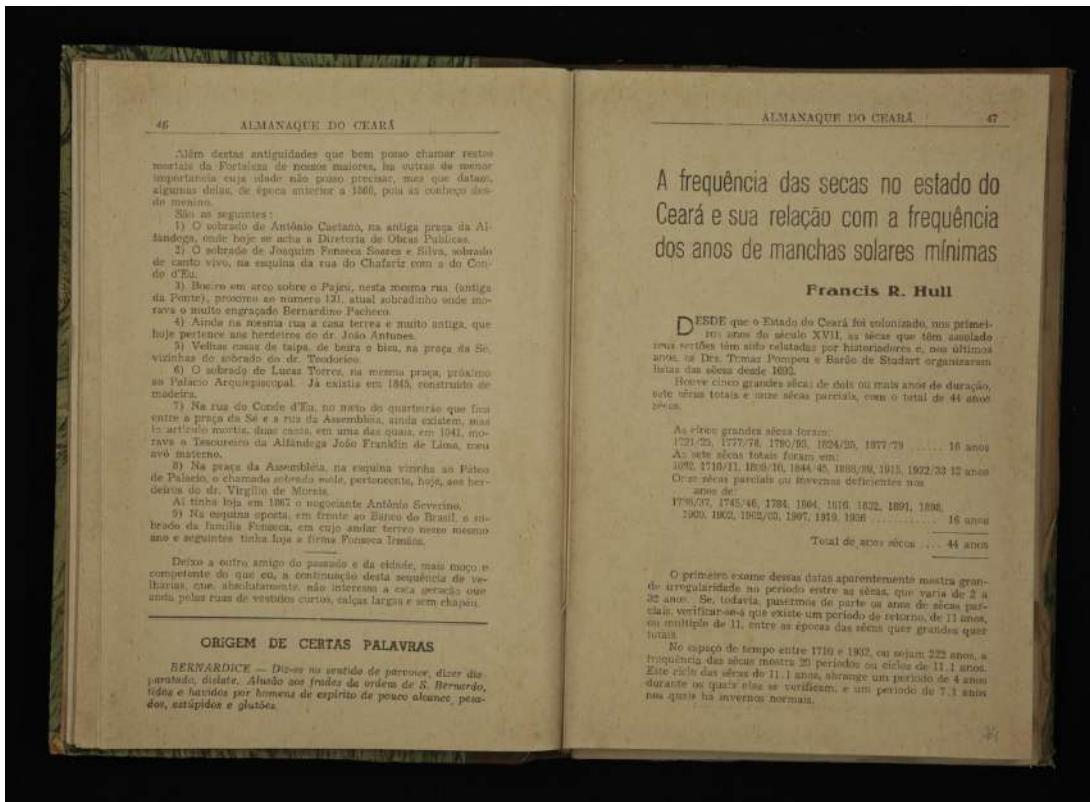


Figura 31 – Almanaque do Ceará 1942, referente a p. 48 - 49 [70].

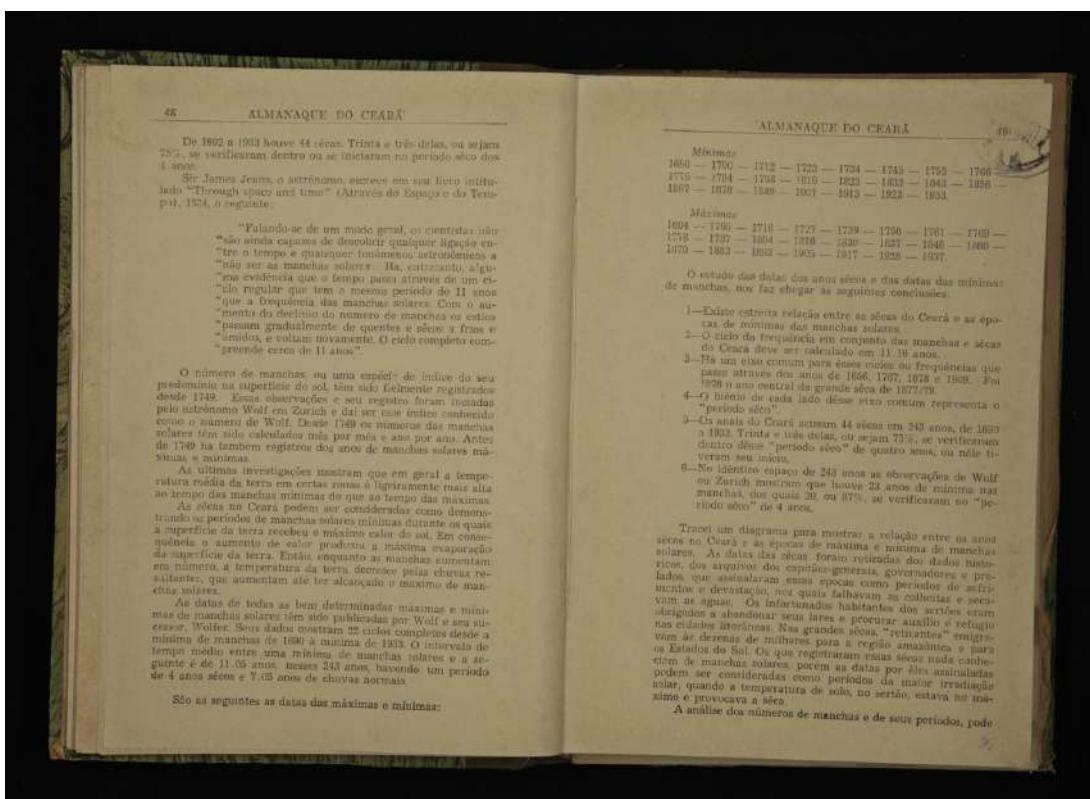
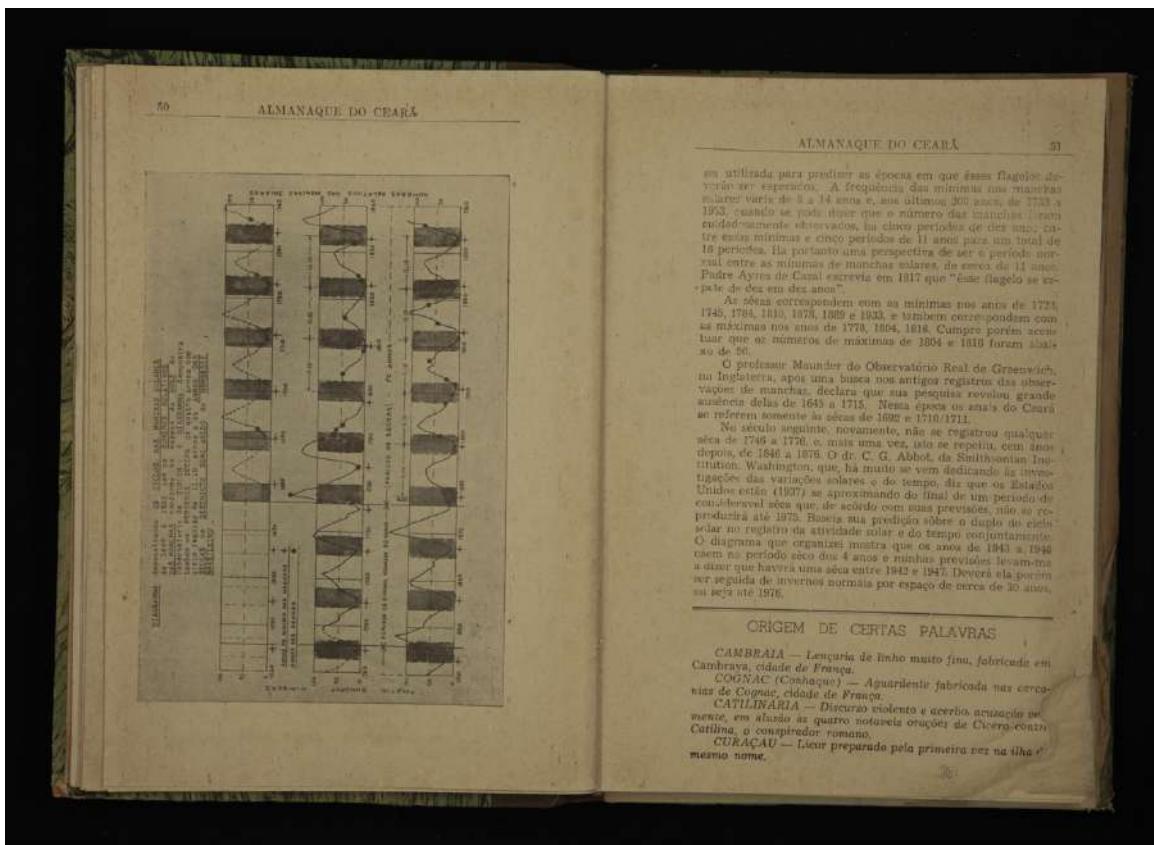


Figura 32 – Almanaque do Ceará 1942, referente a p. 50 - 51 [70].



Anexo B – Correspondências entre Hull e Abbot

As correspondências apresentadas a seguir, registram o intercâmbio entre Francis Reginald Hull e o astrofísico Charles G. Abbot. Esses documentos revelam a troca sistemática de informações sobre a atividade solar, em especial os números atualizados de manchas solares enviados por Abbot, com o objetivo de contribuir e complementar o trabalho desenvolvido por Hull. Além do diálogo, o material inclui gráficos elaborados manualmente por Hull, nos quais ele buscava representar visualmente as possíveis correlações entre os períodos de manchas solares mínimas e máximas com os períodos de seca no Ceará.

As cartas foram identificadas de acordo com a nomenclatura “Carta nº X”, atribuída com base na ordem sequencial das imagens digitalizadas, tendo como referência inicial a primeira página do conjunto. Assim, para fins de análise e citação neste trabalho, considera-se que a primeira imagem corresponde à *Carta nº 1*, estabelecendo-se, a partir dela, uma sequência lógica contínua. Tal sistematização visa facilitar a leitura e o acompanhamento dos trechos comentados no corpo do texto, diante da ausência de numeração original nas correspondências.

Abaixo, apresenta-se um índice com a relação entre o número atribuído a cada carta e a respectiva página deste trabalho:

- Carta nº 1 — Página 3 do Anexo B
- Carta nº 2 — Página 4 do Anexo B
- Carta nº 3 — Página 5 do Anexo B
- Carta nº 4 — Página 6 do Anexo B
- Carta nº 5 — Página 7 do Anexo B
- Carta nº 6 — Página 8 do Anexo B
- Carta nº 7 — Página 9 do Anexo B
- Carta nº 8 — Página 10 do Anexo B
- Carta nº 9 — Página 11 do Anexo B
- Carta nº 10 — Página 12 do Anexo B
- Carta nº 11 — Página 13 do Anexo B

- Carta nº 12 — Página 14 do Anexo B
- Carta nº 13 — Página 15 do Anexo B
- Carta nº 14 — Página 16 do Anexo B
- Carta nº 15 — Página 17 do Anexo B
- Carta nº 16 — Página 18 do Anexo B
- Carta nº 17 — Página 19 do Anexo B
- Carta nº 18 — Página 20 do Anexo B
- Carta nº 19 — Página 21 do Anexo B
- Carta nº 20 — Página 22 do Anexo B
- Carta nº 21 — Página 23 do Anexo B
- Carta nº 22 — Página 24 do Anexo B
- Carta nº 23 — Página 25 do Anexo B
- Carta nº 24 — Página 26 do Anexo B
- Carta nº 25 — Página 27 do Anexo B
- Carta nº 26 — Página 28 do Anexo B
- Carta nº 27 — Página 29 do Anexo B
- Carta nº 28 — Página 30 do Anexo B
- Carta nº 29 — Página 31 do Anexo B
- Carta nº 30 — Página 32 do Anexo B
- Carta nº 31 — Página 33 do Anexo B
- Carta nº 32 — Página 34 do Anexo B
- Carta nº 33 — Página 35 do Anexo B
- Carta nº 34 — Página 36 do Anexo B
- Carta nº 35 — Página 37 do Anexo B
- Carta nº 36 — Página 38 do Anexo B

WND

Dr. Abbot

CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON

STATE,

District

GCA OCT 9 1944

DEPARTMENT OF TERRESTRIAL MAGNETISM

5241 BROAD BRANCH ROAD, N.W.
WASHINGTON 15, D.C. Zone 15

October 2, 1944 (No. D1)

Mr. F. R. Hull
British Vice-Consul
Fortaleza (Ceará), Brazil

Dear Sir:

Your letter of September 14, 1944, addressed to Dr. C. G. Abbot, has been referred to this Department for reply. In accordance with your request we take pleasure in sending you herewith the final relative sunspot-numbers for 1943 and the provisional sunspot relative numbers for January - July, 1944.

Very truly yours,

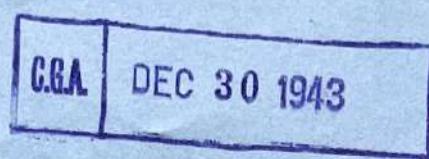
Jno. A. Fleming, Director

WND

F. R. Hull
BRITISH VICE-CONSUL

Dr. Abbot,
Secretary
Carnegie Institution,
Washington, D. C. A.

HULL, F.H.



**BRITISH VICE-CONSULATE,
Fortaleza, Ceará.**

13th. December 1943.
SMITHSONIAN INSTITUTION
SECRETARY'S OFFICE
RECEIVED

DEC 28 1943

REF'D TO

Indexed

Dear Mr. Abbot,

In your letter dated January 27th. 1943
you were kind enough to send me the provisional sunspot
numbers from March through September 1942.

I shall be glad if you can now supply
me with later numbers.

The drought in North-East Brazil still
continues and the third year is now ending. The average
yearly coastal rainfall at Fortaleza is 55.83 inches,
and this coastal rainfall has been for the past three
years:

1941	30.40	inches
1942	28.29	"
1943 January to November	37.28	"

The average annual rainfall in the interior
of the State of Ceará is from 20 to 25 inches.

Can you please reply by air mail.
With my thanks and kind regards,

Yours sincerely,

F. R. Hull
BRITISH VICE-CONSUL

Dr. C. G. Abbot,
Secretary
Smithsonian Institution,
Washington, U. S. A.

(25)

January 8, 1944.

Dear Mr. Hull:

Relying to your request of December 13, I give below the available provisional sunspot numbers from September 1942.

1942 - Oct.	19.0
Nov.	32.2
Dec.	22.9

1943 - Jan.	12.5
Feb.	29.9
Mar.	26.9
Apr.	26.2
May	13.8
June	7.3
July	12.7
Aug.	19.4
Sept.	10.2

Very truly yours,

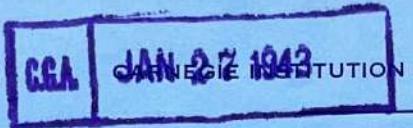
C.G. Abbott

Secretary.

Mr. F. R. Hull,
British Vice-Consul,
Fortaleza, Ceara,
Brazil.

Indicates

WND



DEPARTMENT OF TERRESTRIAL MAGNETISM FILE, HULL, F.R.

SMITHSONIAN INSTITUTION
SECRETARY'S OFFICE
RECEIVED

JAN 27 1943

WASHINGTON, D. C.
REPD TO

Indexing

MAIL ADDRESS:
DIRECTOR, DEPARTMENT OF TERRESTRIAL MAGNETISM
5241 BROAD BRANCH ROAD, N. W.
WASHINGTON, D. C., U. S. A.

Cable Address: Magnetism, Washington

January 26, 1943 (No. D1)

Dr. C. G. Abbot, Secretary
Smithsonian Institution
Washington, D. C.

Dear Dr. Abbot:

With reference to your letter of January 25, we regret to advise that we have not received any of the provisional sunspot relative numbers from Switzerland since September 1942. As soon as any later numbers are received we shall be glad to send you a copy.

With kind regards,

Sincerely yours,

Jno. A. Fleming, Director

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "John A. Fleming".

HULL, F. R.

Dept. Terrestrial Magnetism
File: Hull, F.R.

January 25, 1943.

Dear Dr. Fleming:

A correspondent in Brazil has requested, from time to time, the monthly provisional sunspot numbers. We have just received such a request but find we do not have in our files the sheets of "Provisional sunspot relative numbers" (which you have been sending us) after September 1942. If available, would you send me the provisional sunspot numbers from October 1942 to as late a date as you have them?

Very truly yours,
C. G. ABBOT

Secretary.

Dr. John A. Fleming, Director,
Department of Terrestrial Magnetism,
5241 Broad Branch Road,
Washington, D.C.

Indexed

HULL, F. R.

BRITISH VICE-CONSULATE



Dear Dr. Abbot,

On the 6th April 1942 you were kind enough to give the provisional sunspot numbers up to the month of February 1942.

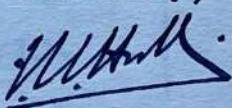
I shall be glad if you can now bring these sunspot numbers up to as late a date as possible.

In the State of Ceará, the drought still continues and is now in its third year. The coastal rains at Fortaleza have been as Table enclosed and the present indications of a probable rainy season are not favourable.

Can you please reply by Air Mail.

With kind regards,

Yours sincerely,



Dr. C. G. Abbot,
Secretary,
Smithsonian Institution,
Washington, U.S.A.

HULL, FRANK R.

BRITISH VICE-CONSULATE
CEARÁ

Coastal RAINFALL in MILLIMETRES at FORTALEZA, Ceará, BRASIL

Month	Normal Rains Average of 80 years	Year	Year	Year	Year
		1939-1940 Normal	1940-1941 Drought	1941-1942 Drought	1942-1943 Drought
July	55	45	27	16	5
August	29	15	23	20	15
September	16	36	31	2	-
October	13	25	-	6	19
November	13	31	-	5	-
December	38	4	28	28	25
Total of Half-year	164	156	109	77	69
January	80	139	8	28	-
February	179	117	114	60	-
March	297	311	198	190	-
April	341	315	256	233	-
May	237	247	72	124	-
June	120	169	48	17	-
Total of Half-year	1254	1298	696	652	-
Total for Mr. YEAR. Hull, British Vice Consul, Ceará, Brasil.	1418	1454	805	729	-



FRANK R.
HULL
BRITISH VICE-CONSUL

January 27, 1943.

Dear Mr. Hull:

Relying to your letter of January 15, I give below the provisional sunspot numbers from March through September, 1942, which is as far as our files go. I asked the Department of Terrestrial Magnetism for later data, but they replied that no provisional sunspot numbers have been received from Switzerland since those of September.

When later numbers are received we will be glad to send them to you.

Very truly yours,

C. G. ABBOT
Secretary.

Mr. F. R. Hull,
British Vice Consul,
Ceara, Brazil.

1942	
March	54.0
April	61.9
May	24.8
June	11.3
July	17.8
August	20.1
September	16.6

Indenred

BRITISH VICE-CONSULATE
CEARÁ

14th. March, 1942.

Dr. C. G. Abbot,
Secretary,
Smithsonian Institution,
WASHINGTON, U.S.A.

Dear Dr. Abbot,

I take this opportunity of sending you a diagram which I have drawn recently showing the Sunspot Minima years, a section of the Sunspot Numbers from 1730 to 1940, and on the section are shown the Drought Years in North East Brazil.

I have shown a Drought Cycle of 11.1 years which corresponds to the Sunspot Minima Cycle of 11.1 years, and the Drought Periods are calculated from the central year of the great drought of 1879. In each century there appears to be a period of 30 years of Normal Rains and 70 years of Droughts.

From 1772.5 to 1805.5 the Sunspot Cycles show great irregularity and in this period of 33 years there were great earthquakes and volcanic eruptions in the north of South America and in East Asia, as dates below :-

- | | | |
|------|---|-------------------------------------|
| 1772 | - | Java, eruption of Mt. Papandayang |
| 1778 | - | Venezuela, earthquakes at Caracas |
| 1783 | - | Japan, eruption of Mt. Asama |
| 1797 | - | Venezuela, earthquakes at Cumana |
| 1797 | - | W. Indies, earthquake at Guadeloupe |
| 1802 | - | Venezuela, earthquake at Caracas |

From Zurich I have obtained approximate Sunspot Maxima and Minima Years since 1600.

With my kind regards,

Yours sincerely,

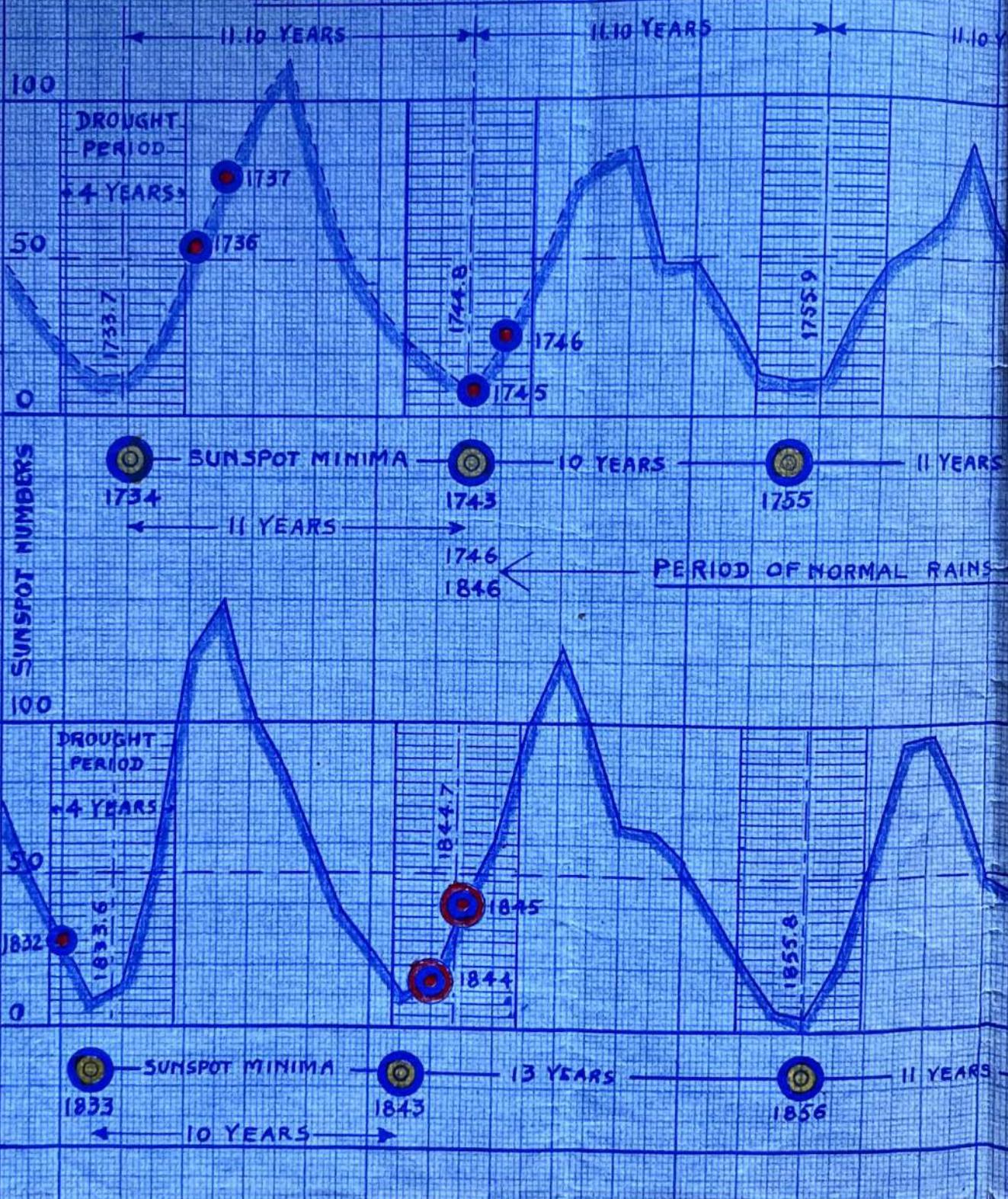


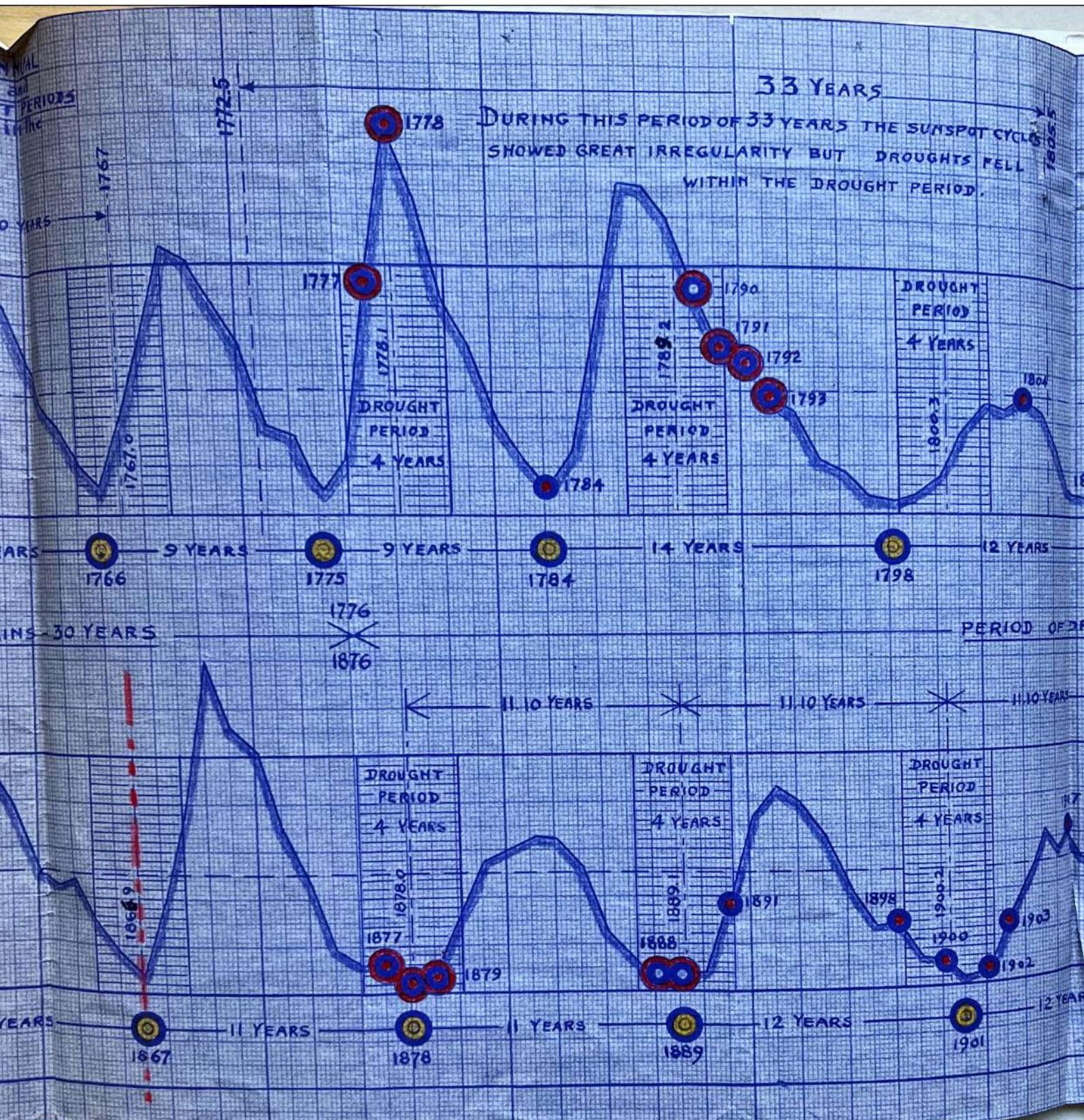
F. R. HULL

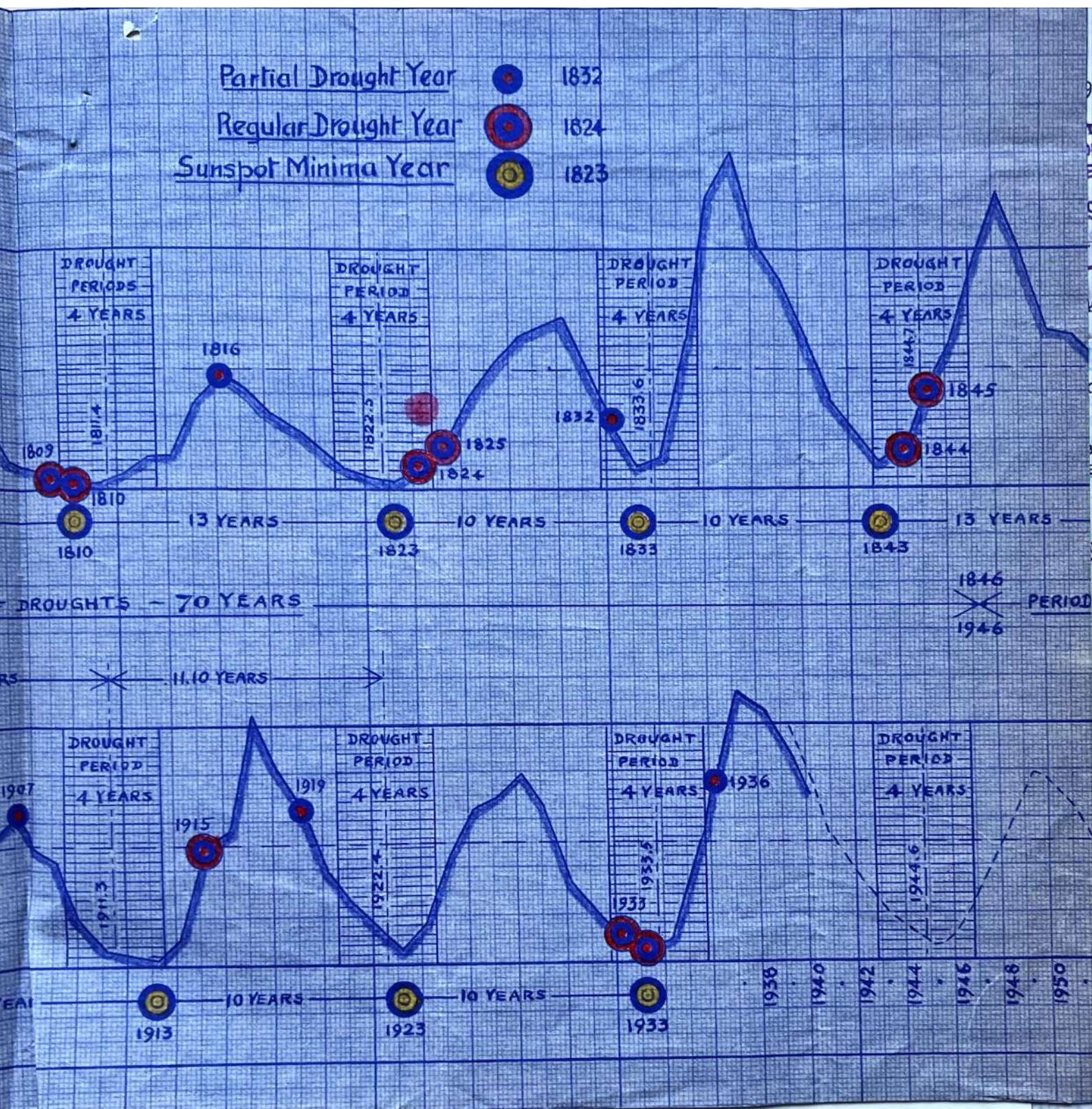
1730

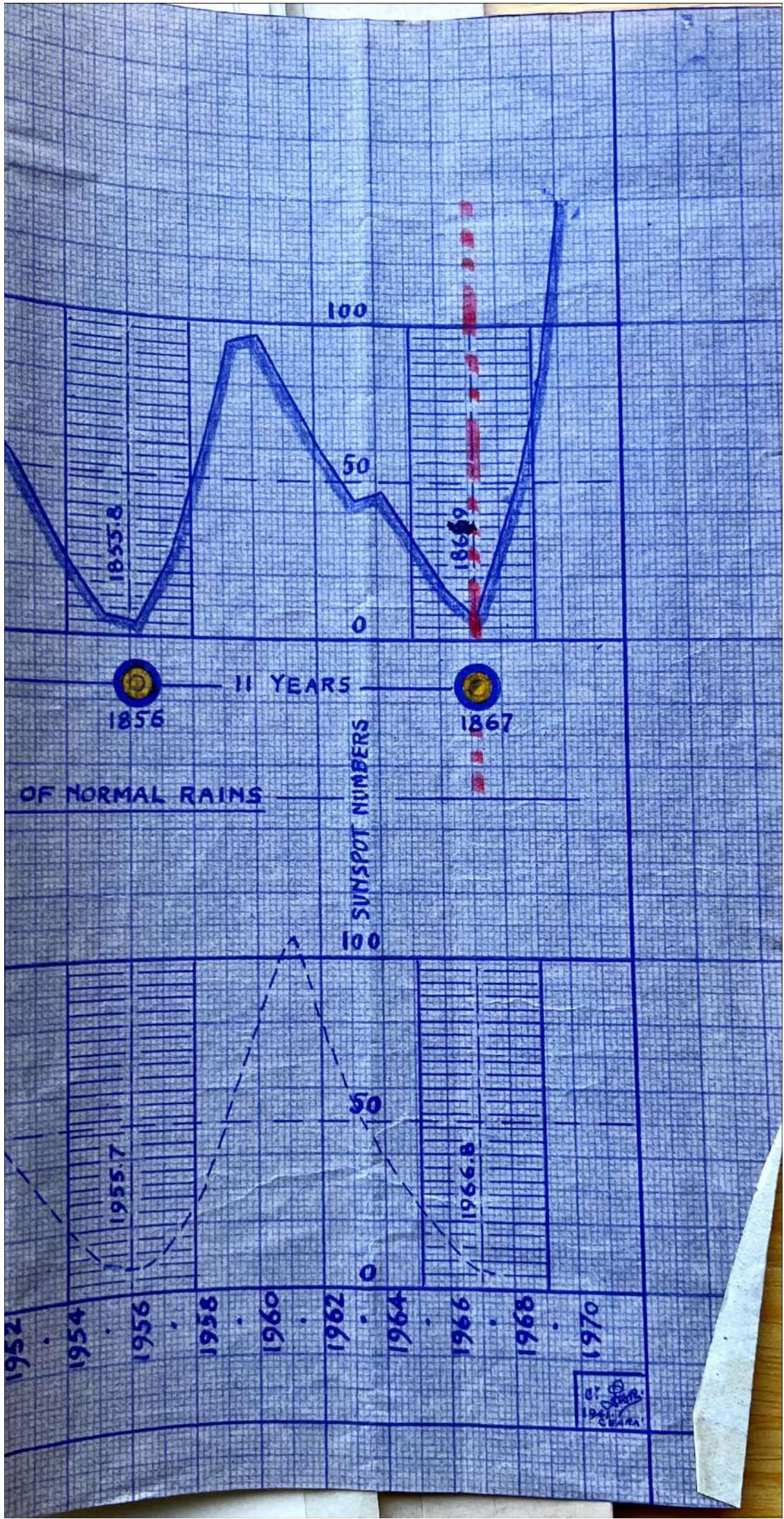
DIAGRAM showing SUNSPOT CYCLES from 1730 to 1940, the MEAN ANNUAL SUNSPOT NUMBERS being taken from the Tables of WOLF and WOLFFER of Zurich. The diagram also shows the 4-year DROUGHT PERIODS with a regular cycle of 11.10 years and the DROUGHT YEARS in the Semi-Arid District of NORTH-EAST BRAZIL.

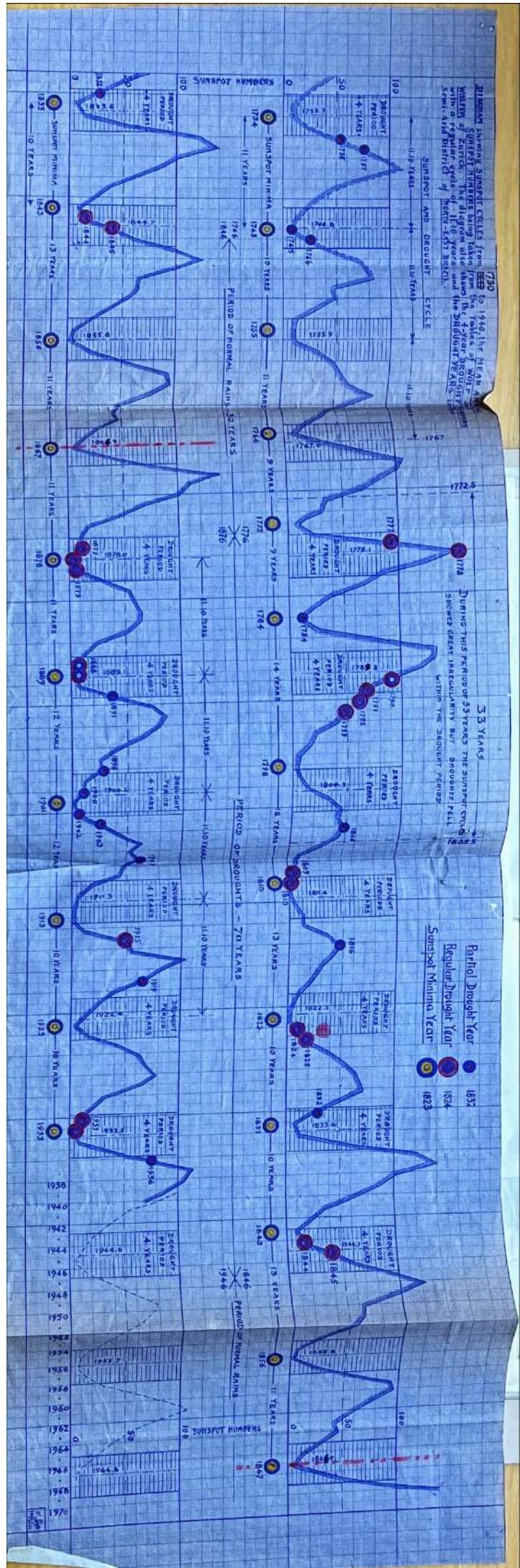
SUNSPOT AND DROUGHT CYCLE











April 6, 1942.

Dear Colonel Hull;

Replying to your two letters of March 14, the provisional sunspot numbers from November 1940 are as follows:

	<u>1940</u>	<u>1941</u>	<u>1942</u>
January	—	44.0 524	32.8 41 2
February	—	43.9 470	51.9 46 9
March	—	46.9 397	45 1
April	—	33.9 429	40 8
May	—	29.9 650	34 0
June	—	59.8 514	27 2
July	—	66.9 53 6	18 1
August	—	60.2 59 6	
September	—	65.9 54 3	
October	—	45.2 47 7	
November	—	33.3 42 2	
December	70.3	33.9 39 4	
		47.0	

I note with interest the data which you were kind enough to send.

Very truly yours,

C. G. ABBOT
Secretary.

Indexed

Col. Frank R. Hull,
British Vice-Consul,
Ceara,
Brazil.

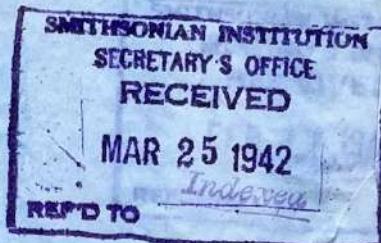
HULL, F. R.

BRITISH VICE-CONSULATE

CEARÁ

12th March, 1942.

Dr. C. G. Abbot,
Secretary,
Smithsonian Institution,
WASHINGTON, U.S.A.



Dear Dr. Abbot,

On the 1st. February 1941 you were kind enough to give me the monthly sunspot numbers from January 1938 to November 1940 (provisional numbers).

I shall be glad if you can now bring these sunspot numbers up to date as far as possible.

In the past year at Fortaleza, Ceará, we have had a partial drought, and rainfall figures in the interior of the State of Ceará have been low. The Fortaleza rainfall has daily been, in millimetres :-

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Rain	8	114	198	256	72	48	16	20	2	6	5	28	773
Mean 80 years	80	179	297	341	237	120	55	29	16	13	13	38	1418

1942 29 60 -

This month of March 1942 started with low rainfall and 16 m/m were registered up to the 8th. but on the night of the 10th. the fall was 50 m/m and the sky is overcast.

Mr. H. H. Clayton predicts a sunspot minima year in 1946 but my prediction made in 1938 was 1945 with a severe drought in North East Brazil between 1943 and 1946.

With my kind regards,

Yours sincerely,

F. R. HULL

Enclosure:- Rainfall at Fortaleza, Ceará
23-year Rain Cycle, 1918-1940

Rainfall at Fortaleza in 1940 to 1940.

C.G.A.

FEB 17 1941

HULL, F. R.

BRITISH VICE-CONSULATE
CEARÁ

Dr. C.G. Abbot,
Secretary,
Smithsonian Institution,
WASHINGTON, U.S.A.

Dear Dr. Abbot,

I thank you sincerely for your prompt reply to my telegram of January 31st. which I note was written on the 1st. February and reached me on the 6th. February.

Last month, January, the rainfall at Fortaleza was 10 m/m only as compared with the mean (89 years) of 80 m/m. The rainfall in the last six months of 1940 was 109 m/m as compared with the mean of 164 m/m. Thus in the past seven months the rainfall has been 119 m/m only as compared with the mean of 244 m/m.

At Fortaleza the rainfall has been measured daily since 1849 and I have the records which were sent to London and the results published in the Q.J.R.Meteor.Soc., London, 45, January 1919, No.189. If the annual totals are plotted as your 23-year rain cycle, the comparison is most interesting and the cycle 1918-1941 compares in an extraordinary way with the cycle 1849-1872.

Generally the rains here start in February and only after the end of this month can one feel anxious if the rainfall is still deficient. I estimate that the next sunspot minima year will be 1944/45 and so in Ceará we may have a drought between 1942 and 1947.

With my thanks,

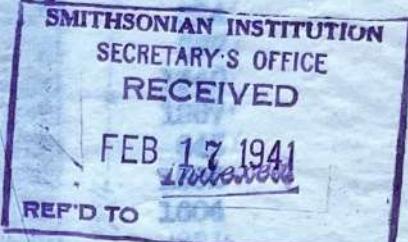
Yours sincerely,

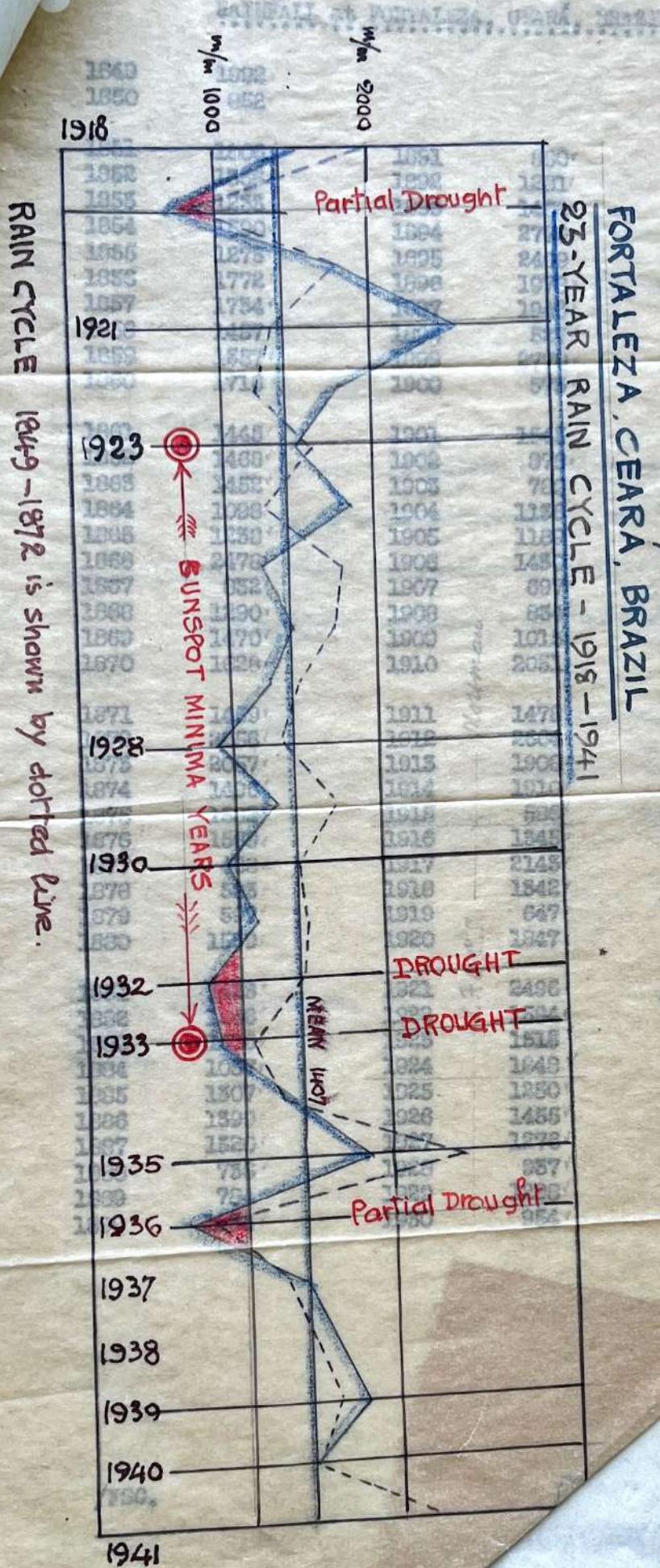
F.R.HULL

Enclosures:- Rainfall at Fortaleza, Ceará
23-year Rain Cycle, 1918-1941.

Rainfall at Fortaleza in mm. 1849 to 1940.

7th. February, 1941





81c1

RAINFALL at FORTALEZA, CEARÁ, BRAZIL, In Millimetres

1849	1992				
1850	852				
1851	1806	1891	880	1931	1138
1852	1356	1892	1281	1932	824
1853	1235	1893	1462	1933	887
1854	1590	1894	2779	1934	1340
1855	1273	1895	2409	1935	1867
1856	1772	1896	1978	1936	845
1857	1734	1897	1946	1937	1592
1858	1457	1898	527	1938	1604
1859	1357	1899	2770	1939	1824
1860	1716	1900	575	1940	1405

1861	1445	1901	1545		
1862	1468	1902	878		
1863	1452	1903	789		
1864	1098	1904	1136		
1865	1238	1905	1189	January	80
1866	2478	1906	1450	February	179
1867	832	1907	697	March	297
1868	1290	1908	834	April	341
1869	1470	1909	1015	May	237
1870	1628	1910	2051	June	120

1254

MEAN RAINFALL. 1849-1915

1871	1459	1911	1478	July	55
1872	2256	1912	2664	August	29
1873	2057	1913	1908	September	16
1874	1496	1914	1910	October	13
1875	1582	1915	586	November	15
1876	1569	1916	1345	December	38
1877	468	1917	2143		164
1878	503	1918	1342	<u>MEAN</u>	<u>1418</u>
1879	597	1919	647		(Mossman)
1880	1539	1920	1847		
1881	1423	1921	2496		
1882	1246	1922	1594		
1883	1416	1923	1515		
1884	1057	1924	1848		
1885	1307	1925	1250		
1886	1399	1926	1455		
1887	1320	1927	1276		
1888	736	1928	937		
1889	784	1929	1298		
1890	1534	1930	954		

Mean Rainfall. 1849-1937

89 years 1,407 m/m

February 25, 1941.

Dear Mr. Hull:

Thank you for your letter of February 7 with enclosures.

It is really quite remarkable to see how closely the rainfall 1918-1941 followed the pattern of 69 years previous.

As possibly of interest I enclose a recent publication of mine.

Very sincerely yours,
C. G. ABBOT

Secretary.

Mr. Hull,
British Vice Consul,
Ceara,

Mr. F. R. Hull,
British Vice-Consulate,
Ceara,
Brazil.

(An)

Indexed

CLASS OF SERVICE

This is a full-rate Telegram or Cablegram unless its deferred character is indicated by a suitable symbol above or preceding the address.

R. B. WHITE
PRESIDENT

NEWCOMB CARLTON
CHAIRMAN OF THE BOARD

J. C.
FIRST VICE-PRESIDENT

1201

Indexed

(30)

WESTERN UNION

SYMBOLS

DL	= Day Letter
NT	= Overnight Telegram
LC	= Deferred Cable
NLT	= Cable Night Letter
Ship Radiogram	

The filing time shown in the date line on telegrams and day letters is STANDARD TIME at point of origin. Time of receipt is STANDARD TIME at point of destination

WN1 CABLE VIA WM=CEARA 36 31/1740 *Brazil*
NLT SECRETARY SMITHSONIAN INSTITUTION=
(CARE SB) WASHDC=

SHORTAGE RAINFALL DURING PAST SEVEN MONTHS CAUSING ANXIETY
IN STATE OF CEARA STOP CAN YOU KINDLY SEND ME BY AIRMAIL
MONTHLY SUNSPOT NUMBERS FROM JULY 1938 THANKS=
HULL BRITISH VICE CONSUL.

ANSWERED

FEB 1 1941

SMITHSONIAN INSTITUTION

CEARA SUNSPOT 1938.

THE COMPANY WILL APPRECIATE SUGGESTIONS FROM ITS PATRONS CONCERNING ITS SERVICE

HULL, F.R.
BRITISH VICE CONSUL
HULL

carbam

MONTHLY SUNSPOT NUMBERS

North	42.2	100.1	120
June	109.3	123.6	135.9
Feb.	109.2	117.0	117.4
Sept.	107.9	104.1	104.1
April	106.3	103.2	103.2
MAY	107.1	124.7	124.5
June	100.4	110.7	110.5

February 1, 1941.

Dear Sir:

✓ Replying to your telegram, I enclose the monthly sunspot numbers from January 1938 to November 1940 published provisionally by the Department of Terrestrial Magnetism of the Carnegie Institution. As you know, the provisional numbers are later more or less modified by research after all the data come to hand.

Very truly yours,

C. G. ABBOT

Secretary.

Mr. Hull,
British Vice Consul,
Ceara,
Brazil.

(Ans)

Indexed

MONTHLY SUNSPOT NUMBERS, JULY 1938 TO NOVEMBER 1940.

<u>Month</u>	<u>1938</u>	<u>1939</u>	<u>1940</u>	1941	1942
Jan.	109.3	81.6886	50.9	606	
Feb.	109.2	77.0855	58.4	596	
Mar.	107.980	67.8915	584.7	618	
Apr.	106.380	106.2957	60.6	686	
May	107.179	124.71000	54.6	706	
June	109.476	102.71058	84.8	746	
July	108.971	98.610916	82	767	
Aug.	106.444	105.81017	104.9	765	
Sept.	103.949	113.8942	71.2	710	
Oct.	93.541	87.6832	53.6	714	
Nov.	121.6991	65.4722	57.0	592	
Dec.	94.9937	43.4611	70.3	538	
Means	105.7	88.5	68.3	47.0	(27.6)

Hull.

STATION R. C.
HULL, FRANK R.

THIS SUBJECT AS INTERESTING & ORDER MADE

H.M. DEC 1 1939

December 1, 1939.

Dear Colonel Hull:

Mr. Sharmon sends me your interesting discussion of the droughts in northeastern Brazil and I have no doubt that they are, as you say, related to the periodicity of sunspots. There are certain inconsistencies in the relationship which I am sure you have been annoyed by as much as I have.

I was interested to plot the drought periods which you enumerate on a continuous time scale. It appears that none of them fall from about 1746 to 1776 or from 1847 to 1874. This leaves three long intervals of the order of 60 years each when more or less droughts occurred. If we assume the middle of the first drought interval to be 1719 and the middle of the last interval to be 1903, the difference of 184 years divided by 2 gives the long interval of 92 years which is the great drought interval in the United States. You will also notice that several of the instances of severe drought were separated by intervals of 46 years, which is secondarily the interval of great droughts in the United States. All this is very interesting to me and I thank you for sending me your paper on the subject.

It is a satisfaction to us to have some peaceable things to divert our minds from what is happening abroad, and I am glad you find

Indexed

-2-

this subject an interesting preoccupation.

Very truly yours,


C. G. Abbott
Secretary.

Col. Frank R. Hull,
Caixa Postal 63,
Fortaleza,
Brazil.

✓ P.S. - In illustration of my second paragraph I enclose this
separate cover
little figure. I am also sending under/a copy of a paper entitled
"Weather Governed by Changes in the Sun's Radiation" which may be of
interest to you.

SHANNON, R. C.

FILE: HULL, FRANK R.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE

SERVIÇO DE MALARIA DO NORDESTE

Caixa Postal 354
Fortaleza, Ceará

N.o

ASSUNTO:

Fortaleza, October 22, 1939.

SMITHSONIAN INSTITUTION
SECRETARY'S OFFICE
RECD.....
NOV 28 1939

REFD TO

R.C. Shannon

R.C. Shannon

ANSWER

DEC 1 - 1939

SMITHSONIAN

Dr. C.G. Abbot,
Smithsonian Institute,
Washington, D.C.,
U. S. A.

Dear Dr. Abbot:

Colonel Frank R. Hull, British Consul and director of Public Utilities in Fortaleza, Ceará, and resident in Brazil for 20 years, has long been a keen observer of climatic conditions in the country, particularly of the semiarid northeastern area. This region, as you know, is afflicted at intervals with great and, at times, disastrous droughts. Col. Hull, in his attempts to discover if they occur with any degree of regularity, has tried to relate them to the cyclic occurrence of maxima and minima sunspots. His results indicate that there may exist a definite relation between the two, although there are two outstanding exceptions, which he believes may prove of special interest, especially if they can be connected up with some particular type of terrestrial or other disturbance.

Col. Hull knows well your publications on sunspots and climate and has long wanted to communicate to you the results of his investigations. He has delayed, however, hoping to make a more complete analysis, but since the war started his duties as British Consul have multiplied to such an extent that further work along these lines must be postponed indefinitely. He has, therefore, since I am acquainted with you, requested me to write you and transmit the enclosed preliminary resumé of his studies. Should you desire more detailed data, references, etc., Col. Hull will be glad to supply them.

He has told me that Studart attempted to show a relation between droughts and sunspots, but unfortunately used the rainfall data for Fortaleza. Fortaleza, however, is not in a true drought area and Col. Hull has used, as far as records permit, the rainfall data of Boa Vista (Pernambuco), Cratéus (Ceará) and the Lavras to Pombal region (Ceará and Paraíba) known as the three driest areas in the northeast. The correlation afforded by these records fit the minima sunspot periods better than those of Fortaleza.

You may have to strain your memory a bit, Dr. Abbot, to recall me, but I met you on several occasions while I was connected with the Division of Insects at the National Museum, from 1920 to 1926.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
SERVIÇO DE MALARIA DO NORDESTE

N.o _____

ASSUNTO :

- Page 2 -

Hoping that you can find time to communicate to Col. Hull your opinion of his results, I remain

Dear Mr. [REDACTED]

Very sincerely yours,

R. C. Shannon
R.C. Shannon

I have your communication of October 22 transmitted to Col. Hull and have been much interested in the observations he enclosed.

P.S. Address of Col. Frank R. Hull: This is the matter which

seem to me to be rather interesting.

Caixa Postal 63,

Fortaleza,
Ceara,
Brazil

Time passes rapidly. It hardly seems like it is only
teen years since you were at the United States [REDACTED]

My address is:

Very sincerely yours,
Rockefeller Foundation,
Caixa Postal 49,
Rio de Janeiro,
Brazil.

Mr. R. C. Shannon,
Rockefeller Foundation,
Caixa Postal 49,
Rio de Janeiro,
Brazil.

5349

December 1, 1939.

Dear Mr. Shannon:

I have your communication of October 22 transmitting the paper of Colonel Hull and have been much interested in the observations he encloses. I am sending him some suggestions in relation to the matter which seem to me to be rather interesting.

Time passes rapidly. It hardly seems possible that it is thirteen years since you were at the United States National Museum.

With kindest regards,

Very sincerely yours,

C. G. ABBOY

Secretary.

Mr. R. C. Shannon,
Rockefeller Foundation,
Caixa Postal 49,
Rio de Janeiro,
Brazil.

Indexed

The Frequency of Droughts in the State of Ceará

and their Relation to the Sunspot Minima Years

1720-27, 1744-45, 1804, 1810, 1832, 1891, 1896, 1900, 1902-03,
1907, 1919, 1936 - Total: 16 years.

By Frank R. Hull, Fortaleza, Ceará

A first examination of these dates apparently shows irregularity in the period between the droughts. Ever since the province of Ceará was first colonized in the early years of the XVIIth century, the archives of the various captain-generals and governors have chronicled the droughts which have from time to time devastated the hinterland (sertões) of the States of Ceará, Piauhy, Pernambuco and Bahia. Historians, as Rocha Pitta (1780), Ayres de Cazal (1817) and Accioly (1835) have recorded droughts of their period. Recent historians, as Thomaz Pompeu (1909) and Barão de Studart (1924) have compiled lists of the droughts since 1692.

The following is a chronological record of the droughts in the last 246 years, from 1692 to 1938, as given by Thomaz Pompeu and Studart:

In the period from 1692 to 1938, there have been 44 drought years, of which 33 or 75% fall within or have their origin in the 4-year

drought period.

drought period	Date	Intensity	Duration
1692-1700	1692	Severe	1 year
1710-1718	1710-1711	Severe	2 years
1721-1725	1721-1725	Intense	5 "
1736-1737	1736-1737	Partial	2 "
1745-1746	1745-1746	Partial	2 "
1777-1778	1777-1778	Intense	2 years
1790-1793	1790-1793	Partial	4 "
1784	1784	Partial	1 year
1804	1804	Severe	2 years
1809-1810	1809-1810	Partial	1 year
1816	1816	Partial	1 year
1824-1825	1824-1825	Intense	2 years
1832	1832	Partial	1 year
1844-1845	1844-1845	Severe	2 years
1877-1879	1877-1879	Intense	3 years
1888-1889	1888-1889	Severe	2 years
1891	1891	Partial	1 year
1898	1898	Severe	1 year
1900	1900	Partial	1 year
1902-1903	1902-1903	Severe	2 years
1907	1907	"	1 year
1915	1915	Severe	1 year
1919	1919	Partial	1 year
1932-1933	1932-1933	Severe	2 years
1936	1936	Partial	1 year

The droughts Total number of drought years - demonstrating the period of sunspot minima during which the earth's surface has received the maximum heat of the sun and consequently the increased heat has produced the maximum evaporation from the earth's surface. Then as the sunspots increase in size and intensity, the increased radiation when the surface temperature reaches a maximum and resulted in droughts.

Five intense droughts occurred in the years: 1721-25, 1777-78, 1790-93, 1824-25, 1877-79 - Total: 16 years.

Seven severe droughts in the years: 1692, 1710-11, 1809-10, 1844-45, 1888-89, 1915, 1932-33 - Total 12 y.

Twelve partial droughts or shortage of rainfall in the years:

1736-37, 1744-45, 1804, 1816, 1832, 1891, 1898, 1900, 1902-03,
1907, 1919, 1936 - Total: 16 years.

a period of 4 dry years and 7.05 years of normal rains.

A first examination of these dates apparently shows irregularity in the period between the droughts which varies from 2 - 32 years. If, however, the years of the partial droughts are neglected, it will be found that there is a recurring period of 11 years, or a multiple of 11 years, between the dates of the intense and severe droughts.

In the interval of time, from 1710 to 1932, a period of 222 years, the frequency of droughts show 20 periods or cycles of 11.1 years. This drought cycle of 11.1 years covers a period of four years during which droughts generally occur, and a period of 7.1 years during which normal rains should occur. The following conclusions have been arrived at:

In the period from 1692 to 1933, there have been 44 drought years, of which 33 or 75% fall within or have their origin in the 4-year drought period.

Sir James Jeans, the astronomer, writes in his book, "Through Space and Time" (1934), as follows:

"Generally speaking, scientists are not able to trace any connection between the weather and any astronomical phenomena whatever, with the single exception of sunspots. There is, however, some evidence that the weather passes through a regular cycle having the same 11-year period as the frequency of sunspots. With the waxing and waning of the number of sunspots, the summers gradually change from being hot and dry to being cold and wet and then back again, the complete cycle taking about 11 years."

Sunspot numbers or a sort of index of the prevalence of spots on the sun's surface have been reliably recorded since 1749. Observations and records were initiated by the astronomer Wolf at Zurich and this solar index has come to be known as the Wolf number. Since 1749 sunspot numbers have been averaged month by month and year by year. Before 1749 there are also records of sunspot minima and sunspot maxima years.

The latest investigations show that in general the average temperature of the earth in certain zones is slightly higher at time of sunspot minima than at times of sunspot maxima.

The droughts in Ceará may be considered as demonstrating the periods of sunspot minima during which the earth's surface has received the maximum heat of the sun, and consequently the increased heat has produced the maximum evaporation from the earth's surface. Then as the sunspots increase in number, the temperature of the earth is lowered by the resulting rainfall, which increases until sunspot maxima is reached. Emigrated in tens of thousands to the United States and to southern Brazil. The persons who recorded the dates of the droughts knew nothing of sunspots but the dates registered by them may be taken as recorded periods of greatest solar radiation when the surface temperature of the interior lands was at its maximum and resulted in drought.

The analysis of sunspot numbers and of the sunspot periods may be utilized to predict the occurrence of droughts. The records show 22 completed cycles from the sunspot minima of 1690 to the sunspot minima of 1933, or the average length of time from one sunspot minima to the next over this interval of 243 years is 11.05 years, being a period of 4 dry years and 7.05 years of normal rains.

The sunspot minima and maxima years are:

Minima: 1690, 1700, 1712, 1723, 1734, 1745, 1755, 1766,
1775, 1784, 1798, 1810, 1823, 1833, 1843, 1856,
1867, 1878, 1889, 1901, 1913, 1923, 1933.
Maxima: 1694, 1705, 1718, 1727, 1739, 1750, 1761, 1769,
1778, 1787, 1804, 1816, 1830, 1837, 1848, 1860,
1870, 1883, 1893, 1905, 1917, 1928, 1937.

Professor C. G. Abbot, of the U.S. Naval Observatory, states that From a study of the dates of the drought years, and the dates of the sunspot minima years, the following conclusions have been arrived at: chronicles record only the droughts of 1692 and 1710-11. Again in the next 1) There is a definite relation between the drought years in Ceará and the sunspot minima years. 1846 to 1876.

2) The cycle or the frequency for both sunspots and droughts in Ceará may be taken as 11.10 years. Professor C. G. Abbot, who has been studying the variations of solar variations and weather, says that the United States of America is now (1937) nearing the 3) There is a common axis for these cycles or frequencies which passes through the years 1656, 1767, 1878 and 1989. The year 1878 is the central year of the great drought of 1877 - 1879.

4) A period of two years on each side of this common axis may be taken as the "drought period", or the period during which severe droughts may be expected. 1942 and 1947 and that this drought will be followed by a period of normal rains for about 30 years, or until 15) The chronicles of Ceará record 44 drought years in the period of 243 years from 1690 to 1933, and 33 of these drought years, or 75 percent fall within, or have their origin, within the "drought period" of four years.

(Address presented to the
Services of the
Ceará, 1937)

6) In the same period of 243 years the Wolf or Zurich records show that there have been 23 sunspot minima years, of which 20, or 87 percent, have fallen within the "drought period" of four years.

A diagram has been drawn to show the relation between the drought years in Ceará and the sunspot minima and maxima years. The dates of the droughts are taken from historical chronicles, from the archives of the captain-generals, governors, or priests, who recorded these years as times of suffering and devastation, when crops failed and water sources dried up, and the unfortunate inhabitants of the "sertões" were forced to abandon their homes and seek help and refuge in the coastal towns. In the years of severe droughts these refugees or "retirantes" emigrated in tens of thousands to the Amazon States and to southern Brazil. The persons who recorded the dates of the droughts knew nothing of sunspots but the dates registered by them may be taken as recorded periods of greatest solar radiation when the surface temperature of the interior lands was at its maximum and resulted in drought.

The analysis of sunspot numbers and of the sunspot periods may be utilized to predict the periods when droughts may be expected to occur. The sunspot minima frequency varies from 9 years to 14 years and in the past 200 years, from 1733 to 1933, when sunspot numbers may be said to have been carefully noted, there have been five periods of ten years between sunspot minima and five periods of eleven years out of a total of eighteen periods, so that there is an even chance that the normal period between sunspot minima will be about 11 years. Padre Ayres de Cazal who wrote in 1817 stated that "este flagello repete de dez em dez annos".

Drought years correspond with sunspot minima in the years 1723, 1745, 1784, 1810, 1878, 1889 and 1933, and also correspond with sunspot maxima in the years 1778, 1804 and 1816, but it should be noted that the sunspot maxima numbers in 1804 and 1816 were below 50.

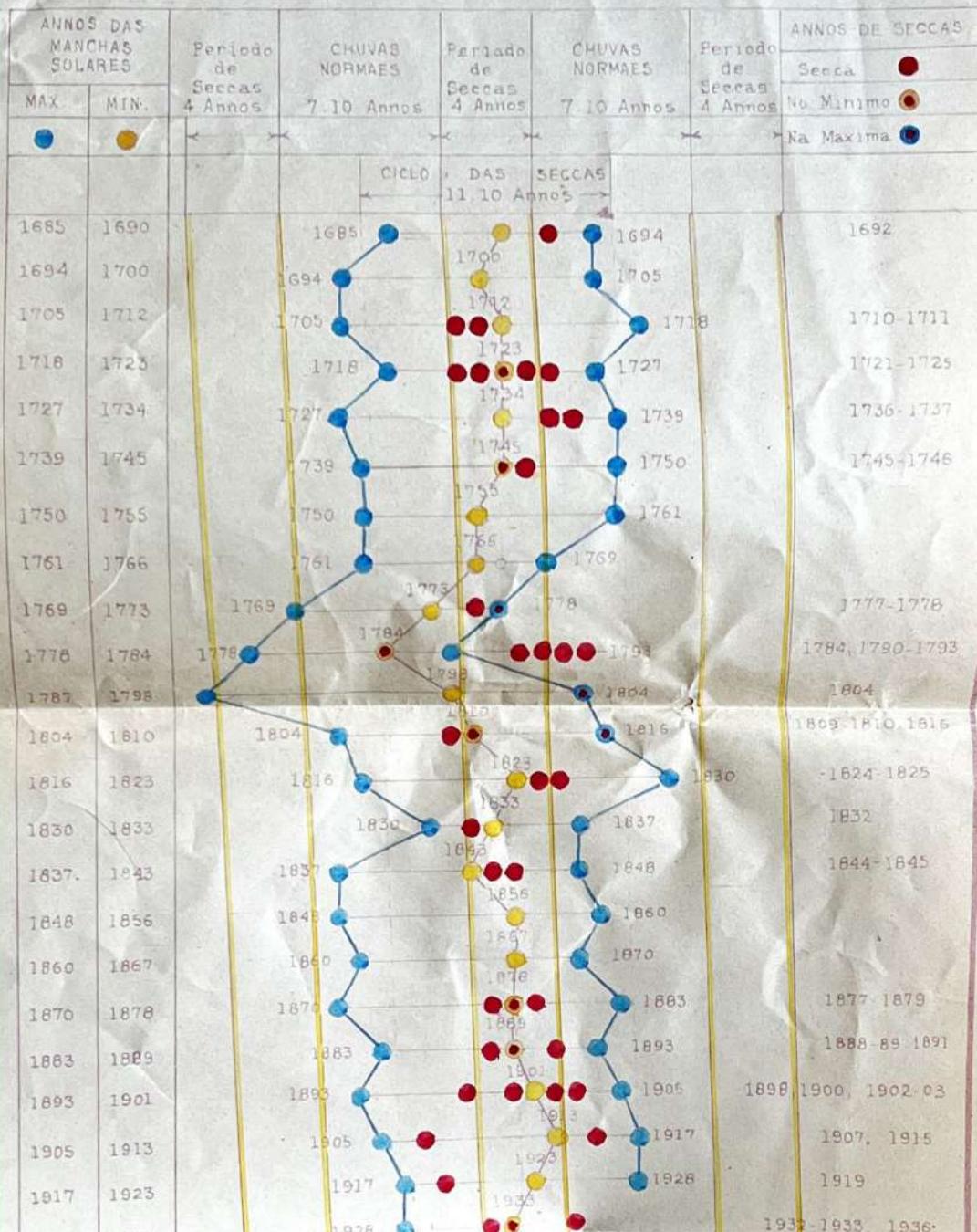
Professor Maunder of the Royal Observatory at Greenwich, England, after a search into the early records of sunspot observations, states that this search revealed that a great dearth of sunspots had been observed during the period from 1645 to 1715. In this period the Ceará chronicles record only the droughts of 1692 and 1710-11. Again in the next century no droughts are recorded from 1746 to 1776, and this is repeated again one hundred years later, from 1846 to 1876.

Dr. C.G. Abbot of the Smithsonian Institute, Washington, D.C., who has been engaged for many years in investigations of solar variations and weather, says that the United States of America is now (1937) nearing the close of a period of considerable drought which, according to his best estimate, will not return until the year 1975. Dr. Abbot bases his prediction on twice the solar cycle in records of both solar activity and weather.

The diagram drawn by the writer shows that the years 1943 to 1946 fall within the four-year "drought period" and his prediction is that a severe drought will occur between 1942 and 1947 and that this drought will be followed by a period of normal rains for about 30 years, or until 1976.

(Address presented to the
Service Club, Fortaleza,
Ceará, February 1939)

DIAGRAMMA demonstrando os PERIODOS durante os quais ocorreram SECCAS no DISTRITO SEMI-ARIDO do NORDESTE BRASILEIRO e a RELACAO entre os ANNOS DE MINIMO DE MANCHAS SOLARES MAXIMA DE MANCHAS SOLARES, e ANNOS DE SECCAS no PERÍODO de 1650 a 1933



O Eixo central do período seco de 4 anos passa através dos annos de 1656, 1767, 1878, e 1989. E o eixo comum para os ciclos de 11, 10 annos das manchas e das seccas.

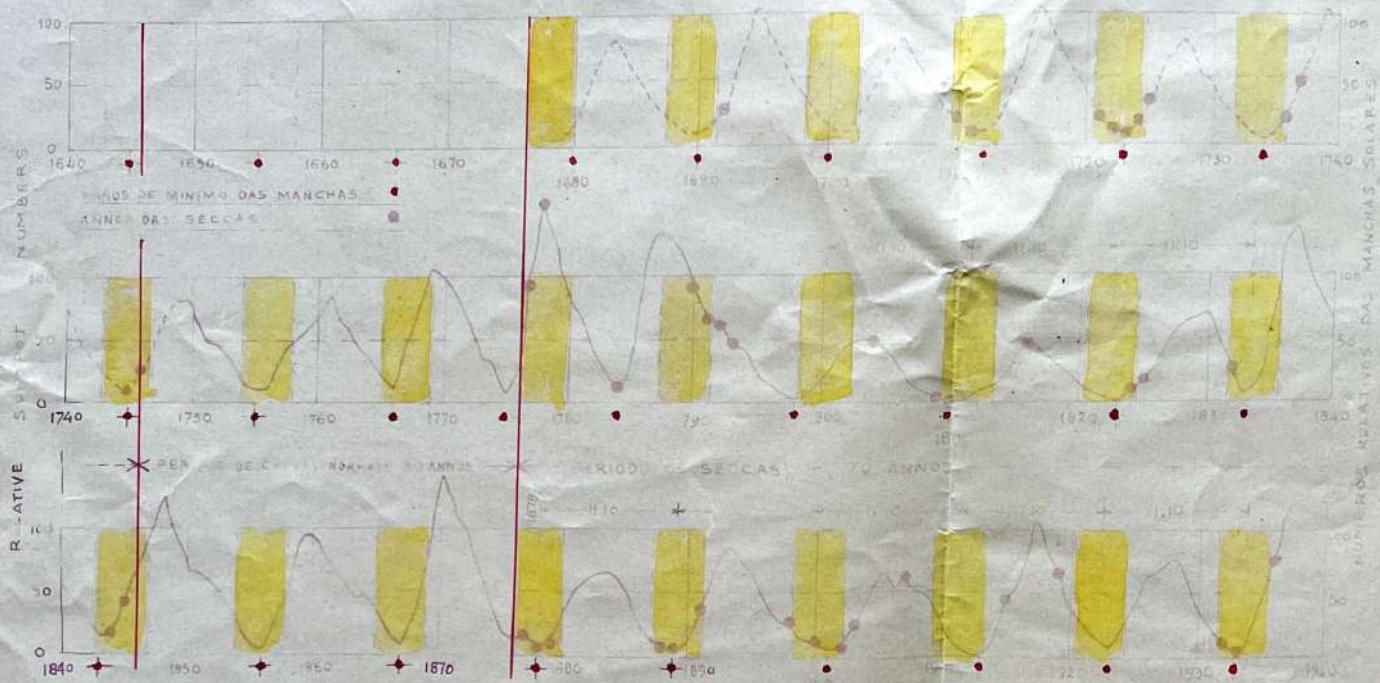
LINHA CENTRAL
DAS CHUVAS

LINHA CENTRAL
DO PERÍODO SECCO

LINHA CENTRAL
DAS CHUVAS

FORTALEZA, CEARÁ
15 de Março de 1939

DIAGRAMMA DE CICLOS DAS MANCHAS SOLARES
 de 1643 a 1931 com os ANOS RELATIVOS
DAS MANCHAS conforme os mapas de WOLF do
 Observatorio de ZURICH. O Diagramma demonstra
 tambem os PERIODOS SECCOS de outros annos com
 ciclo regular de 11 a 10 annos e os ANNOS DAS
 SECCAS no DISTRICTO SEMI ARIDO do NORDESTE
 BRASILEIRO.



W.H.R.

DIAGRAMMA demonstrando o PERÍODO SECCO durante o qual
ocorrem AS SECAS no DISTRITO SEMI-ARIDO
do NORDESTE BRASILEIRO e a RELAÇÃO entre os
ANOS DE MÍNIMO DE MANCHAS SOLARES, DE MÁXIMA
DE MANCHAS SOLARES, e os ANOS de SECAS no
PERÍODO de 1600 a 1933.

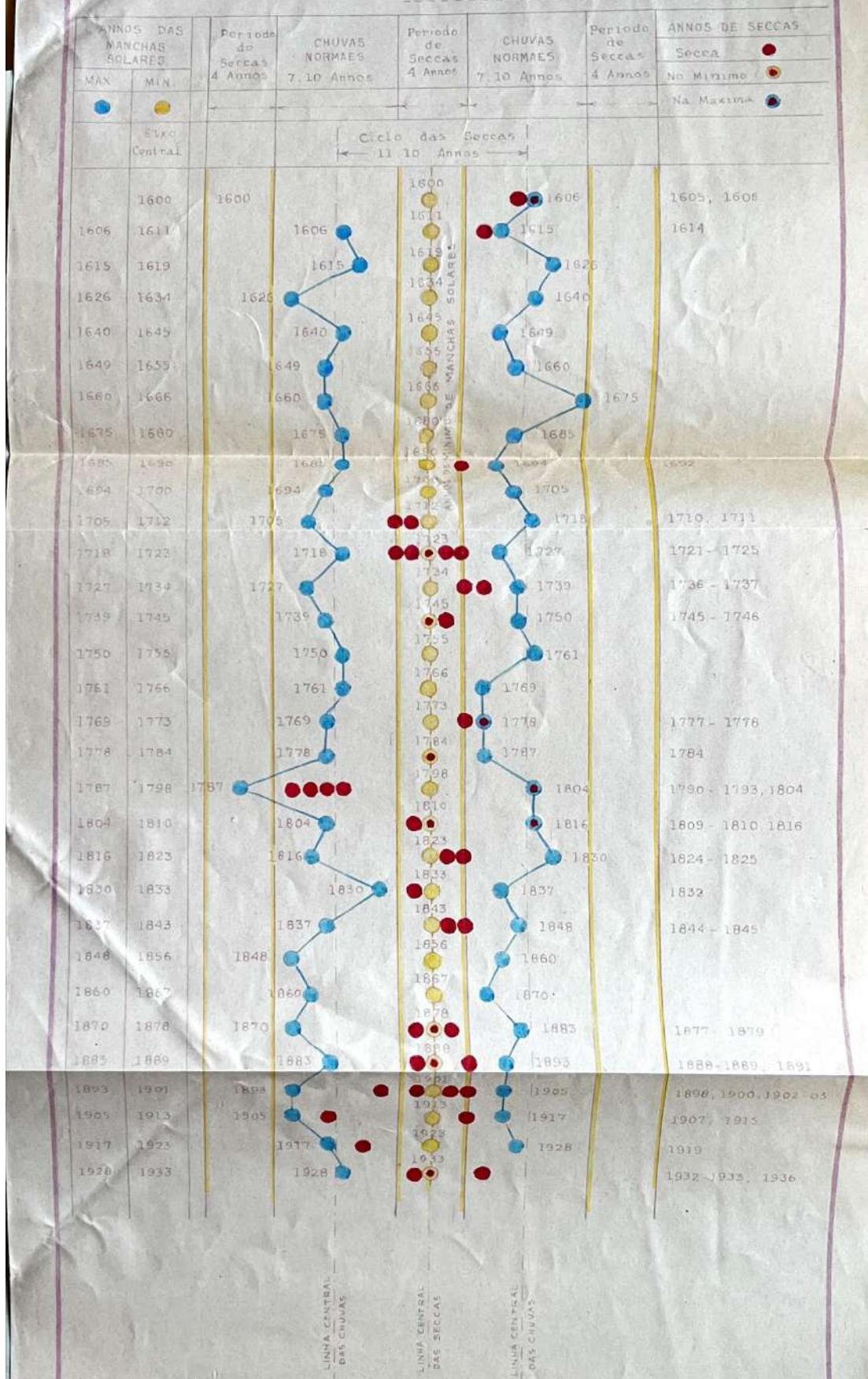
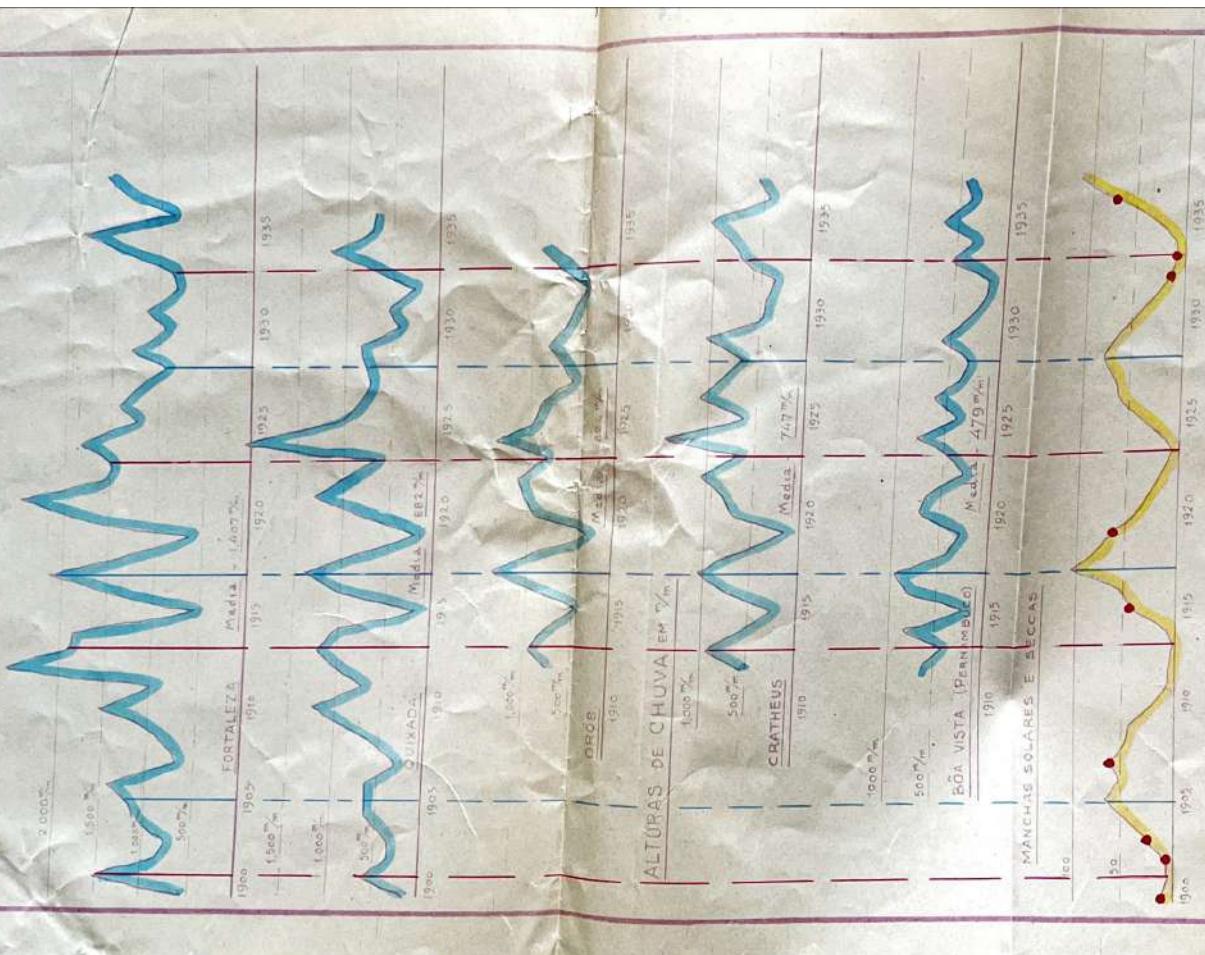


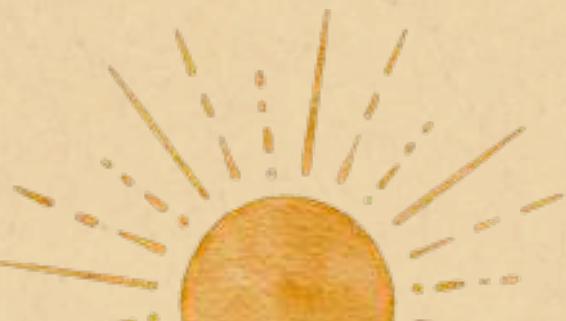
DIAGRAMA das ALTURAS DE CHUVA das estações de monitoramento
de CRATÉUZ, GUAXADA, CRATEUS, e na BAIXA de GROS
no Estado do CEARÁ e nos estados de PERNAMBUCO
e no Estado de PE. VISTAS



Apêndices

Apêndice A – Mr. Hull, o Sol e a seca no Nordeste.

Convida-se o leitor a conhecer o e-book produzido como resultado complementar desta pesquisa, uma obra que combina narrativa histórica, linguagem poética e estética regional. Com ilustrações em estilo de xilogravura e trechos em formato de cordel, o material apresenta a trajetória de Francis Reginald Hull de forma acessível e envolvente. O objetivo é proporcionar uma experiência de leitura que une ciência, memória e cultura, despertando o interesse por temas como Astronomia, clima e história nordestina.



MR.
HULL,
O SOL.

e a seca no Nordeste.

Maysa A. Costa

2025



*Não foi mito nem boato,
nem visão de encantador.*

*Foi ciência no sertão,
de um homem observador.*



INSTITUTO FEDERAL
Sertão Pernambucano
Campus Petrolina

Sumário

1. Prefácio	4
2. Introdução	6
3. Cordel I	8
4. Cordel II	10
5. Cordel III	12
6. Cordel IV	15
7. Cordel V	18
8. Cordel VI	21
9. Cordel VII	24
10. Cordel VIII	26
11. Referências Bibliográficas	31
12. Posfácio	32

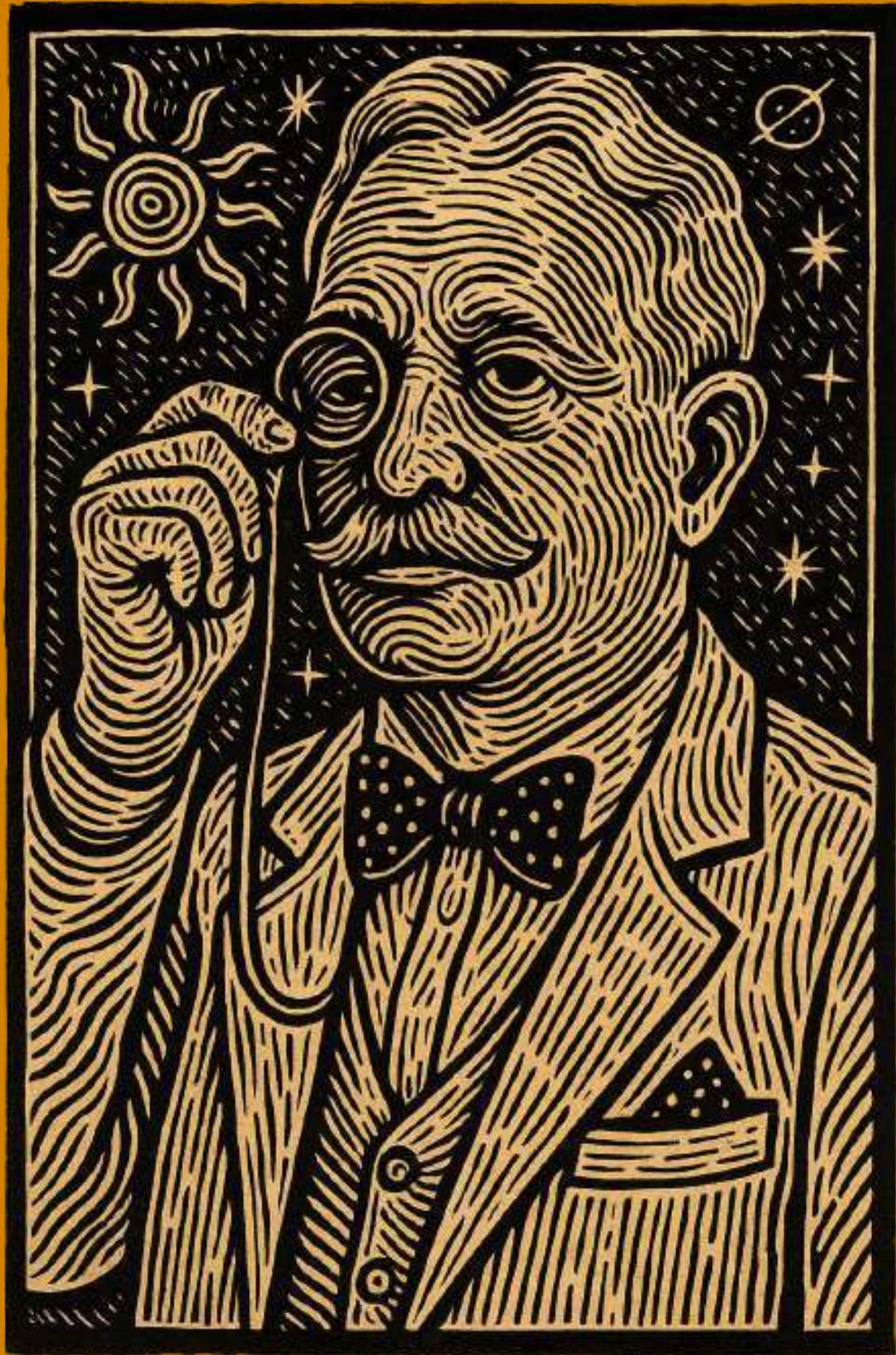
Prefácio

Este e-book nasce do desejo de tornar visível aquilo que por muito tempo, permaneceu à margem da história. Em formato de narrativa inspirada na tradição do cordel, com linguagem acessível e visual marcado por xilogravuras.

Este material busca apresentar a trajetória de Francis Reginad Hull, um pesquisador estrangeiro que se enraizou no Ceará e propôs com rigor e sensibilidade, uma relação entre o Sol e as secas do Nordeste brasileiro.

Mais do que resgatar um nome silenciado pela história, este e-book se propõe a estabelecer uma ponte entre ciência e cultura popular, utilizando a estética nordestina como forma de homenagear não apenas a figura de Hull, mas também o território em que ele atuou com dedicação.

Portanto, ao leitor curioso, ao educador atento, ao estudante inquieto, àquele que reconhece na ciência não apenas um conjunto de teorias, mas uma ferramenta para enfrentar questões urgentes. E sobretudo, a quem acredita que os nomes esquecidos também carregam legados que merecem ser contados.



Mr. HULL^[5]

Introdução

Mais do que um drama típico ou um conto regional, esta obra convida o leitor a conhecer a surpreendente trajetória de um observador inglês que fincou raízes em terras cearenses. Em meio à aridez do sertão e ao brilho do Sol, Francis Reginald Hull não trouxe apenas teorias, trouxe instrumentos, hipóteses, e sobretudo, perguntas.

Seu olhar atravessava os céus em busca de respostas que pudessem prevenir a seca, alertar os governantes e entender os ciclos da natureza.

É a história desse homem, entre telescópios, gráficos e resistência — que agora se apresenta como narrativa, memória e, por que não, poesia.

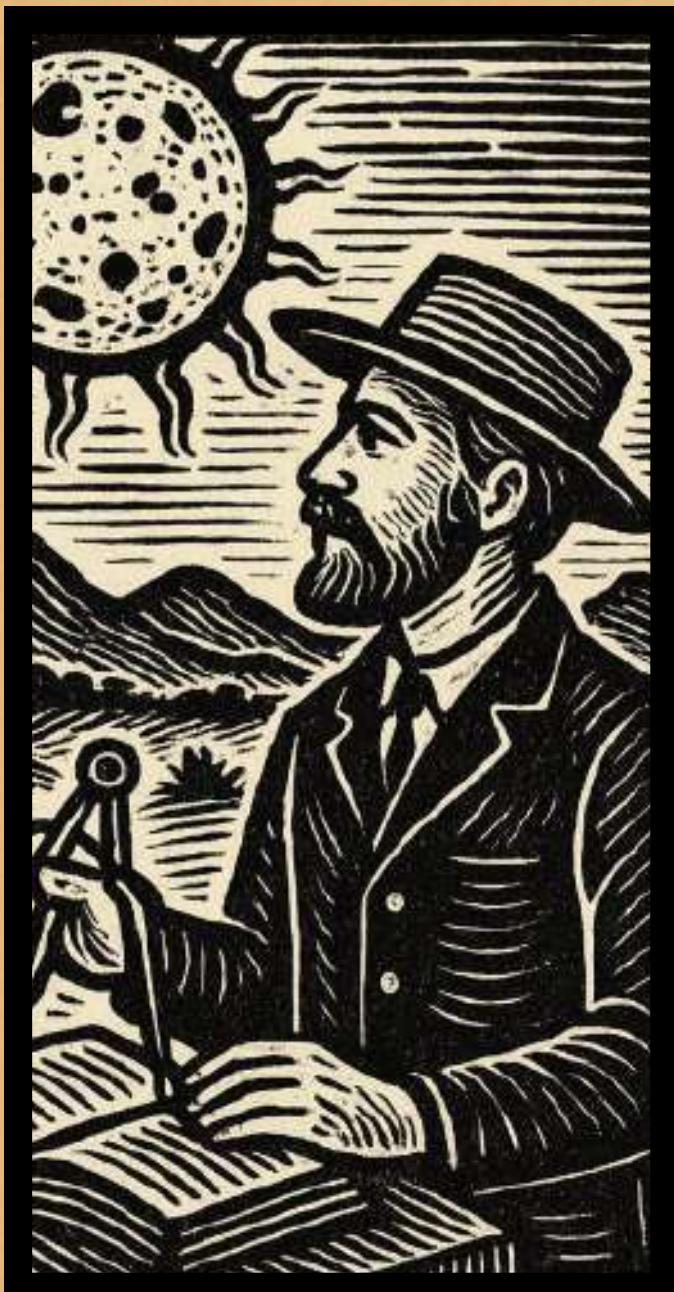




A partir de agora, a trajetória de Mister Hull será contada em verso e prosa, ganhando vida no compasso do cordel e nas linhas marcadas da xilogravura. Sua história, que cruzou mares e sertões em busca dos segredos do céu e da terra, será relembrada com a poesia popular do Nordeste, onde cada estrofe é memória e cada imagem, resistência. Que sua jornada brilhe como estrela em noite clara, nas vozes e nas mãos do povo.

Nota ao leitor: As seções narrativas e cordelizadas presentes neste e-book foram produzidas pelo autor, com base em dados históricos e entrevistas, com o intuito de tornar a leitura mais acessível.

Cordel I



O engenheiro e o destino

No berço da velha Inglaterra,
Hull nasceu pra investigar,
Entre bússolas e mapas,
Logo veio a navegar.

Com a régua e o compasso,
No Brasil veio aportar,
De São Paulo à Serra do Mar,
Seu caminho foi traçar.

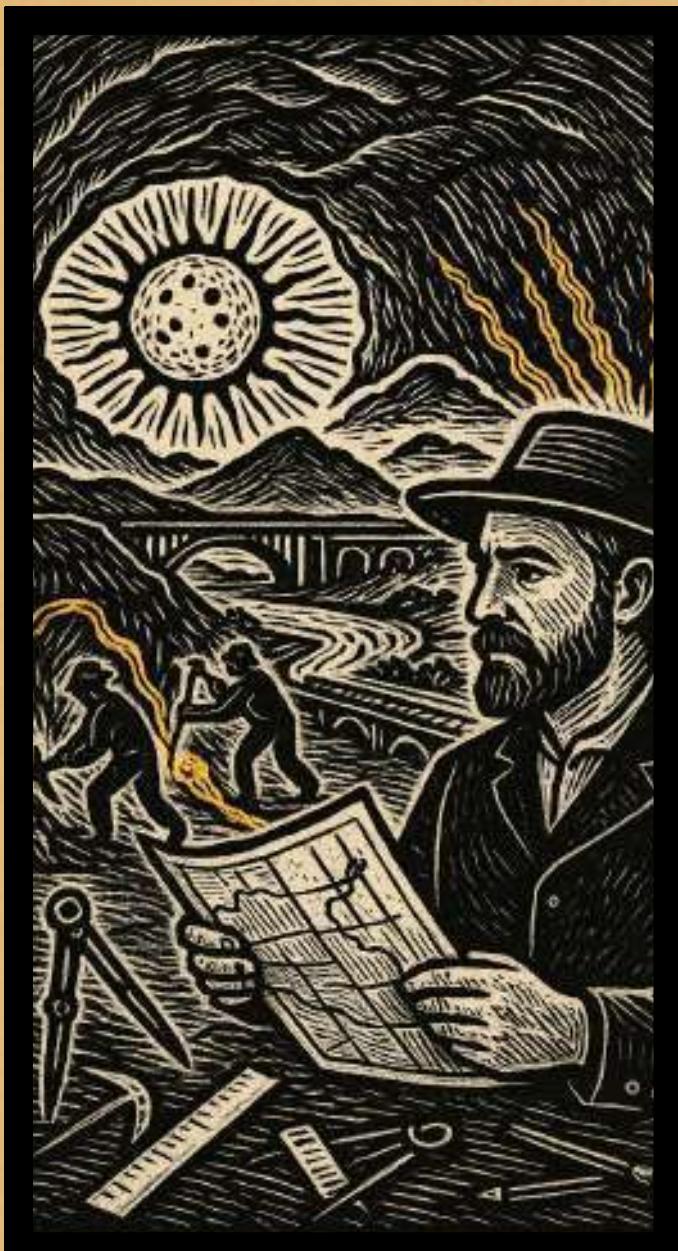
Na lida da engenharia,
Já mostrava vocação,
Mas o Sol do nosso Norte
Lhe tocou o coração.

Foi no traço e no estudo
que encontrou revelação:
se o céu manda as secas,
há ciência na previsão.

Nascido em Wimbledon, subúrbio tranquilo de Londres, Francis Reginald Hull cresceu entre livros e tradições britânicas. Filho do Comandante da Marinha Real, Thomas Arthur Hull, estudou na Philological School e posteriormente na School of Practical Engineering, no famoso Crystal Palace. Sua formação, marcada pela precisão técnica, moldou seu olhar atento, criterioso e voltado ao que era invisível para muitos: os padrões da natureza.

Em 1892, Francis Reginald Hull pisava em solo brasileiro pela primeira vez. Trazido pelas engrenagens do progresso, assumiu o posto de engenheiro-assistente da São Paulo Railway, encarregado de levantar mapas e planejar caminhos férreos. Seu trabalho o levou à Serra do Mar, onde topografou os trilhos entre curvas e desníveis. Mas o chamado da ciência era mais alto que as montanhas que escalava. Retornou à Inglaterra em 1893 para estudar Astronomia e Agrimensura na Royal Geographic Society, ampliando seus horizontes além da engenharia.

Cordel II



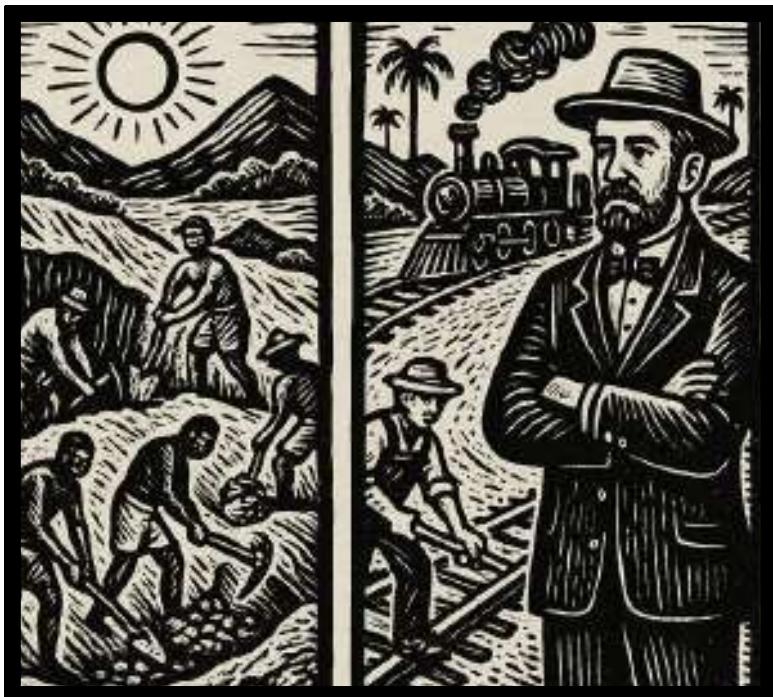
Os Trilhos e a saudade

Foi na África do Sul,
que enfrentou o desafio,
liderando vários homens,
nas minas de ouro e frio.

Mas o Brasil já chamava
com saudade e emoção,
em noventa e cinco voltou,
com o sertão no coração.

Nos trilhos de São Paulo andou,
fez planos e medição,
na Serra do Mar traçou
rotas de precisão.

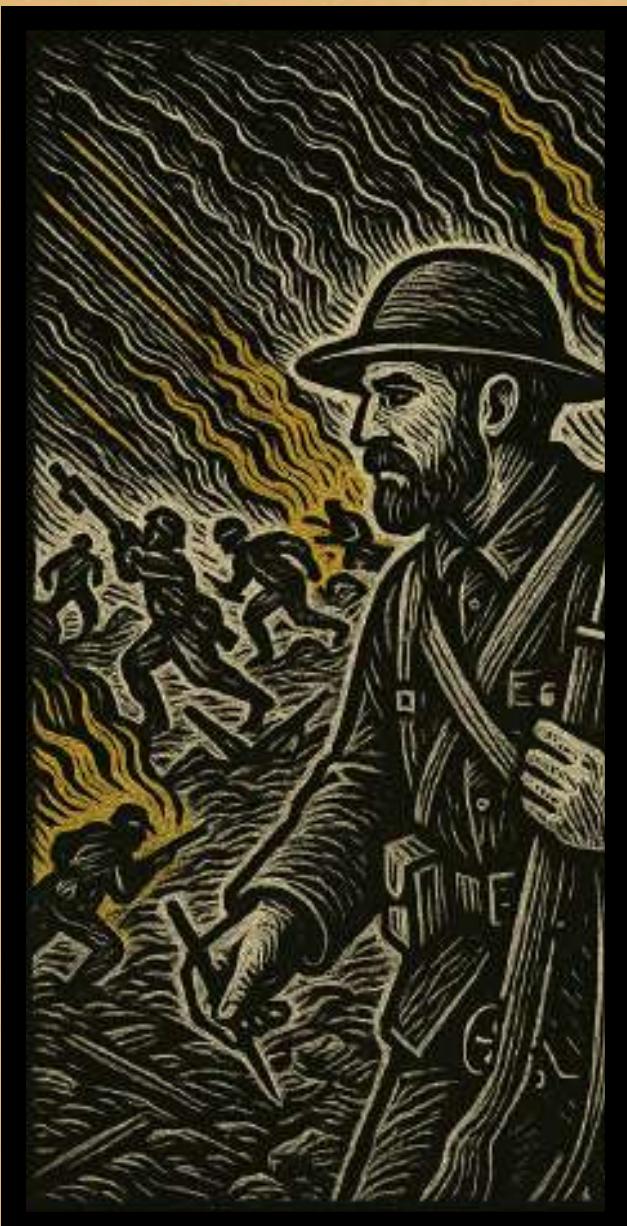
Seu nome ganhou respeito
em terras da Grã-Bretanha,
foi membro de engenheiros
que a pátria tanto ama.



No ano seguinte, 1893 foi designado à África do Sul, coordenando centenas de trabalhadores na perfuração de minas de ouro. Mas foi o Brasil que lhe despertava saudade e em 1895, estava de volta.

Entre os trilhos paulistas, supervisionou a construção de novas linhas e novamente retornou à sua terra natal por volta de 1900, onde se dedicou ao abastecimento de água na Ilha da Grã-Bretanha. Seu prestígio crescia: em 1905, tornou-se membro da Associação de Engenheiros Hidráulicos e, logo depois, da Associação de Engenheiros Civis da Grã-Bretanha.

Cordel III



O Engenheiro em Tempos de Guerra

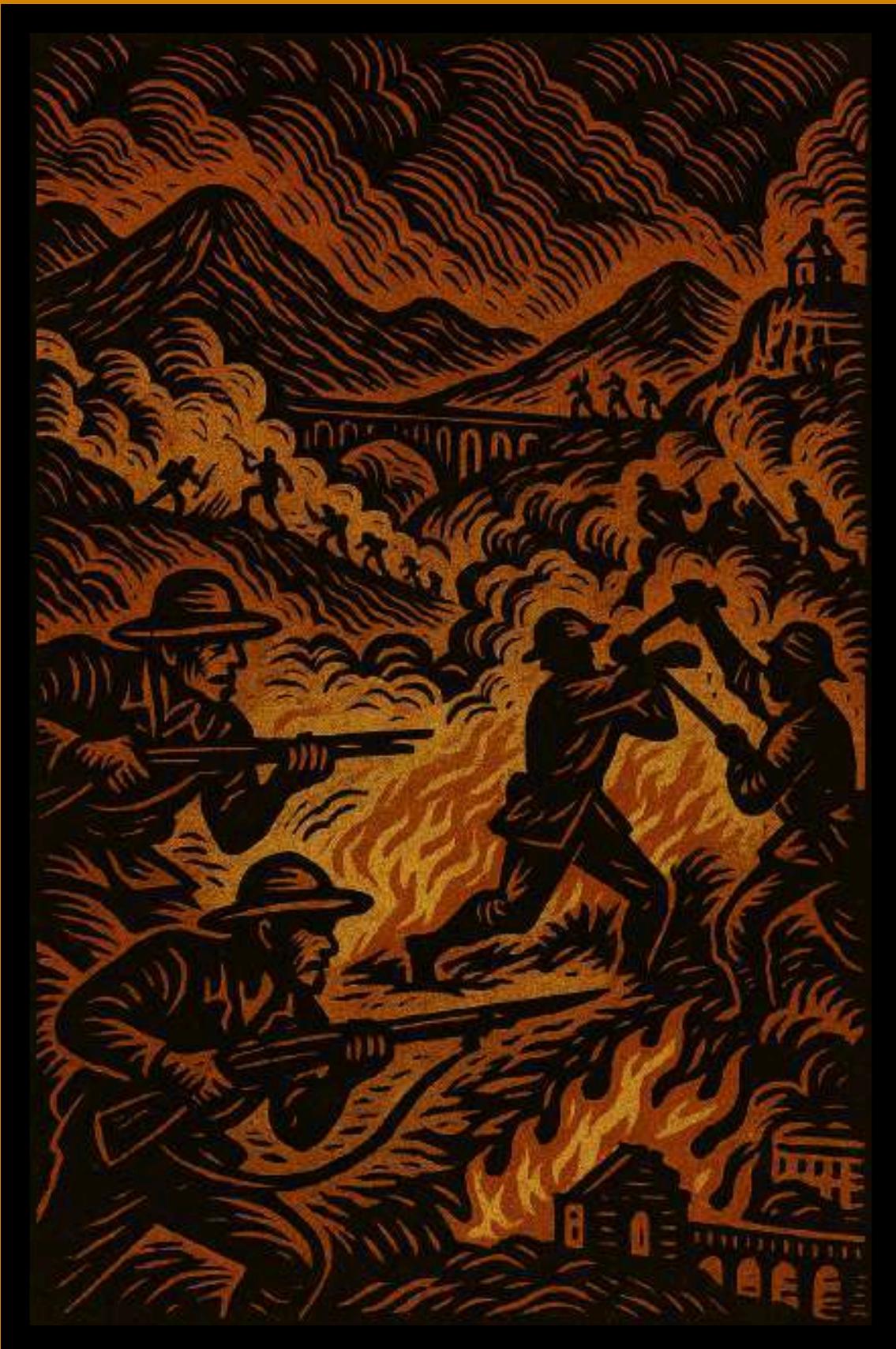
No sertão riscou caminhos
com saber e precisão,
onde o trilho corta o verde
e desperta a estação.

Fez da terra o seu ofício,
do progresso, a vocação.
Mas do mar chegou a ordem
pra servir com coração.

Trocou o campo tão quente
pela dor da precisão.
Foi chamado pra batalha,
não negou a direção.

Com coragem seguiu firme
pro deserto sem frescor,
onde a guerra lhe pedia
pulso forte e muito ardor.

**NO RASTRO DA GUERRA,
NEM O SOL SE LEVANTA INTEIRO.**

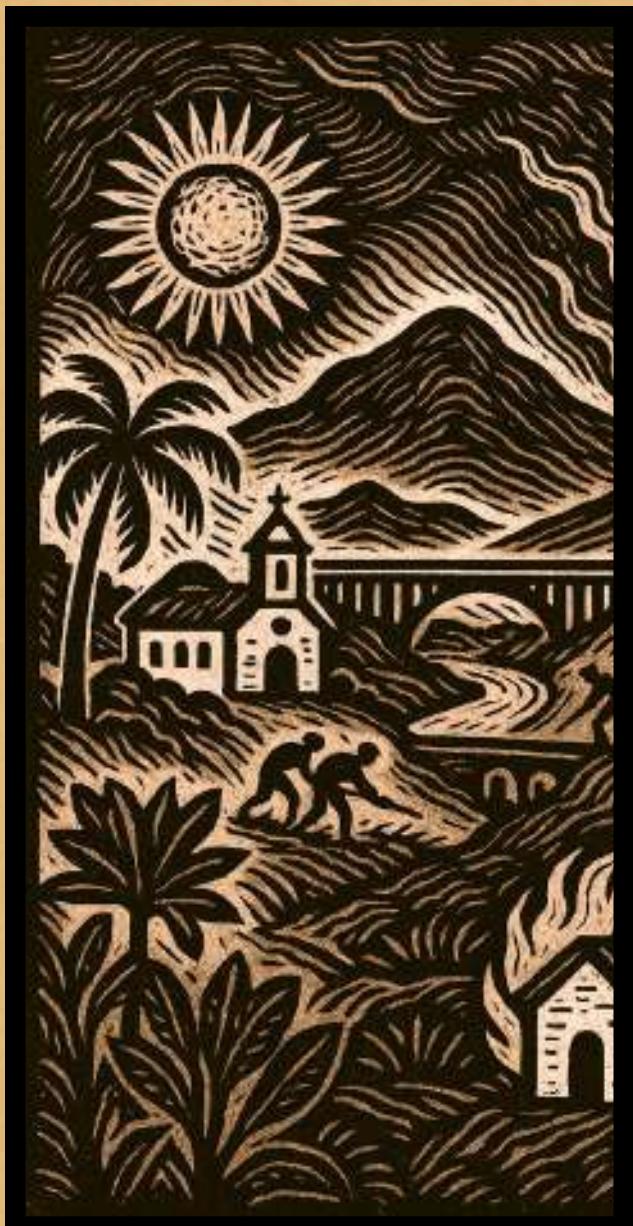


Foi no calor do sertão cearense, em 1913, que o engenheiro Hull pisou pela primeira vez em solo nordestino. Nomeado Superintendente da Brazil North Eastern Railway, assumiu a árdua tarefa de administrar os trilhos que cortavam o interior, ao lado do renomado Piquet Carneiro. Mas o destino, como quem risca mapas sobre a mesa, traçaria novas rotas.

A Primeira Guerra Mundial o chamou. E ele atendeu, incorporou-se aos Engenheiros Reais de Sua Majestade Britânica, já com o posto de Tenente. Foi designado à Mesopotâmia, onde logo ascendeu a Major e, por fim, Tenente-Coronel. Mais do que engenheiro, tornou-se um líder. Por um tempo, foi Governador das terras onde hoje se encontra o Iraque.

Mas não terminou ali. Em 1919, quando o mundo ainda pulsava em incerteza, Hull foi convocado à Rússia. No sul gelado daquele país, participou da Missão Militar Britânica durante a Revolução Comunista. Lado a lado com os czaristas, enfrentou os bolcheviques não apenas com armas, mas com trilhos, mapas e pontes — pois mesmo em meio à guerra, a engenharia também era um ato de resistência.

Cordel IV



O Coronel que Cruzou o Mar.

Nas voltas que o mundo dava,
Mr. Hull veio a aportar,
na Bahia se firmava,
com bravura a trabalhar.

No ano vinte e um chegou,
cinco de abril foi o dia,
Vice-cônsul se tornou,
na linda terra da Bahia.

Com compasso desenhava,
ferrovias com paixão,
de Ilhéus até Conquista,
riscou trilhos pelo chão.

O povo logo o saudou,
com respeito e alegria,
“Coronel” lhe batizou,
feito em verso e poesia.



As forças do destino levaram Mr. Hull, um engenheiro britânico, de volta ao Brasil pela terceira vez, agora para a Bahia. No dia 5 de abril de 1921, ele foi nomeado Vice-Cônsul em Ilhéus e, logo depois, assumiu o cargo de Superintendente-Geral da The State of Bahia South Western Railway Company Limited.

Sua missão era ousada: construir a ferrovia que uniria Ilhéus a Vitória da Conquista, atravessando sertões, matas e serras. Com mãos firmes e olhar estrangeiro, Hull conquistou o respeito do povo baiano, que passou a vê-lo como o lendário “Coronel Inglês”, retratado mais tarde no romance do escritor **Jorge Amado**.

Em reconhecimento por seus serviços prestados à Coroa Britânica, foi agraciado em 1932 com o título honorífico de Esquire e a comenda de Membro da Ordem do Império Britânico (MBE), honraria dada por Sua Majestade, o rei George V.

Cordel V



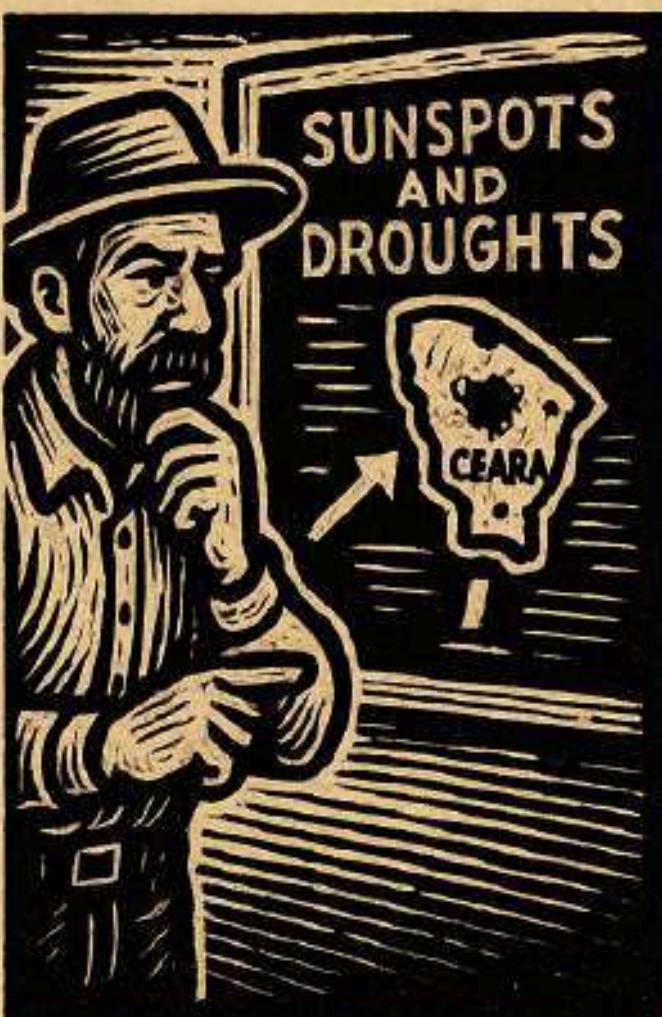
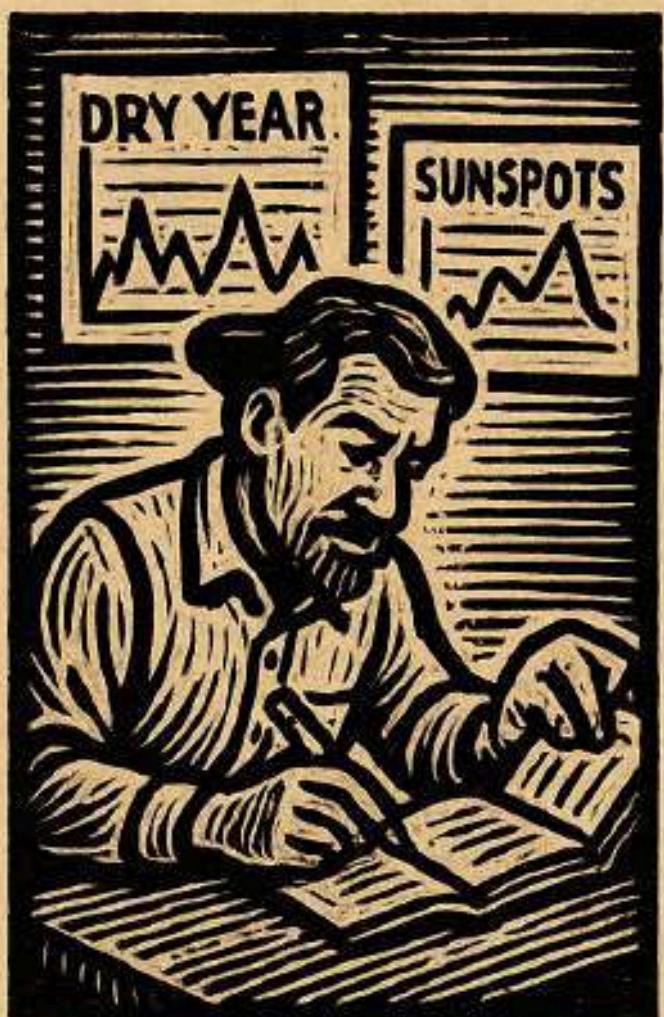
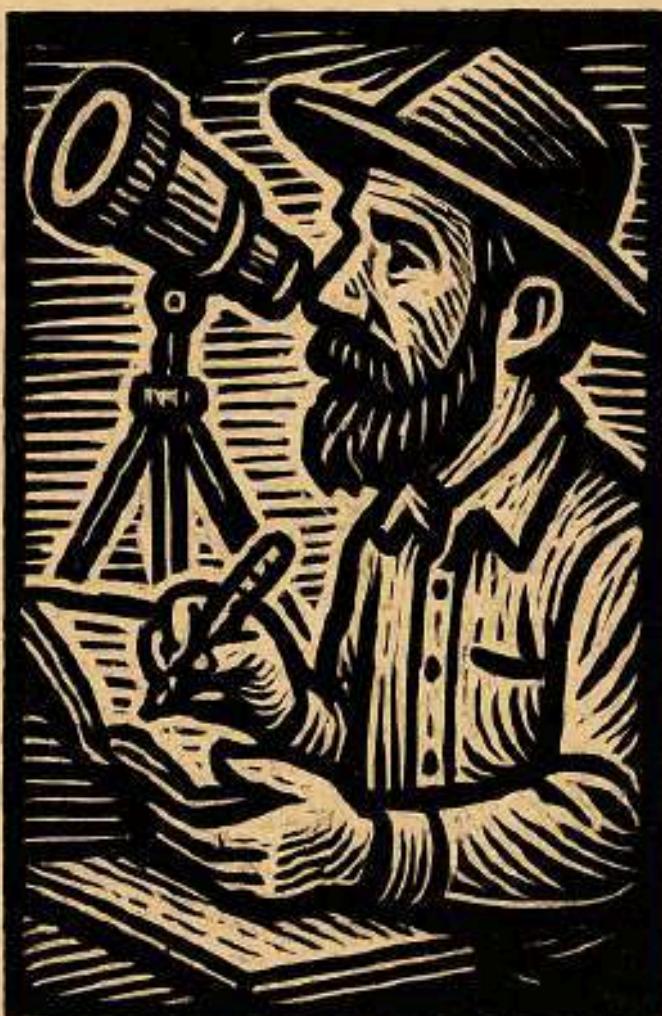
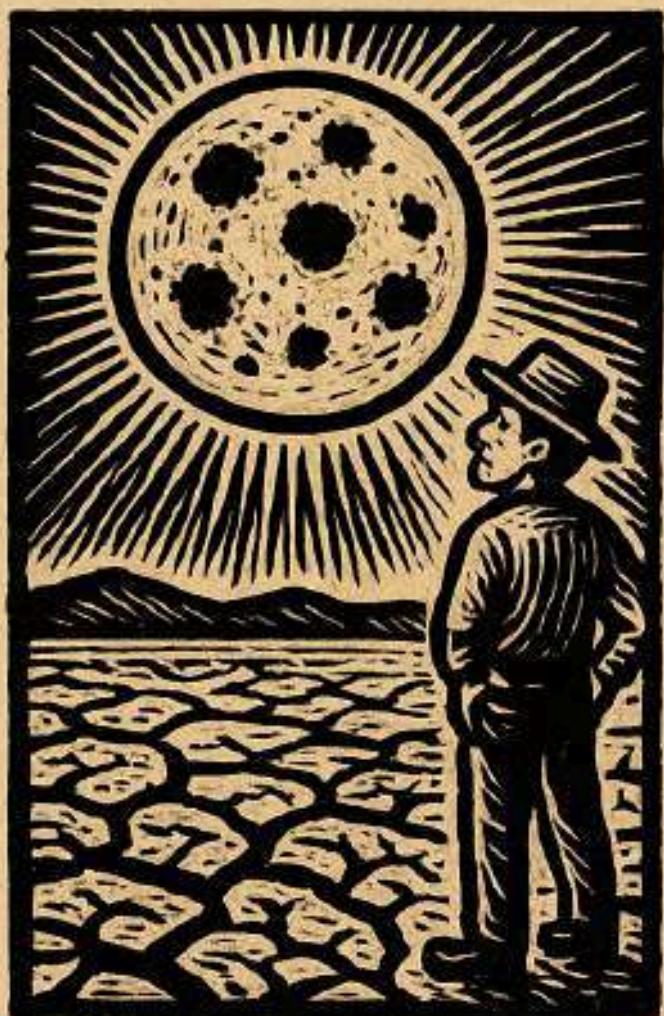
Hull e o Sol do Sertão

Hull voltou pro Ceará,
com ciência na bagagem.
Viu no céu uma pergunta,
foi buscar sua coragem.

O sertão lhe despertava
uma dúvida antiga.
Por que tanta estiagem
sem aviso ou despedida?

Com olhar de cientista
e a cabeça no compasso,
viu que o céu tinha segredos
guardados no mesmo espaço.

Estudando suas manchas,
descobriu o seu padrão:
quando o Sol perdia força,
vinha a seca no sertão.



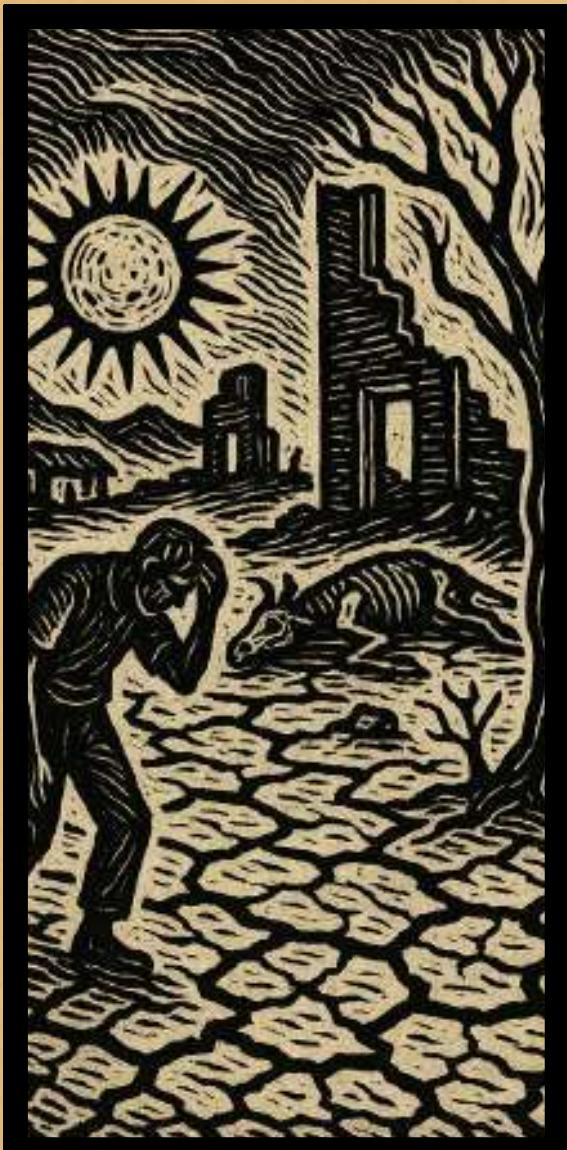
Em 1933, Francis Reginald Hull retornou ao Ceará não como visitante, mas como morador determinado a entender os mistérios climáticos do sertão. A intrigante regularidade das secas cearenses o motivava profundamente, pois não era um fenômeno meramente local, era um ciclo que se repetia com um padrão que ele acreditava ser decifrável.

Instalando seu próprio observatório, Hull mergulhou nos estudos meteorológicos. Tinha em mente a possibilidade de prever as secas a longo prazo, algo impensável para a época. Ele suspeitava que as anomalias no clima nordestino pudessem estar conectadas com o ciclo solar de onze anos, especialmente com os chamados **mínimos solares**, períodos em que a atividade das manchas solares diminui.

Utilizando os conhecimentos adquiridos em sua formação no Observatório de Greenwich, Hull cruzou dados, comparou registros históricos e observações locais. Depois de anos de pesquisa, chegou a um resultado surpreendente e confiável: cerca de **87% das secas** severas no Nordeste coincidiam com os períodos de menor atividade solar.

Esse marco foi o verdadeiro início da ciência solar nordestina. Mr. Hull plantava ali a semente de uma nova forma de entender o clima. E a partir dali, sol e sertão nunca mais seriam tratados como mundos separados.

Cordel VI



Ao Mundo o Sol do Sertão

Num salão iluminado,
com papel e precisão,
revelou ao povo atento
os segredos do sertão.

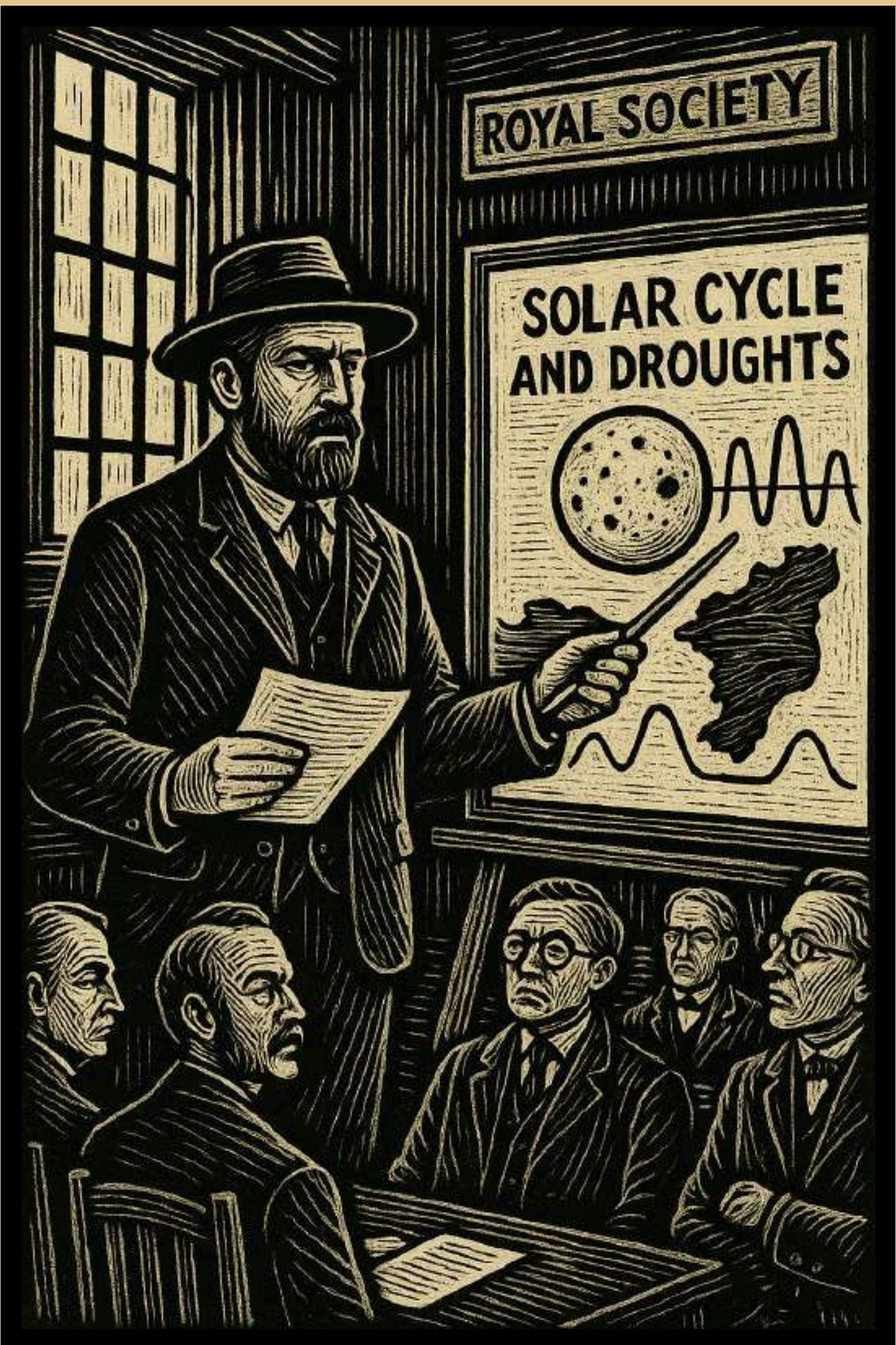
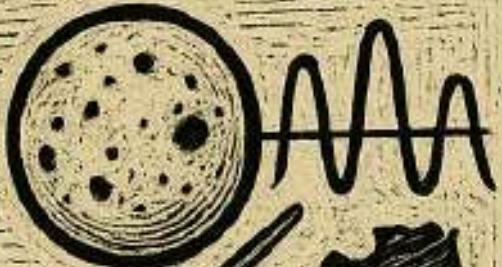
Disse: “O Sol quando se cala,
deixa a terra sem valor.
É o tempo da estiagem,
da pobreza e da dor.”

Foi no Rotary que expôs
o que tanto investigava:
“Há um ciclo nas estrelas
que com a seca se travava.”

Com coragem e firmeza,
mostrou tudo desenhado:
o diagrama das secas
e o Sol bem planejado.

ROYAL SOCIETY

SOLAR CYCLE
AND DROUGHTS



Foi num encontro realizado na sede do Rotary Club de Fortaleza que Mr. Hull, enfim, apresentou ao público cearense o fruto de suas longas observações. Na conferência, através artigo em 1942 intitulado “*A Frequência das Secas no Estado do Ceará e sua Relação com a Frequência dos Anos de Manchas Solares Mínimas*”, ele compartilhou, pela primeira vez, os chamados “*Diagramas das Secas*”.

Com gráficos traçados à mão, Hull demonstrou uma conexão: anos de menor atividade solar coincidiam com os piores períodos de



[4]

seca no Ceará. Em sua fala, destacou que os anos de 1943 e 1946 estavam dentro de um ciclo seco, previsto entre 1942 e 1947. E a realidade não tardou em confirmar sua previsão: entre 1941 e 1943, o Ceará enfrentou uma de suas maiores estiagens. Mais do que apresentar números, Hull ofereceu ao sertão uma possibilidade inédita: a de prever, com alguma antecedência, os ciclos de seca.

Cordel VII



Um Cearense de Coração

Perguntaram certa vez
qual país era o seu chão.
Hull sorriu e respondeu:
“Sou do povo do sertão!”

Lá em casa é tudo igual,
seja gente ou animal:
eu, meu filho e minha amada,
papagaio e cão de guarda, somos
todos cearense,
com orgulho e muita garra.

Fez do Ceará morada,
do Nordeste, seu brasão.
E ao pensar na despedida,
deixou logo a instrução:

“Quero a pátria me cobrindo
com a bandeira estendida.
E nos pés, barras de ferro
pra afundar minha partida.”

Certa vez, em Ilhéus, perguntaram a Mr. Hull qual era sua nacionalidade. Sem hesitar, respondeu com humor e afeto: “Lá em casa, eu, a mulher, o filho, o papagaio e o cachorro, somos todos cearenses.”

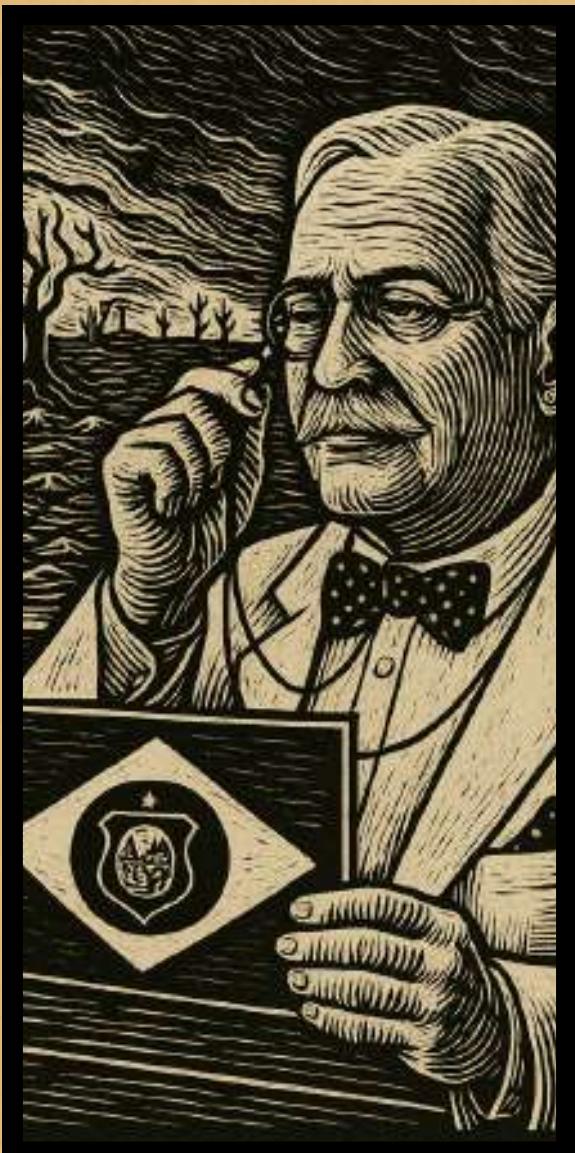
A frase, contada por seu filho Julian Hull, não era mero gracejo. Representava o amor profundo que Hull sentia pelo Ceará, terra que o acolheu e à qual ele dedicou sua vida e sua ciência.

Esse amor se eternizou também em suas últimas vontades. Mr. Hull deixou registrado que, após sua morte, **queria seu corpo envolto na bandeira de sua pátria de origem, mas com os pés atados a barras de ferro da usina da Ceará Light.** Queria que o colocassem numa jangada, e lançassem seus restos mortais a três milhas da costa cearense.

Infelizmente, seu desejo não foi cumprido. Hull repousa hoje no cemitério São João Batista, em Fortaleza - CE, sob a sombra dos ciprestes e ao alcance da brisa do mar que ele tanto amava.

Ainda assim, a simbologia permanece. Hull não virou jangada, mas virou memória. Sua história navega até hoje pelas marés da ciência, do afeto e da gratidão do povo cearense.

Cordel VIII



O legado ao filho

Mr. Hull deixou plantado
um saber iluminado:
prever seca e invernada
com ciência aplicada.

Da missão que foi deixada,
nasceu nova direção.
seu filho seguiu seus passos,
com saber e coração.

Fundou centro de pesquisa,
com coragem e saber.
Fez da seca um desafio,
fez da chuva um renascer.

Na capital nordestina,
um tributo a se lembrar,
Avenida Mister Hull,
que a memória vai guardar.

O Geografo Julian Hull, filho de Francis Reginald Hull, tornou-se legítimo herdeiro das investigações sobre a previsão das secas no Ceará. Com notável atuação, foi figura central na criação da **Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais**, onde contribuiu por muitos anos. Sua trajetória científica consolidou-se na Universidade Estadual do Ceará, onde lecionou e mantém viva a memória do pai ao instalar uma Estação Meteorológica que leva o nome de Francis Reginald Hull. O legado da família Hull permanece como símbolo de compromisso com o semiárido e com a ciência a serviço do povo cearense.

Atualmente, o nome de Mr. Hull segue presente no cotidiano de Fortaleza, batizando uma das principais vias da cidade: a Avenida Mister Hull. No entanto, apesar dessa homenagem pública, suas contribuições científicas, especialmente como astrônomo e estudioso das secas no Nordeste, permanecem pouco conhecidas na literatura.

Revisitar suas ideias, hoje, é uma oportunidade valiosa. Em um contexto de crescente atenção às mudanças climáticas, recuperar os estudos de Hull permite refletir sobre a origem de pesquisas que buscaram compreender a relação entre fenômenos naturais e impactos sociais no semiárido.

E para você, meu caro leitor, que chegou até aqui, vale um convite à reflexão: resgatar a trajetória de Mr. Hull é também ampliar nosso olhar sobre a história da ciência no país, especialmente aquela feita longe dos grandes centros.

Mais do que um resgate histórico, trata-se de reconhecer a relevância de um trabalho pioneiro, que pode dialogar com os desafios contemporâneos da ciência climática no Brasil.



Gravura que retrata a Rua Almirante Jaceguai onde Mr. Hull viveu em Fortaleza - CE.

Referências bibliográficas

- [1] AZEVEDO, R. de. **Astronomia no Ceará**. 1986. Disponível em: <<https://www.institutodoceara.org.br/>>. Acesso em: 20-01-2025.
- [2] FROTA, L. S. de Aragão e. Entrevista com o **geógrafo julian ferreira lima hull**, filho de francis reginaldo. NÚCLEO DE ESTUDOS DE HISTÓRIA SOCIAL DA CIDADE – NEHSC, 1976.
- [3] OPENAI. ChatGPT com DALL·E. **Ferramenta de geração de imagens por inteligência artificial**. 2025. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [4] HULL, F. R. frequência das secas no estado do ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas. **Almanaque do Ceará**, p. 47–52, 1942.
- [5] GARCIA, F. **Francis Reginald Hull- Mr. Hull**. 2011. Disponível em: <<http://www.fortalezaemfotos.com.br/2011/01/francis-reginald-hull-mister-hull.html>>. Acesso em: 15 de setembro 2024.
- [6] DIGITAL, B. N. Memória | **A abertura da primeira ferrovia paulista, a São Paulo Railway**. 2021. Disponível em: <<https://bndigital.bn.gov.br/artigos/memoria-a-abertura-da-primeira-ferrovia-paulista-a-sao-paulo-railway/>>. Acesso em: 13-01-2025.

Referências bibliográficas

- [7] ABBOT, C. G. **Solar variation and weather; a summary of the evidence, completely illustrated and documented.** Smithsonian miscellaneous collections, 1963.
- [8] HULL, F. R.; ABBOT, C. G. **Correspondências trocadas entre Francis R. Hull e Charles G. Abbot (1942–1944).** 1944. Correspondência pessoal digitalizada. Documentos arquivados no Smithsonian Institution Archives.
- [9] AZEVEDO, P. do Planetário Rubens de. **Planetário.** 2025. Dispónivel em: <<https://www.planetariorubensdeazevedo.com.br/>>. Acesso em: 10-01-2025.
- [10] UFC, S. d. C. **Astronomia no Ceará .** 2021. Dispónivel em: <<https://seara.ufc.br/pt/producoes/nossas-atividades/astronomia/astronomia-do-ceara/>>. Acesso em: 10-01-2025.
- [11] MATSUURA, O. T. O **observatório no telhado.** [S.l.]: Companhia Editora de Pernambuco (CEPE), 2017. Acesso em: Acessado em 03-01-2025.

Referências bibliográficas

As xilogravuras que ilustram este e-Book foram geradas com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial (IA), por meio da plataforma ChatGPT (OpenAI), utilizando o modelo DALL·E para criação de imagens com base em descrições textuais originais da autora.

Posfácio

Este e-Book nasce como fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física, mas vai além das exigências acadêmicas. É também um gesto de respeito e admiração por um território que pulsa história, resistência e ciência: o Ceará.

Ao longo das páginas, entre versos de cordel e imagens em xilogravura, revisitei a trajetória de *Francis Reginald Hull*. Escrever sobre um tema tão ligado ao lugar de origem de quem me guiou nessa caminhada é sem dúvida, uma honra.

Agradeço profundamente ao meu orientador, o Prof. Dr. Erivelton Façanha da Costa que mais do que um mestre, foi uma inspiração. Sua dedicação, sensibilidade e firmeza foram fundamentais para que este trabalho encontrasse forma e sentido.

Que este e-Book sirva não apenas como um encerramento de ciclo, mas também como um convite à valorização da ciência feita com raízes, afeto e identidade.



*Dedicado a você,
que é atento,
curioso,
e inquieto.*



INSTITUTO FEDERAL
Sertão Pernambucano
Campus Petrolina