

Arqueoastronomia de Supernovas

B.B. Martins¹, J.E. Horvath¹, F. S. M. Costa² e L. C. Jafelice³

¹Universidade de São Paulo

²Unidade Acadêmica de Física da Universidade Federal de Campina Grande

³Coletivo Educação Científica Decolonial

Resumo

As supernovas históricas, registradas por diferentes observadores ao redor do planeta por muitos séculos, também podem ter sido representadas como arte rupestre por povos originários das Américas. Existem propostas que associam petróglifos e pinturas rupestres no hemisfério norte com alguns desses eventos. O presente trabalho procura apresentar e discutir se alguns registros de petróglifos localizados nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte podem exibir essas supernovas históricas. Com o software Stellarium, foram simulados os padrões do céu no momento das explosões de cada uma das supernovas, e posteriormente comparadas com as figuras encontradas. Considerando ainda os hábitos culturais bem estabelecidos dos povos Tarairiú, identificamos correspondências sugestivas entre as figuras e as supernovas de 185, 1054 e 1572, embora o princípio da confirmação definitiva dependa de análises de datação ainda não disponíveis.

Abstract

The historical supernovae, recorded by different observers around the globe for many centuries, may have also been depicted as rock art by Indigenous peoples of the Americas. There are suggestions of the association of petroglyphs and rupestrian art in the northern hemisphere with some of these events. This work aims to present and discuss whether a set of petroglyphs located in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte may represent these historical supernovae. Using Stellarium software, the sky patterns at the time of each supernova explosion were simulated and then compared to the figures found. Considering the well-established cultural practices of the Tarairiú peoples, we identified suggestive correspondences between the figures and the supernovae of 185, 1054, and 1572, although the start of a definitive confirmation depends on dating analysis not yet available.

Palavras-chave: supernova; arqueoastronomia; arte rupestre; povos indígenas; Tarairiú.

Keywords: supernova; archaeoastronomy; rock art; Indigenous peoples; Tarairiú.

DOI: [10.47456/Cad.Astro.v6n1.47464](https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v6n1.47464)

1 Introdução

É comum hoje estarmos familiarizados com imagens muito detalhadas de satélites e telescópios que estimulam a imaginação dos estudantes e o público em geral. Porém, é também bem conhecido que os registros dos céus são feitos desde tempos muito antigos. Observações dos astros já eram feitas ao longo da pré-história, e as fases da Lua e o movimento aparente do Sol e das constelações marcados em rochas e cavernas e celebrados em monumentos de pedra. Estas observações foram fundamentais para a orientação e sobrevivência de povos nômades e para a compreensão de mudanças sazonais cíclicas, estações do ano e em outras várias mudanças correlatas [1, 2]. Depois

do começo dos assentamentos humanos, outros propósitos foram acrescentados a essas práticas, envolvendo rituais e crenças complexas que se desenvolveram por muitos séculos.

É certo que fenômenos astronômicos transientes também foram registrados na forma de arte rupestre: eclipses, conjunções de planetas e astros que causaram um aumento de luminosidade temporária no céu, e nos casos extremos, o aparecimento e posterior sumiço de alguns astros. Entre estes, é possível que povos pré-históricos tenham registrado cometas, novas e explosões de supernovas, as quais constituem nosso objeto de interesse. O estudo da relação entre conhecimento astronômico e culturas pré-históricas ou povos antigos por meio de registros arqueológicos é conhe-

cido como Arqueoastronomia [1, 2]. Neste trabalho, apresentamos possíveis registros de supernovas por povos originários no Brasil e, portanto, a Arqueoastronomia de supernovas no Brasil, especificamente nos interessantes registros do Estado da Paraíba e pelo menos um exemplo no Estado do Rio Grande do Norte.

Supernovas são explosões extremamente energéticas que podem ocorrer no final do ciclo de vida das estrelas. A fenomenologia por trás da sua ocorrência, no entanto, ainda é deveras complexa, e contém na mesma classe eventos de supernovas termonucleares, aquelas decorrentes do colapso gravitacional, as produzidas pela captura eletrônica e as chamadas superluminosas, explicadas detalhadamente na Referência [3]. Com exceção das superluminosas, a escala de energia é similar, em torno de 10^{51} erg, e para um observador a olho nu é muito difícil ou impossível dizer que tipo de evento está observando. Essa é a situação *a priori* de todos os autores nativos americanos que descreveremos a seguir. A Astronomia moderna tem localizado e estudado os remanescentes associados e, em muitos casos, reconstruiu que tipo de eventos teriam sido eles, embora existam algumas controvérsias [4]. Mas isto não afeta os registros rupestres que procuramos.

Independentemente do tipo específico de supernova, umas 1.3 ± 0.9 supernovas devem ocorrer a cada século. A última registrada, chamada de SN 1987A, decorreu da explosão da supergigante azul Sanduleak-69 202 na Grande Nuvem de Magalhães em 1987. Apenas oito registros adicionais deste tipo haviam sido descobertos e confirmados anteriormente. Essas outras supernovas históricas foram reconhecidas a partir de documentos escritos por diferentes povos de forma bastante heterogênea. Isto é, embora a escrita tenha preservado o testemunho original, existem dúvidas e imprecisões sobre a ocorrência das supernovas e suas características em geral. Veremos a seguir um breve resumo destes registros obtidos e analisados de forma moderna pela Astronomia.

2 As supernovas históricas nos últimos dois milênios

O primeiro registro histórico confirmado de uma supernova foi feito por astrônomos chineses

e data do ano 185 d.C., durante a dinastia Han. Esse evento é mencionado no *Hou Hanshu*, que descreve o surgimento de uma “estrela visitante” que permaneceu visível no céu por um período entre 8 e 20 meses. Além das incertezas quanto à duração exata da observação, também não se sabe a sua posição precisa no céu, que foi estimada próxima ao equador galáctico. O remanescente associado a essa supernova é assim incerto, pois existem diversos remanescentes de supernovas nessa região [4].

Durante as dinastias chinesas Song (Sul da China) e Jin (Norte da China), também foram registradas as supernovas SN 386 e SN 393. Em 386 d.C., uma nova estrela teria sido vista por 60 a 115 dias. Embora sua localização em torno do equador galáctico seja imprecisa, costuma-se atribuí-la ao remanescente de supernova G11.2-0.3. Porém, sua curta duração possibilita ainda que tenha sido uma nova (um fenômeno completamente diferente, de energia muitíssimo menor), e não de uma supernova. Já a SN 393, visível por cerca de 8 meses, é considerada uma supernova mais provável, embora não se conheça seu remanescente, e sua localização também foi estimada nas proximidades do equador galáctico [4].

Em 1006, o árabe Ali Ibn Ridwan registrou no *Kitab al-Shifa* o aparecimento de um objeto muito brilhante, próximo às constelações de Escorpião e Touro. O objeto teria, inicialmente, um brilho um pouco maior do que $\frac{1}{4}$ da Lua cheia e permanecido visível por cerca de três anos, até o seu desaparecimento [4]. Monges suíços também descreveram uma variabilidade no brilho do objeto, e chineses relataram que ele corresponderia a metade da Lua cheia, mas que teria aparecido na constelação de Lupus, distante angularmente cerca de 1 grau da constelação de Escorpião [4].

Embora as primeiras análises tenham considerado o objeto do ano 1006 como um cometa, o seu aparecimento súbito descrito em bastante detalhe por Ibn Ridwan e os registros adicionais em Marrocos, Japão, Iêmen e China levaram à identificação do evento como a SN 1006, considerada a supernova mais brilhante já registrada. O brilho de objetos astrofísicos é comumente descrito por uma escala de magnitude, em que, quanto menor o valor, mais brilhante o astro é. Estima-se que a SN 1006 tenha atingido uma magnitude máxima de -7.5 , tornando-se visível inclusive du-

rante o dia [4] por bastante tempo. Para efeitos de comparação, Vênus possui uma magnitude visual máxima de -4.4.

Ademais destes casos, a supernova SN 1054 foi registrada pela primeira vez em 4 de julho de 1054 d.C. pelos chineses e japoneses [4, 5]. Conforme apresentado por Brandt e Williamson [6], na China, a aparição também foi nomeada de “estrela convidada” e surgiu na Dinastia Song, segundo os textos de Song Shi e Song Huiyao, na direção leste, sob a vigilância da estrela Tiānguān (Zeta Tauri). A supernova ficou visível no céu noturno durante 642 dias de acordo com Song Huiyao [7].

Conforme Fujiwara no Teika (Período Kamakura, séculos 12–13 D.C. [8]) no Japão, nos textos Meigetsuki e Ichidai Yoki também é mencionada uma “estrela convidada” que surgiu no quarto mês lunar (entre 30 de maio a 8 de junho de 1054 no calendário juliano), emergindo próximo à Zeta Tauri e com um brilho tão intenso quanto Júpiter (magnitude máxima ~ -3). Sabe-se que, na noite em que a explosão da SN 1054 foi observada, a magnitude aparente chegou a um valor de -6 (ou cerca de seis vezes mais brilhante que o planeta Vênus), o suficiente para chamar atenção daqueles que estavam habituados com a quietude e harmonia do Cosmos [9].

Na cultura árabe, o evento também foi testemunhado por astrônomos como o médico Ibn Butlan na obra *Uyun a-Anba*, uma enciclopédia biográfica de médicos. A ausência de relatos da supernova na literatura árabe pode ser explicada pelo fato de que os astrônomos árabes tradicionalmente eram interessados em fenômenos cíclicos, regulares e previsíveis, e eventos como supernovas e cometas eram ignorados. Isso poderia ser explicado em parte pela influência de Aristóteles, que defendia a imutabilidade dos céus [10], o que não impediu que alguns observadores realmente enxergassem o evento e o registrassem. Existe também a possibilidade real de haver mais registros desse e de outros fenômenos astronômicos transientes que ficaram perdidos no tempo.

Segundo alguns autores [9, 11–14], a SN 1054 também foi vista pelos europeus, como provaria o relato escrito por Jacobus Malvecius, em uma crônica, no século 15: “E naqueles dias uma estrela de imenso brilho apareceu dentro do círculo da Lua alguns dias após sua separação do Sol”

(Ref. [11], pp. 10-17). Há outros documentos que sugerem relatos da supernova na Europa, como a Cronica Rampona [12], a Crônica da Igreja de Oudenburg [13], a História de Albertus, uma crônica armênia, bem como algumas menções vagas nos Anais Irlandeses [14]. A SN 1054 foi associada no século 18 à nebulosa do Caranguejo.

Há mais exemplos posteriores: segundo registros das dinastias Song e Jin, a supernova de 1181 foi observada a partir do dia 6 de agosto e permaneceu visível por 185 dias. O evento foi descrito na quinta estrela da constelação imperial chinesa de *Chuanshe*, conforme documentado no *Wenxian Tongkao* (“Estudo Compreensivo da Civilização”). Também foi registrada por japoneses em várias fontes. Atualmente, identifica-se o local de explosão da supernova como a fonte de rádio 3C58 (G130.7+3.1), onde foi identificado um remanescente de supernova contendo um pulsar [4].

Ao ser um evento bem mais moderno, há diversos registros da explosão da supernova de 1572, localizada na constelação da Cassiopeia. Os coreanos avistaram o evento em 6 de novembro com um brilho comparável ao de Vênus, seguido pelos chineses em 8 de novembro, que relataram sua visibilidade até mesmo durante o dia. A supernova permaneceu visível por cerca de 18 meses [4]. O astrônomo europeu Tycho Brahe observou o fenômeno em 11 de novembro, realizando medições precisas de sua localização, cor e tamanho aparente, razão pela qual o evento ficou conhecido como Supernova de Tycho (SN 1572). Em 1952, a supernova foi associada ao remanescente 3C10 (G120.1+2.1), uma intensa fonte de ondas de rádio e raios-X.

Por fim, a supernova de Kepler (SN 1604) foi observada na Europa em 9 de outubro de 1604, na China em 10 de outubro e na Coreia em 13 de outubro, próxima à conjunção de Marte e Júpiter. O astrônomo Johannes Kepler descreveu em seu livro *De Stella Nova in Pede Serpentarii* a posição da supernova e as mudanças em seu brilho ao longo de 12 meses. No entanto, as primeiras observações não coincidem com o momento de seu brilho máximo, que teria ocorrido por volta de 28 de outubro, data próxima ao dia em que a explosão já seria observável [4]. A SN 1604 está associada ao remanescente G4.5+6.8, uma fonte intensa de ondas de rádio e raios-X.

3 Os registros rupestres de supernovas no hemisfério norte

Em se tratando de eventos notáveis, podemos esperar que povos originários sem sistemas de escrita também podem ter observado as explosões e as registrado na forma de arte. Nos Estados Unidos, há bastante investigação sobre a associação entre petróglifos (gravuras registradas em rochas) encontrados nos estados do Novo México, Arizona, Nevada e Califórnia a essas supernovas históricas registradas nos demais continentes [5]. A análise da arte rupestre em Chaco Canyon, Novo México, propôs que o Pueblo Ancestral (popularmente chamado de Anasazi), conhecido por suas avançadas observações astronômicas, também pode ter registrado a supernova de 1054 (SN 1054) entre suas representações de estrelas e constelações.

O célebre petróglifo de Chaco Canyon foi descoberto em 1970. Está localizado no sítio Peñasco Blanco e data do século 11 d.C. No local, há três pinturas rupestres (Figura 1), na qual pode-se observar uma Lua crescente voltada para baixo ao lado de um objeto celestial brilhante à esquerda, o que seria a representação artística da supernova quando ela explodiu na manhã do dia 05 de julho de 1054. Este período corresponde ao auge dessa civilização. Logo acima da Lua crescente, há uma pintura de uma mão esquerda, indicando uma espécie de assinatura do artista ameríndio como sugerem Clottes e Lewis-Williams [15]:

“Estas mãos não são uma imagem inventada. Foram realizadas colocando a mão e por vezes o antebraço contra a parede rochosa e cobertas de tinta. Depois a mão era retirada deixando o seu contorno em negativo. Criavam “desenhos” das suas mãos, alguns com dedos incompletos ou mesmo ausentes, seriam “assinaturas individuais.”

Ao endosso implícito da Ref. [15] à hipótese da supernova, podemos contrapor o ceticismo antropológico de Kolber e Yoder [16], apontando que o registro não tem a ver com o resto da abundante arte presente na região. De fato Krupp [5] sugere que não é claro quem o fez, nem quando, já que o estilo parece com o Zuni que é encontrado vários séculos mais tarde.

Dezenas de outros petróglifos que também mostram uma possível conjunção astronômica fo-



Figura 1: Petróglifos em Chaco Canyon, Novo México. Foto: Alex Marentes

ram descobertos espalhados em sítios próximos, em estados vizinhos, como as figuras rupestres descobertas pelo fotógrafo William C. Miller em 1955 [17] e por H. A. Abt e J.W. Fountain mais recentemente [18], ambas no nordeste do Arizona. Entretanto, embora defendia-se a existência de um terceiro petróglifo sugestivo dessa conjunção, descoberto em 2012 no parque Nacional Água Fria, com uma figura circular seguindo o mesmo padrão, com destaque para o que poderia ser a Lua e a SN 1054, há fortes indícios de que a imagem retrata, na verdade, um processo cerimonialístico de escalpelamento [5]. Este tipo de questionamento nos alerta em geral sobre os riscos de uma extrapolação puramente visual, sem um contexto maior de caráter antropológico e cultural, além da necessidade imperativa de datação confiável.

Um segundo exemplo de confusão está no sítio de Tenabo no México, onde também foram encontrados petróglifos que, a princípio, poderiam representar a SN 1054. Porém, os astros têm posição relativa oposta ao que deveriam estar visíveis no céu, e existe ainda uma cauda representada junto ao astro brilhante [5], que deve ser assim uma representação da estrela vespertina Vênus, conforme levantado por P. Schaafsma [19–21] que estudou as representações de guerra desse astro no sudoeste americano. Esses exemplos demonstram o quanto a interpretação atual de artes rupestres pode ser complicada por diferenças socioculturais com os criadores da representação. Uma lista bastante extensa de registros tentativamente associados com supernovas foi publicada por Krupp [5] e as críticas pertinentes esmiuçadas



Figura 2: Simulação no *Stellarium* das supernovas históricas que podem ter sido vistas com a Lua (esquerda) e com o Sol (direita). Apenas as supernovas 185, 386, 1054, 1181, 1572 e 1604 podem ter sido observadas. Os tamanhos angulares da Lua e das supernovas são apenas ilustrativos. A não representação das demais supernovas não quer dizer que não tenham sido visíveis durante o dia, apenas estavam distantes demais do Sol.

caso a caso.

Concluimos que não há consenso científico para atribuir nenhuma das imagens a uma representação da explosão de uma supernova histórica. É possível que novas evidências venham mudar esta situação, mas todas as propostas devem ser consideradas como descartadas ou “a conferir”.

4 Visualizações das supernovas históricas desde o sul

As supernovas históricas mencionadas e suas principais características estão detalhadas nas Tabelas 1 e 2. Para investigarmos se esses eventos também foram observados pelos povos originários das Américas no sul, e se poderiam estar relacionados à arte rupestre, reconstruímos o padrão do céu nas datas aproximadas em que as supernovas ocorreram. A latitude escolhida foi João Pessoa (PB), devido à existência de várias possíveis representações de supernovas no estado brasileiro

da Paraíba. Utilizamos o software *Stellarium* [22] para determinar as coordenadas de cada supernova, além de analisar sua posição relativa ao Sol e à Lua e a fase lunar durante os eventos, a fim de avaliar suas condições de visibilidade.

Como resultado mais relevante, descobrimos que apenas as supernovas 185, 1054, 1181 e 1572 podem ter sido observadas simultaneamente com a Lua, tal como representado na Figura 2 (esquerda). Nos três primeiros casos, a Lua estava em fase minguante, e no último como crescente. Por outro lado, a posição da supernova pode ser observada próxima ao Sol para as supernovas 185, 386, 1054, 1181, 1572 e 1604, como mostra a Figura 2 (direita).

No Brasil, há evidências de que povos indígenas criaram sistemas de constelações e calendários próprios a partir de constelações sazonais como a constelação das Plêiades, a exemplo dos Tupinambá do Maranhão e dos Guarani [1, 2]. Na Bahia, em Santa Catarina e no Amapá, por exemplo, foram encontrados relógios solares e mo-

Tabela 1: Supernovas históricas, nomes, datas, duração, distâncias em kpc, magnitudes máximas, tipos e remanescentes compactos nos últimos dois milênios. Os eventos com o símbolo “*” são incertos e podem ter correspondido de fato a supernovas ou novas. Alguns dados também são debatidos, representados por “?”.

Supernova	Data	Duração	Distância (kpc)	Magnitude máxima	Tipo	Remanescente Compacto
SN 185	07/12/185	8 ou 20 meses	2.6	?	Ia	Nenhum
SN 386*	10/08/386	3 meses	4.5	+1.5	II?	G11-2-0-3?
SN 393*	28/03/393	8 meses	1?	0	II/Ib?	?
SN 1006	01/05/1006	3 anos	2.3	-7.5	Ia	SNR327.6+14.6
SN 1054	05/07/1054	21 meses	2	-6	II?	PSR B053+21
SN 1181*	06/08/1181	6 meses	2.6	0	?	3C58
SN 1572 (Tycho)	11/11/1572	18 meses	2.5-3	-4	Ia	G120-1+2-1
SN 1604 (Kepler)	08/10/1604	12 meses	6.3	-2.5	Ia	G4.5+6.8

Tabela 2: As supernovas históricas e prováveis localizações em coordenadas ascensão reta e declinação reconstruídas a partir dos relatos e evidências disponíveis.

Supernova	Ascensão Reta	Declinação
SN 185	14°43'00"	-62°30'00"
SN 386	18°11.5'	-19°25'
SN 393	17°14'	-39.8°
SN 1006	15°02'22.1"	-42°05'49"
SN 1054	5°34.5'	+22°01'
SN 1181	0°53'11.2"	+67°30' 02.4'
SN 1572 (Tycho)	0°25.3'	+64°09"
SN 1604 (Kepler)	17°30'35.98"	-21°28' 56.2"

numentos megalíticos (círculos de rochas) construídos para visualizar solstícios ou equinócios. Além disso, os astros também possuem significados culturais e ritualísticos para vários povos indígenas [1, 2]. Como os astros tinham grande importância para essas sociedades, é possível que explosões de supernovas visíveis a olho nu tenham sido registradas por indígenas do Brasil. Isso pode ter resultados interessantes para eventos invisíveis desde o norte, já que não se conhece registros de supernovas confirmados somente pelos povos do sul.

Entretanto, sem registros escritos e tendo em vista diferenças socioculturais que resultam do distanciamento temporal com os criadores já apontadas, existe um desafio maiúsculo em interpretar as artes rupestres encontradas, assim como vimos nos casos mostrados na Seção anterior. Por isso, optamos por uma análise criteriosa em que

registros rupestres com apenas uma figura isolada foram descartadas, e comparamos pares de figuras encontradas (possível supernova histórica com a Lua ou com o Sol) com a reconstrução do padrão do céu no dia da observação da explosão das supernovas como critério eliminatório. Caso a posição relativa dos astros e a fase da Lua sejam condizentes com o esperado, julgamos possível que o desenho seja de fato uma representação da supernova, a ser confirmada com a datação da arte rupestre, isto é, a determinação da sua idade e outros elementos quaisquer que possam ajudar na confirmação.

Pelas simulações, percebemos que, para os nativos no estado da Paraíba, a SN 185 teria surgido acima do horizonte entre 1h e 2h, tal que a Lua minguante apareceu em torno das 4h à esquerda da supernova. O Sol ficou visível também à esquerda da supernova a partir das 5h. A SN 185 ficou visível durante o dia até em torno das 14h, com a Lua e o Sol à sua direita e acima.

Por outro lado, em torno de 0h, a SN 386 já era visível, porém se pôs em torno das 2h. Reapareceu acima do horizonte entre 13h e 14h. Apesar de ser visível durante o dia, a supernova pôde ser observada apenas por um curto período de tempo com o Sol em torno das 14h, mas com grande distância angular entre si. Não pode ter sido observada junto com a Lua.

A SN 393 esteve visível na madrugada e se pôs entre 9h e 10h. Não pôde ser observada nem junto com a Lua nem com o Sol. Entretanto, Júpiter e Saturno podem ter sido observados próximos à SN 393.



Figura 3: Simulação no *Stellarium* da SN1006 em quatro horários distintos (0h, 5h, 18h e 20h). Embora o Sol e a Lua não foram observados próximos à supernova, Marte pode ter sido observado em diferentes horários próximo dela.

Conforme a Figura 3, a SN 1006 esteve visível durante a madrugada, se pôs entre 5h e 6h e ressurgiu no horizonte a partir das 17h, mas não pôde ser observada nem com a Lua nem com o Sol, então não é possível distingui-la em petróglifos, apenas se Marte houver sido representado também.

A SN 1054 ficou visível à direita da Lua minguante durante a madrugada do dia 05/07/1054 e acompanhou o Sol das 06h até às 15h, posteriormente ficando abaixo da linha de horizonte.

A SN 1181 ficou visível à esquerda da Lua durante a madrugada e o início do dia. Pôde ser vista por um curto período de tempo com o Sol à direita em torno das 6h, entre 7h e 8h ficou abaixo da linha de horizonte, quando havia somente uma pequena distância angular entre a supernova, a Lua e o Sol.

A SN 1572 já era visível à 0h, mas se pôs entre 1h e 2h. Reapareceu acima da linha do horizonte a partir das 15h, estando a Lua crescente à sua direita. Pôde ser vista a uma grande distância angular do Sol, à sua esquerda, em torno das 16h. Às 22h, a Lua esteve à sua esquerda. Júpiter também era observado no campo.

A SN 1604 ficou visível em torno das 10h, com pouca diferença angular em relação ao Sol. Júpiter e Saturno puderam ter sido observados próximos angularmente à supernova, mas não a Lua, já que se pôs às 22h.

Esta descrição de cada um dos eventos pode agora ser contrastada com os registros disponí-



Figura 4: Petróglifos encontrados no Complexo Arqueológico das Areias. A primeira gravura apresenta 4 raios, enquanto a segunda detém 6 raios (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos)

veis gravados, sendo essa presença simultânea da supernova e o Sol/Lua no céu um critério que reforça ou descarta a viabilidade de cada um desses registros corresponder ao respectivo fenômeno luminoso transiente em questão.

5 Petróglifos no Brasil e possíveis registros de supernovas

5.1 Sítios arqueológicos

No Complexo Arqueológico das Areias, em Catolé do Rocha (PB), há diversos petróglifos. Entre eles, é possível distinguir duas figuras com raios (Figura 4), podendo representar dois astros luminosos próximos. Como há uma diferença no número de retas de cada representação, é possível que sejam astros de mesma natureza, porém distintos. Entretanto, se forem representações de estrelas, não é claro se são apenas duas estrelas comuns ou se sugerem que o Sol esteve próximo a uma supernova, sem ainda excluir outras interpretações.

No sítio arqueológico Baião, em São José do Brejo do Cruz (PB), há diversos petróglifos parecidos com as figuras com retas do Complexo Arqueológico de Areias. Mas, além dos raios, também é visível um envoltório circular em cada representação, como nas duas imagens da Figura 5. O envoltório poderia representar o halo do objeto, que, então, deveria estar próximo. Dessa forma, é possível que sejam o Sol e uma supernova. Para isso, seria necessário se tratar de uma das supernovas visíveis próximas ao Sol. No entanto, várias



Figura 5: Petróglifos do sítio arqueológico Baião. As figuras raiadas apresentam uma espécie de envoltório circular (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos).



Figura 6: Depressão rochosa com petróglifos no sítio arqueológico Tanque do Bravo (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos).



Figura 7: Detalhe dos petróglifos no sítio arqueológico Tanque do Bravo (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos).

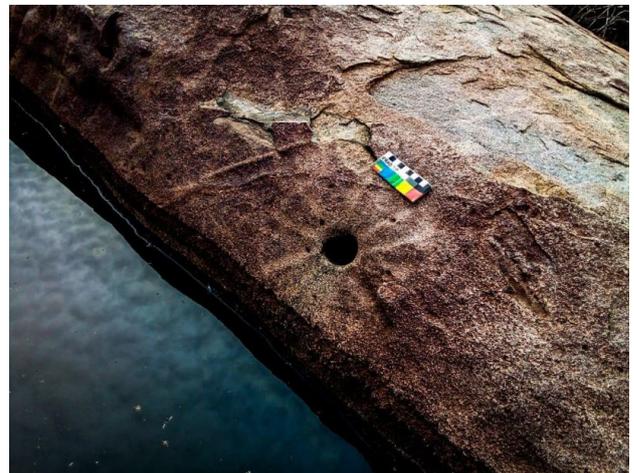


Figura 8: Petróglifo com um notório buraco central (conhecido como capsular ou cúpula) no sítio arqueológico Tanque do Bravo (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos).

outras interpretações são também possíveis.

No sítio arqueológico Tanque do Bravo, em Belém do Brejo da Cruz, também há figuras semelhantes. Nas margens de uma depressão rochosa natural, na Figura 6, são encontradas outras figuras com raios (Figura 7), mas algumas delas apresentam profundidade, como na Figura 8, e também há possíveis constelações. Na mesma cidade, no sítio arqueológico do Bom Jesus, também há outros registros de mapeamentos de constelações (Figura 9).

Por outro lado, no sítio arqueológico Lagoa do Escuro, na zona rural de Taperoá (PB), em um afloramento rochoso cuja face vertical está previamente polida e ligeiramente inclinada (Figura 10), há um possível registro de supernova com a Lua gravado [23]. O padrão dos desenhos na Fi-

gura 11 parece evidenciar um astro brilhante e a Lua crescente. A posição relativa entre os dois e a fase da Lua são compatíveis com a visualização do céu para as supernovas SN 1054 em torno

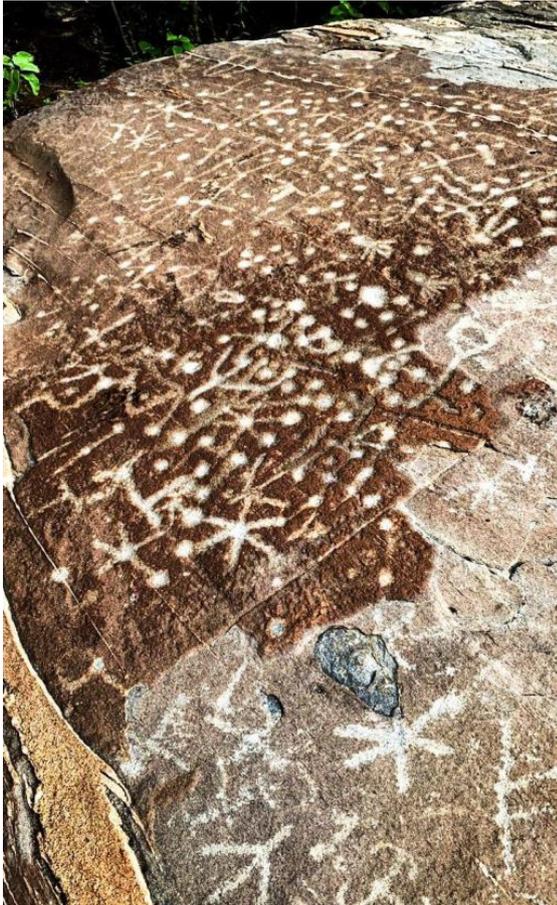


Figura 9: Petróglifos que, possivelmente, representam constelações no sítio arqueológico do Bom Jesus (Créditos: Dr. Juvandi de Souza Santos).

de 13h e SN 1181 entre 2h e 3h. Além disso, a repetição dos círculos concêntricos sugere uma interpretação comum do fenômeno da supernova.

No sítio arqueológico Lameirão I, em São José dos Espinharas (PB), é possível encontrar diversas artes rupestres dispostas horizontalmente em um extenso lajedado, muitas delas antropomórficas ou denotando astros. Entre as figuras, é possível notar uma Lua com concavidade oposta ao astro luminoso, à direita, configuração possível somente para a SN 1054 em torno das 5h (Figura 12).

Em Congo (PB), há diversas figuras rupestres no teto da Toca dos Astros (Figuras 13 e 14). Entre os desenhos, há uma possível Lua crescente com concavidade voltada para um objeto representado por um círculo avermelhado com um halo em volta, na Figura 15. A Lua e a possível supernova parecem estar paralelas. Além disso, na Figura 16 há a representação distinta de dois as-



Figura 10: Vista parcial do Sítio Arqueológico Lagoa do Escuro com o afloramento rochoso contendo gravuras em baixo relevo. À direita, a possível representação da conjunção supernova-Lua.



Figura 11: À esquerda, detalhe do petróglifo do sítio arqueológico lagoa do escuro que possivelmente representa a supernova 1054 ou a supernova 1181, ladeando a Lua crescente. À direita, desenho do Felipe S.M. Costa.

tros que também poderiam ser associados ao Sol e a uma supernova, logo, se for o caso, ela teria que ter sido vista durante o dia. Dificilmente haveria outro astro que possa ser identificado como candidato, a menos de um cometa. Porém, não há nenhum sinal de cauda visível.

Se ambas as representações se tratarem do mesmo evento, o padrão é compatível com as supernovas SN185 em torno das 10h, SN1054 em torno das 13h e SN1572 em torno das 16h. Note que, devido à pequena distância angular entre a Lua e a SN1054 e ao grande brilho da supernova, elas podem ter sido percebidas como paralelas. Como as três supernovas foram visíveis também durante o dia, caso os petróglifos com o Sol ou



Figura 12: Petróglifos no sítio arqueológico Lameirão I. Vários possíveis astros luminosos estão presentes. À direita, há uma Lua com concavidade oposta ao astro luminoso contíguo.



Figura 13: Visão da Toca dos Astros.

com a Lua se tratem de eventos distintos, o resultado é essencialmente o mesmo.

Finalmente apresentamos um caso do município de Patu, no estado brasileiro do Rio Grande do Norte (RN), ainda inédito em boa medida e que tem características identificáveis com o registro de uma supernova, resultante de um trabalho envolvendo levantamentos astrométricos e coleta de dados associados a atividades das populações que habitaram o sítio arqueológico estudado entre 7.000 e 4.000 anos atrás; dentre tais atividades, destacam-se petróglifos e pinturas rupestres indicativas de ações fundamentadas em possíveis registros de caráter astronômico [24].

A imagem mostra duas “rodas” e uma cena de caça, sugerindo atividade diurna. Assim, o mais



Figura 14: Petróglifos no teto do sítio arqueológico Toca dos Astros.



Figura 15: Detalhe da imagem anterior: Lua e possível supernova com halo entre os petróglifos no sítio arqueológico Toca dos Astros.

razoável seria a procura de eventos que tenham sido visíveis durante o dia e brilhantes o suficiente quando a supernova ficou visível. Na Figura 2 (direita) estão as visualizações dos eventos históricos que foram visíveis durante o dia não muito longe do Sol. Embora seja possível associar algum dos eventos com um pouco de otimismo, não há elementos objetivos para defender nenhuma associação em particular. Este petróglifo apresenta uma semelhança notável com a identificação da Ref. [25], uma cena idêntica na Índia que poderia se referir a uma supernova de mais de 5000 anos de idade. Também podemos apontar que este padrão de “rodas” aparece em outros sítios arqueológicos diferentes, por exemplo, no penhasco de Jiangjunya, que fica a cerca de 9 km a sudoeste da cidade de Lianyungang, na província de Ji-



Figura 16: Sol e possível supernova dentre os petróglifos no sítio arqueológico Toca dos Astros.

angsu, China (Figura 17, Ref. [26]). Embora já foram interpretadas como uma sequência temporal, com duas imagens do mesmo objeto em diferentes tempos, também cabe sugerir que são dois objetos diferentes de brilho semelhante (a assimetria das duas rodas é evidente), o qual viria a coincidir com a proposta especulativa de que as “rodas” de Patu, RN poderiam estar ligadas a um evento de supernova visível durante o dia, por exemplo, a SN 1604 na Figura 2 (direita). No caso do Brasil, não temos como aprofundar esta proposta sem novos dados (vide a seguir).

5.2 Datação do material

A datação de petróglifos e arte rupestre em geral é um problema complexo e que depende caso a caso das condições do material a ser datado. Isto é, embora em princípio haja técnicas disponíveis, nem sempre são aplicáveis para um caso específico. Lima de Oliveira e dos Santos Júnior discutem na Ref. [27] as datações relativas (ou seja, aquelas com as quais é possível definir uma sequência cronológica, mas não uma origem ou ponto confiável no tempo) e absolutas (ou semiabsolutas) que determinam datas máximas e mínimas. Os respectivos métodos (presença de fósseis-guia, decaimento do ^{14}C especialmente adequado para épocas relativamente recentes, Espectroscopia de Ressonância Paramagnética Eletrônica, também conhecida como Ressonância de Spin Eletrônico (ESR) e, naturalmente, análises



Figura 17: As rodas de Jiangjunya, Chuna. A interpretação de uma sequência temporal da passagem do Sol tem sido sugerida, mas nada descarta a possível simultaneidade das duas “rodas” ao mesmo tempo no céu, tal como os exemplos das Figuras 18.

estilísticas e iconográficas) apresentam vantagens e problemas. No caso do material apresentado acima, poderíamos dizer que estas análises são bastante inviáveis pelo desconhecimento substancial dos detalhes das ocupações humanas em relação a suas visões do céu e do entorno longínquo. A variação temporal por sucessivas oleadas e mudanças culturais várias é outro complicador importante. De fato, a compreensão das ocupações desde o período Holoceno estão sendo investigadas de forma fragmentada, e não é possível estabelecer marcos gerais com características específicas, tal como seria desejável para contextualizar as imagens candidatas das supernovas.

Seis dos sete sítios mencionados se localizam na região do Cariri paraibano. Nesse sentido, a idade dos registros deixados já pode indicar se mostram uma determinada supernova de fato. Conforme diversas evidências arqueológicas, incluindo ossadas humanas, a própria arte rupestre, cerâmica, e carvão oriundo de fogueiras, a ocupação humana no Nordeste iniciou há pelo menos 13.000 anos. Na Paraíba, estudos arqueológicos recentes [28] revelam a presença de povos indígenas na região muitos milênios antes da chegada dos portugueses, num intervalo temporal que abrange todas as supernovas das Tabelas 1 e 2.

Como exemplo desta abrangência, no Sítio Serra Branca I, situado no município de Serra Branca, no Cariri paraibano, os registros arqueológicos indicam ocupação humana datada de cerca de 6.921 ± 33 anos atrás. Assim, os registros poderiam ser de qualquer uma das respectivas supernovas mencionadas. Esses achados



Figura 18: Esquerda: o petróglifo das “rodas” em Patu, RN (Foto de um dos autores, L.C.J., Ref. [24]). Direita: a imagem do petróglifo indiano estudado na Ref. [25], surpreendentemente similar ao brasileiro até na disposição da cena de caça.

incluem restos de ocupações, ferramentas e outros indícios que sugerem a atividade de grupos caçadores-coletores na região.

No entanto, outro estudo arqueológico [29], realizado no Cariri Paraibano, confirmou duas datações em dois sítios arqueológicos distintos. No primeiro caso, no sítio arqueológico Barra, em Camalaú-PB, foram encontrados restos humanos datados em 1.220 ± 30 anos AP (antes do presente). Então, só teria sido possível para esses povos observar as supernovas SN 1006, SN 1054, SN 1181, SN1572 e SN1604 supondo que a data é próxima à primeira presença humana. Esses vestígios foram localizados em um abrigo rochoso com forte evidência de ocupação humana e atividades culturais. O segundo registro, datado com data tentativa de 1.880 ± 30 anos AP, é do sítio Serrote da Macambira, localizado em São João do Cariri-PB, ou seja, havia povos habitando a região na época de todas as supernovas desde a SN 185 ou até antes. Desta breve lista fica claro que há uma necessidade real de datação dos sítios com imagens candidatas em cada caso, o qual não foi tentado até hoje.

Segundo Borges [30], as microrregiões do Cariri foram ocupadas pelos povos Tarairiús (denominados de forma genérica como Tapuias). Os Tarairiú eram povos nômades que tinham hábitos diurnos e se recolhiam à noite em acampamentos, evitavam marchas noturnas, principalmente para evitar as serpentes, e realizavam práticas rituais noturnas. Seus hábitos também incluíam

a pesca de peixes à beira do rio, caça e também coletavam raízes, frutas e recolhiam mel silvestre. Os Tapuias integravam mitos e práticas espirituais à sua relação com o Cosmos, o que pode justificar a existência dos registros astronômicos encontrados. Mas embora fosse desejável, não é possível afirmar hoje nada muito conclusivo que auxilie na tarefa principal do nosso estudo.

6 Conclusões

Apresentamos neste trabalho uma tentativa preliminar de identificação de eventos transientes (supernovas) achados em solo brasileiro. Embora o material seja interessante desde um ponto de vista amplo, é evidente que a amostragem é parcial e que existem seguramente muitos sítios adicionais não devidamente identificados e explorados. A experiência com os registros do hemisfério norte nos alerta a respeito da quantidade de problemas e objeções que estão presentes nesta difícil tarefa. Contudo, acreditamos que estes registros do sul devem ser conhecidos e estudados a fundo, em particular, aqueles que são candidatos a representar supernovas.

Como expressado acima, o critério mínimo por nós estabelecido levou a considerar figuras junto com a Lua ou o Sol como candidatas, descartando outras figuras isoladas. Ainda assim, a interpretação da presença de uma supernova na imagem rupestre é sujeita a incertezas, e nenhuma pode

ser dada por confirmada. Ainda mais, não dispomos de nenhuma datação deste material, fator que consideramos imprescindível para qualquer avanço na identificação definitiva.

As três datações mencionadas acima são distintas e, como os povos indígenas estariam ocupando as regiões do Cariri antes e depois de cada uma das datações, ainda é incerto quais supernovas podem ter sido testemunhadas em cada sítio arqueológico. Devemos notar que essas datações não foram feitas nos sítios das imagens. Contudo, o hábito diurno dos Tarairiú pode ser uma evidência de que as supernovas observadas e registradas ocorreram apenas entre o nascer e o pôr do Sol. Por essa razão, descartamos tentativamente todas as supernovas que não apareceram durante o dia. Assim, o petróglifo da Lagoa do Escuro provavelmente representaria a SN 1054, não a SN 1181 que apareceu apenas brevemente com o Sol, o do Lameirão I mantém sua chance como representação da SN 1054 e o da Toca dos Astros continua podendo representar as supernovas SN 185, SN 1054 ou SN 1572. Considerando, também, a proximidade dos sítios arqueológicos, é possível que as gravuras rupestres estejam interligadas de alguma forma e todas sejam representações do mesmo evento: a supernova 1054, hipótese a conferir no futuro.

Um fato que acreditamos muito relevante é que não encontramos nenhum registro candidato para a SN 1006, a supernova mais brilhante da história, e definitivamente um objeto do hemisfério sul (declinação -42° , Tabela 1). As crônicas do norte coincidem no seu brilho extremo, comparado a $1/3$ da Lua cheia [4]. A SN 1006 foi visível durante o dia por muitas semanas, mas os registros brasileiros não mostram nenhum caso que sugira sua observação no sul.

Todas estas considerações apontam para um conjunto pequeno de possíveis registros dos eventos mais espetaculares da Astronomia, as explosões de supernova. A candidata mais firme continua sendo a imagem da Lagoa do Escuro, PB (Figura 10), identificada por um dos autores (F.S.M.C., Ref. [23]). Contudo, e a exemplo dos casos similares do hemisfério norte, não podemos confirmar nem descartar os candidatos baseados na informação disponível ao presente. Sugerimos que um estudo aprofundado dos sítios visando a datação pelos métodos disponíveis [27] é impres-

cindível para avançar na questão. No entanto, a presença de um quadro de observação e registro do céu pelos povos nativos é fortemente sugerida, e este fato *per se* já resulta motivador para continuar dando atenção para este assunto em geral, de grande interesse científico e cultural.

Agradecimentos

J.E.H. gostaria de agradecer o CNPq, Governo Federal e à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp) pelo financiamento deste trabalho. L.C. Jafelice agradece ao Departamento de Física Teórica e Experimental e ao Museu Câmara Cascudo, ambos da Universidade Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), e ao Conselho da cidade de Patu (RN) pelo apoio.

Sobre os autores

Bianca Bulhões Martins (martins.bianca@usp.br) é mestranda em Astronomia no IAG-USP, onde atua na área de objetos compactos e supernovas. Bacharela em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), participou de três projetos de iniciação científica em que foi bolsista pelo CNPq ou pelo SAE-Unicamp. Atuou também como monitora voluntária de Física Quântica I.

Jorge Ernesto Horvath (foton@iag.usp.br), Professor Titular no IAG-USP é graduado e Doutor em 1989 na *Universidad Nacional de La Plata* (Argentina), Livre Docente pela USP em 1997. Autor de pesquisas em Astrofísica Relativística, Altas Energias e Cosmologia, além de vários livros no Brasil e no exterior para os diferentes níveis de Educação. Pesquisador Nível I do CNPq e visitante na *University of Arizona* (1998-1999). Fundador e Co-Editor da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) desde 2003. Coordenou de 2011 até 2021 o Núcleo de Pesquisas em Astrobiologia da USP representando o país junto à NASA Astrobiology Institute.

Felipe Sérvulo Maciel Costa (felipe.costa1@professor.pb.gov.br) é Mestre em Física com ênfase em Cosmologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), possui especialização

em Ensino de Astronomia pela Universidade Cruzeiro do Sul e licenciatura em Física pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Atua como professor titular de Física pela Secretaria de Estado da Educação da Paraíba (SEE-PB) onde desenvolve projetos STEAM voltados ao ensino de Astronomia, Astrobiologia, Arqueoastronomia e ciências afins. É astrônomo membro da Associação Paraibana de Astronomia (APA) e Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). É autor do livro *Das Cavernas ao Espaço: Uma Breve História da Astronomia*. Como cientista cidadão, contribuiu com a descoberta de 4 asteroides do cinturão principal e 15 transientes astronômicos (dentre eles, a SN 2021qeq). Atualmente, é pesquisador nas áreas de Arqueoastronomia, Astronomia Cultural, Etnoastronomia e Ensino de Astronomia.

Luiz Carlos Jafelice (jafelice@dfte.ufrn.br), Bacharel, Licenciado, Mestre em Física e Doutor em Astronomia pela Universidade de São Paulo e pós-doutor em Astrofísica junto à *University of Cambridge* (Inglaterra). Professor aposentado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Autor de pesquisas e livros, coordenou eventos de pesquisa em Astrofísica, Plasmas e Ensino de Física e projetos junto ao CNPq sobre Educação intercultural e Etnoconhecimentos. Fundador e Co-Editor da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) de 2003 até 2017. Membro da Divisão C (Educação, História e Patrimônio) da União Astronômica Internacional. Cocriador do Coletivo Educação Científica Decolonial.

Referências

- [1] O. T. Matsuura (ed.), *História da Astronomia no Brasil*, vol. 1 (Cepe Editora, Recife, 2013). Disponível em <http://site.mast.br/HAB2013/>, acesso em mar. 2025.
- [2] G. B. Afonso e C. A. Nadal, *Arqueoastronomia*, in *História da Astronomia no Brasil*, editado por O. Matsuura (Cepe Editora, 2013), vol. 1, 50–85.
- [3] J. E. Horvath, *Supernovas*, *Revista Brasileira de Astronomia* **10**, 4 (2021). Disponível em <https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2021/05/RAB-10.pdf>, acesso em mar. 2025.
- [4] D. A. Green e F. R. Stephenson, *Historical Supernovae*, in *Supernovae and Gamma-Ray Bursters*, editado por K. W. Weiler (Springer, 2003), vol. 598 de *Lecture Notes in Physics*, 7–19.
- [5] E. C. Krupp, *Crab Supernova Rock Art: A Comprehensive, Critical and Definitive Review*, *Journal of Skyscape Archaeology* **1**(2), 167 (2015).
- [6] J. C. Brandt e R. A. Williamson, *The 1054 Supernova and Native American Rock Art*, *Archaeoastronomy* **10**, S1 (1979). Disponível em <https://adsabs.harvard.edu/full/1979JHAS...10....1B>, acesso em mar. 2025.
- [7] E. Biot, *Des Etoiles extraordinaires observées en Chine depuis les temps anciens jusqu'à l'An 1203 de notre ère*, in *Connaissance des Temps ou des Mouvements Célestes... pour l'An 1846* (1843), 60–68.
- [8] Fujiwara no Teika, *Meigetsuki (Record of the Clear Moon)*, e-Museum, Japão (1180-1235). Disponível em <https://emuseum.nich.go.jp>.
- [9] G. W. Collins, W. P. Claspy e J. C. Martin, *A Reinterpretation of Historical References to the Supernova of A.D. 1054*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* **111**(761), 871 (1999).
- [10] K. Brecher, E. Lieber e A. E. Lieber, *A Near-Eastern Sighting of the Supernova Explosion of 1054*, *Nature* **273**(5661), 728 (1978).
- [11] U. Dall'Olmo, *Latin Terminology Relating to Aurorae, Comets, Meteors, and Novae*, *Journal for the History of Astronomy* **11**, 10 (1980).
- [12] L. P. Williams, *The Supernova of 1054: A Medieval Mystery*, in *The Analytic Spirit: Essays in the History of Science in Honor of Henry Guerlac*, editado por H. Woolf (Cornell University Press, Ithaca, 1981), 329–349.

- [13] E. Guidoboni, C. Marmo e V. F. Polcaro, *Do We Need to Redate the Birth of the Crab Nebula?*, *Memorie della Società Astronomica Italiana* **65**(2), 623 (1994). Disponível em <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1994MmSAI..65..623G>, acesso em mar. 2025.
- [14] D. McCarthy e A. Breen, *An evaluation of astronomical observations in the Irish annals*, *Vistas in Astronomy* **41**(1), 117 (1997).
- [15] J. Clottes e D. Lewis-Williams, *Los Chamanes de la Prehistoria* (Ariel, Barcelona, 2009).
- [16] J. Kolber e D. Yoder, *The Great Anasazi Rock Art of Chaco Canyon: Possible and Probable Implications*, in *American Indian Rock Art*, editado por A. Woody (American Rock Art Research Association, Tucson, AZ, 2002), vol. 28.
- [17] W. C. Miller, *Two Prehistoric Astronomical Drawings in Chaco Canyon, New Mexico*, *Astronomical Society of the Pacific Leaflets* **7**(314), 105 (1955). Disponível em <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1955ASPL....7..105M>, acesso em mar. 2025.
- [18] H. A. Abt e J. W. Fountain, *An earlier explosion date for the Crab Nebula supernova*, *Research in Astronomy and Astrophysics* **18**(4), 037 (2018).
- [19] P. Schaafsma, *Imagery and Magic: Petroglyphs at Comanche Gap, Galisteo Basin, New Mexico*, in *Archaeology, Art, and Anthropology: Papers in Honor of J. J. Brody*, editado por M. S. Duran e D. T. Kirkpatrick (Archaeological Society of New Mexico, Albuquerque, NM, 1992), 157–174.
- [20] P. Schaafsma, *Warrior, Shield, and Star: Imagery and Ideology of Pueblo Warfare* (Western Edge Press, Santa Fe, 2000).
- [21] P. Schaafsma, *Feathered Stars and Scalps in Pueblo IV*, in *Current Studies in Archaeoastronomy*, editado por J. W. Fountain e R. M. Sinclair (Carolina Academic Press, Durham, 2005), 191–204.
- [22] G. Zotti et al., *The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research*, *Journal of Skyscape Archaeology* **6**(2), 221 (2021).
- [23] F. S. Maciel Costa, *Interpretações Arqueoastronômicas Da Supernova 1054 No Sítio Arqueológico Lagoa Do Escuro E Na Toca Dos Astros*, *Revista Tarairiú* **1**(19), 44 (2022). Disponível em <https://revista.uepb.edu.br/REVELAP/article/view/593>, acesso em mar. 2025.
- [24] L. C. Jafelice et al., *Arqueoastronomia no Rio Grande do Norte e no Nordeste*, in *XXVII Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira* (2001). Apresentação oral.
- [25] H. Joglekar, M. N. Vahia e A. Sule, *Oldest sky-chart with Supernova record* (2011), vol. 41, 207–215.
- [26] C. Ronan, *Astronomy in China, Korea and Japan*, in *Astronomy Before the Telescope* (British Museum Press, London, 1996). Disponível em <https://archive.org/details/astronomy-before-the-telescope-c.-b.-f.-walker/page/251/mode/2up>.
- [27] D. L. d. Oliveira e V. d. Santos Júnior, *Datações de Gravuras Rupestres no Brasil: Pesquisa e Métodos Arqueológicos*, *Clio Arqueológica* **34**(1), 66 (2019).
- [28] C. X. d. Azevedo Netto, F. d. A. S. d. Matos e T. F. d. Souza, *Panorama pré-histórico sobre as pesquisas arqueológicas no estado da Paraíba*, *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* **18**(3), e20220078 (2023).
- [29] C. X. d. Azevedo Netto, C. Rodrigues Rosa e T. Fonseca de Souza, *Situação geomorfológica dos sítios arqueológicos no município de Camalaú – Paraíba*, *Revista de Arqueologia* **34**(1), 177 (2021).
- [30] J. E. Borges, *Índios Paraibanos: Classificação Preliminar* (Edições GRAFSET, João Pessoa, Brazil, 1993).