

→ do céu que não sofrem interferência dos satélites. Mas a visão ampla do telescópio Rubin é um problema. Um estudo demonstrou que, durante certas horas da noite, quase todas as imagens tiradas serão prejudicadas por pelo menos um satélite – quando não vários –, deixando um rastro de centenas de pixels de largura.

ESQUIVA E CORREÇÃO. Rawls apresentou duas estratégias para lidar com essa ameaça ao telescópio: esquiva e correção. Se os astrónomos souberem de antemão os caminhos dos satélites, a tecnologia poderá se antecipar e "se esquivar" deles, redirecionando temporariamente o telescópio.

"Usamos um algóritmo para determinar para onde o telescópio aponta", disse a Dra. Rawls. "O algoritmo é brilhante, consegue levar em conta muitas ponderações diferentes", acrescentou ela – até evitar enxames de satélites. A Dra. Rawls disse que a esquiva deve remover cerca de metade dos rastros nas imagens do telescópio Vera Rubin, dependendo de quantos satélites estejam em órbita.

Quanto à estratégia da corre-

ção, a doutora Rawls disse que os cientistas estão desenvolvendo algoritmos para limpar os dados dos satélites – uma tarefa muito mais desafiadora, mas que atrapalha menos as observações. Ainda assim, como as soluções de software são todas imperfeitas e complicadas, alguns especialistas sugeriram que os construtores de telescópios pensassem em mudar seu hardware.

CMO. Darren DePoy, astrônomo da Texas A&M University, trabalhou com alguns dos primeiros telescópios CCDs, ainda na década de 1980. Em 2018, ele começou a testar e, por fim, a usar um detector muito mais onipresente: o CMOS, sigla em inglês para se micondutor de óxido metálico complementar, o mesmo tipo que provavelmente está na câmera do seu smartbhone.

"Embora a física seja muito semelhante nos detectores CCD e CMOS, a forma como o sinal é emitido é diferente", disse DePoy. "No caso do CMOS, você consegue ler os pixels simultaneamente, ao passo que, no detector CCD, você precisa esperar para ler cada pixel sequencialmente." Como exemplo, DePoy disse que, embora um CCD moderno possa exigir cerca de 10 segundos para fotografar uma galáxia, o detector CMOS equivalente leva cerca de 10 milses quados – mil vezes mais rápido. Ao realizar inúmeras exposições rápidas, os astrónomos podem extirpar os quadros manchados por satélites ou aviões e, em seguida, calcular a média do restante para criar uma imagem final imaculada.

De acordo com o Dr. DePoy, pequenos detectores CMOS já são populares entre os astrônomos amadores. Ele acha difícil imaginar que o CMOS não seja o futuro. Mas calcula que menos de dez telescópios maiores utilizem a tecnologia hoje em dia.

custo. Parte da demora se deve ao fato de a inércia ser mais barata. Comprar e montar grandes detectores CMOS ainda é caro em comparação com ouso dos detectores CCD existentes, disse Richard Green, astrônomo da Universidade do Arizona e diretor interino do Centro para a Proteção do Céu Escuro e Silencioso contra a Interferência de Constelações de Satélites, uma organização que patrocina pesquisas a respeito do tema.

Esse problema foi comentado pela Dra. Rawls quando lhe
perguntaram se o telescópio
Rubin poderia usar a tecnologia CMOS. "A ideia de mudar
agora é simplesmente ridícula", disse ela. "É como se você
estivesse construindo uma casa e estivesse prestes a colocar
as janelas, e alguém dissesse:
'Ei, deveríamos usar uma fundação diferente'."

O governo dos Estados Unidos defende a comercialização do espaço e também patrocina telescópios como o Observatório Rubin. Por essa razão, Green disse que cabia ao governo lidar com os efeitos sobre a astronomia, talvez cobrando das empresas o custo das atualizações dos telescópios. "Se o governo disser que faremos isso, impondo uma taxa aos operadores de satélites, ótimo", disse ele. "Alguém no governo deveria nos ajudar a lidar com as consequências".

Até agora, o governo não tomou medidas para obrigar os operadores de satélite a pagar pelas atualizações dos telescópios. Mas algumas empresas estão tentando resolver aspectos do problema. A SpaceX se recusou a comentar. Mas astrônomos familiarizados com seus esforços deserceveram parte do trabalho.

PROTEÇÃO. Quando o fundador da SpaceX, Elon Musk, enfrentou críticas em 2019, depois do lançamento dos primeiros satélites Starlink, ele disse no Twitter que tinha "mandado um recado" aos engenheiros, pedindo que eles reduzissem os reflexos da luz solar dos satélites da empresa.
"Legiões de nerds da astronomia trabalham na SpaceX, então a importância de proteger esse domínio científico não passa despercebida para eles", disse Caleb Henry, diretor de pesquisa da Quilty Space, que fornece análises sobre a indústria espacial.

A primeira tentativa foi um revestimento absorvente de luz que diminuía o brilho dos satélites. Um protótipo chamado DarkSat foi lançado em 2020, de acordo com Jonathan McDowell, astrônomo do Centro Harvard-Smithsonian para Astrofísica. "O problema é que o equipamento superaqueceu", disse ele. O satélite falhou.

Dr. McDowell disse que o passo seguinte da SpaceX foi instalar anteparos sobre seus satélites, uma ideia que foi rapidamente descartada porque os anteparos não apenas faziam pouco para diminuir o bribo dos satélites, mas também bloqueavam as ligações cruzadas do laser que a SpaceX estava desenvolvendo para permitir que os satélites se comunicassem um com o outro.

Para entender Atualmente, os satélites são um transtorno – o que Rawls chamou de "um para-brisa cheio de insetos"

A tentativa mais recente da empresa foi um revestimento de filme dielétrico. Contrariando as expectativas, ele deixou os satélites ainda mais brilhantes. Mas, em vez de refletir a luz solar para a superfície da Terra, o material a devolvia ao espaço, diminuindo a intensidade dos rastros nas imagens. A SpaceX afirmou que iria compartilhar os revestimentos com outras empresas fabricantes de satélites.

Durante as horas cruciais do crepúsculo, quando ocorrem muitas observações astronómicas, a SpaceX também começou a girar seus satélites para apontar os painéis solares para o espaço, não para a Terra. Para compensar a perda de energia solar, aumentou os painéis solares dos satélites, uma despesa extra. "Do lado da SpaceX, eles se prejudicaram de verdade para tentar nos atender", disse McDowell.

Os dados iniciais indicam que as intervenções talvez estejam funcionando. Em um estudo que ainda não foi revisto 
por pares, astrônomos relataram que os satélites Starlink 
mais recentes pareciam menos brilhantes pela redução do 
reflexo da luz solar. Esse trabalho da SpaceX ocorreu enquanto ela estava em coordenação 
com a Fundação Nacional de 
Ciências de maneira voluntá-

ria, disse Ashley VanderLey, consultora sênior no setor.

GOVERNO. Embora o governo americano há muito exija que os operadores de satélites se coordenem com os operadores de radiotelescópios, nenhumalei federal protegia os astrônomos óticos. Mas as regras que ajudam os radioastrônomos forneceram uma base para os astrônomos óticos discutirem com empresas como a SpaceX e a Amazon. "Foi aí que abrimos a porta para começar a coordenação", disse a Dra. VanderLey.

As conversas voluntárias se tornaram obrigatórias em dezembro de 2022, disse ela, quando a Comissão Federal de Comunicações exigiu formalmente uma série de medidas por parte da SpaceX. Embora muitos dos requisitos se concentrem em operações seguras em órbita, a agência também disse que a SpaceX deve se coordenar com a Fundação Nacional de Ciências para "mitigar o impacto de seus satélites na astronomia ótica". Medidas semelhantes foram necessárias para o Kuiper, da Amazon. Um porta-voz do Projeto Kuiper, Tim Kilbride, disse que tinha consultado a Fundação Nacional de Ciências e a União Astronômica Internacional

Depois de um pedido da SpaceX, a Comissão Federal de Conunicações estendeu os requisitos a algumas outras empresas de satélites em agosto de 2023. A comissão também reforçou os requisitos de mitigação de detritos para a megaconstelação da SpaceX, ao que a empresa respondeu pedindo aos reguladores que estendessem as medidas mais rigorosas a "qualquer constelação de 25 satélites ou mais".

Dra. VanderLey classificou as negociações da Fundação Nacional de Ciências com a SpaceX como produtivas e a única maneira de ter sucesso. Mas, enquanto astrónomos e operadores de satélites discutem essas regras, pode se chegar a um ponto em que tentar reduzir o impacto dos satélites já não vai funcionar, dizem os especialistas.

Atualmente, os satélites representam um transtorno - o que Rawls chamou de "um para-brisa cheio de insetos" - e não uma verdadeira ameaca à ciência. Mas o que vai acontecer quando o número de satélites chegar a centenas de milhares, como dizem algumas previsões, com outras empresas, China, Rússia e os países europeus entrando na briga orbital? "É ótimo falar sobre mitigações", disse McDowell, 'mas chega a um ponto em que nada mais ajuda, então acho que será preciso restringir o número de satélites a longo prazo". ● TRADUÇÃO DE RENATO PRELO-