



AYRTON ZADRA

A truta e o homem do tempo

AYRTON ZADRA
é pesquisador da
Meteorological Research
Division, Environment
Canada.



Tradicionalmente, histórias de pescador têm pouca credibilidade... assim como a previsão do tempo. Apesar do risco, neste caso dobrado, resolvi contar este conto porque ele se baseia em conversas e fatos reais. Acredite... se quiser.

AUSABLE

O verão no parque dos Adirondacks pode surpreender. Apesar das montanhas, que são a grande atração do parque e que poucos meses antes ainda têm seus picos cobertos de neve, há dias de julho em que chega a fazer mais de 30 graus. Nesses dias, banho de rio vira esporte popular. Turistas e nativos fazem a festa nos vários rios, riachos e quedas d'água. Um dos rios do parque, chamado Rio Ausable, é famoso por suas águas transparentes, seus contornos de pedra e seu fundo de areia. É famoso também pelas suas trutas...

Para os amadores da pesca esportiva, principalmente a pesca com mosca, o Ausable é quase patrimônio mundial. Segundo os especialistas, para quem quer pescar truta, não tem rio melhor em toda a costa leste americana. Não sou especialista, descobri a pesca com mosca faz só alguns anos. Mas desde então, para mim, o Ausable é um pedaço do paraíso. Por isso, quando posso, não penso duas vezes para pôr o chapéu, a vara e as galochas no porta-malas, pegar a estrada, e fazer os duzentos e poucos quilômetros de Montreal — onde moro — até a beira do rio.

Tenho que parar na alfândega entre a província de Quebec (Canadá) e o estado de Nova York (Estados Unidos). De tanto atravessar a fronteira, já decorei as perguntas e respostas: "Profissão?", "Trabalho

no Serviço Meteorológico Canadense”, “Destino?”, “Vou passar o dia pescando no Rio Ausable”, “Meteorologista, é? Vai fazer tempo bom?”, “Parece que vai”, “E os peixes, estão mordendo?”, “Tomara!”. Alguns agentes alfandegários se entusiasmam com o assunto e iniciam longos debates, sobre os furacões do ano passado, o aquecimento global e outros temas da atualidade. Enquanto a fila de carros atrás de mim vai aumentando. Às vezes acho que todo mundo tem uma opinião sobre o tempo. Enfim, “Boa viagem, e boa pescaria”, “Obrigado”.

Dizem que pesca com mosca é uma arte. Para mim, é um esporte científico. A dita “mosca” é um anzol fantasiado de inseto. O modelo ideal é aquele que melhor imita os insetos da região, o que varia com a estação, o dia e mesmo a hora. Mas boa fantasia não basta. A mosca tem que ser lançada perto da truta, e descobrir onde a truta se esconde não é trivial. E a mosca lançada deve ser movida como se fosse um inseto n’água, o que depende das correntes e turbilhões do rio. Assim, o pescador de truta típico é parte biólogo, parte físico, parte engenheiro, e está sempre preparado com uma explicação teórica multidisciplinar incontestável para o caso daquela truta, sem dúvida enorme, que acabou escapando ...

Uma coisa é certa: truta gosta de água fria. Por isso, em julho, quando a temperatura do rio sobe, fica mais difícil pescar. Especialmente para amadores com técnica deficiente, como eu. Para compensar, resolvi contratar um guia. Num bar da região, popular entre os pescadores, pedi sugestões. Segundo me disseram, “não há ninguém melhor do que Rachel” ...

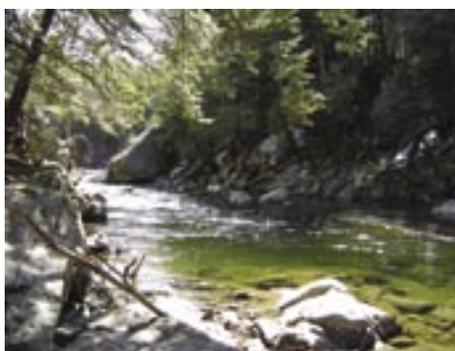
RACHEL

Era fim de julho. Acordei às cinco da madrugada, e às seis e dez estava no ponto de encontro, em frente à loja de pesca, meio sonolento, meio ansioso. “Chegue às seis, pronto para entrar n’água, nesta época os peixes mordem cedo”, me disse Rachel ao telefone, no dia anterior. Transferi meu equipamento para sua *pick-up* e partimos, rumo ao rio, ela dirigindo.

“Dia bonito, hein? É sorte de principiante, ou previsão de meteorologista? Enfim, vai dar para pescar a manhã toda, até cair o braço. Mas me diga, ontem, no telefone, você falou que trabalhava num *centro de previsão numérica* ... como assim?”, disse Rachel, galocha de couro, pisando fundo no pedal.

“Bem, é que hoje em dia, a previsão

QUADRO 1



O parque dos Adirondacks fica no nordeste do estado americano de Nova York, perto da fronteira com a província canadense de Quebec. Criado em 1892, o parque é protegido pela constituição do estado, segundo a qual essa região dever ser “para sempre preservada como terra de florestas selvagens”. O Rio Ausable, muito procurado pelos amadores da pesca esportiva, atravessa o parque e deságua no Lago Chaplain, que divide os estados de Nova York e Vermont.

do tempo depende de cálculos numéricos, feitos por computador. De fato, os grandes centros de previsão do tempo usam supercomputadores, e programas especialmente feitos para meteorologia. O objetivo básico do programa principal, que a gente chama *modelo de previsão*, é prever o estado futuro da atmosfera, supondo que seu estado presente é conhecido”, respondi, com tom meio professoral, mas de olho fixo nas curvas da estrada que passavam mais rápido que desejado.

“Estado da atmosfera?”

“Desculpe, é jargão de cientista. Quando digo *estado*, quero dizer as propriedades físicas da atmosfera. Por exemplo, os meteorologistas gostam de trabalhar com propriedades do tipo velocidade e direção do vento, temperatura, densidade e umidade do ar, etc. Mas não é fácil conhecer o estado completo, num dado momento. Para isso, seria preciso, em princípio, obter o valor de *todas* essas quantidades, através de *toda* a atmosfera, de cima a baixo, sobre todo o planeta, ao mesmo tempo!”

“E você vai me dizer que acharam um jeito de medir tudo isso?”

“De jeito nenhum. É praticamente impossível. O negócio é se contentar com algumas aproximações. Onde trabalho, o que se faz é fatiar a atmosfera. Nosso modelo – de fato, a versão global de nosso modelo, que cobre todo o globo – usa quase 30 milhões de fatias. Cada fatia corresponde a um pequeno volume. *Pequeno*, neste caso, é relativo: cada fatia tem uma área de mil quilômetros quadrados, e uns 300 metros de altura, em média. Deste jeito, ao invés de tentar achar a temperatura em todos os pontos da atmosfera, a gente se contenta com o *valor médio* da temperatura em cada uma dos 30 milhões de fatias. Sim, são 30 milhões de dados de temperatura para manipular, o que é um bocado, mas não é infinito. Um supercomputador é capaz de dar conta.”

“Mas para que serve essa temperatura média? Esse seu modelo não é capaz de prever a temperatura em, digamos, Montreal?”

“É o seguinte. Montreal, por exemplo, ocupa uma ilha no Rio São Lourenço. Se

você desenhar um quadrado em torno da ilha, ele vai ter uma superfície de mil quilômetros quadrados, mais ou menos. Por coincidência, mil quilômetros quadrados é a superfície média de uma fatia do nosso modelo. Quer dizer que o modelo é capaz de produzir um só valor, uma só temperatura para Montreal inteira. E esse valor representa a temperatura média de toda a ilha. Se estiver fazendo 15 graus no sul da cidade, e 17 graus no norte, bem, paciência: na melhor das hipóteses, o modelo vai dizer que faz 16 graus na ilha de Montreal.”

“Ah, falando em ilha, *monsieur*, chegamos.”

A TRILHA

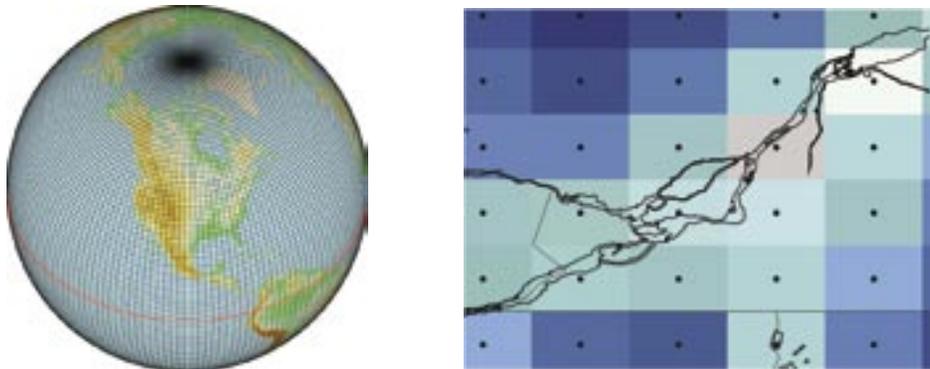
Do estacionamento na beira da estrada, dava para ver uma pequena ilha, praticamente um banco de areia, no meio do Rio Ausable. Teria lá minha primeira lição: técnica de lançamento. Mas, antes, preparativos. Enquanto vestia meu macacão impermeável e as botas, Rachel quis verificar as condições de minha vara de pescar... “Mas que diabos é isto?!” exclamou. Vermelho de vergonha, expliquei a história do esparadrapo: meses atrás, ao entrar em casa, havia fechado a porta com a ponta da vara de pescar do lado de fora; a vara era barata, e o remendo não era nenhuma obra de arte, mas achei que ainda daria para pescar. “Sabe quando vou te deixar pescar minhas trutas com essa coisa, meu jovem? Ja-mais!” E assim, de dentro da sua *pick-up*, Rachel sacou uma magnífica vara com molinete dourado. A vara era uma verdadeira Ferrari da pesca com mosca. “Toma, assim é bem melhor.”

Enquanto atravessávamos a mata, para chegar ao rio e à ilhota, Rachel retomou a discussão sobre o tempo. “Você falava de supercomputadores e tudo mais. Também ouço falar de satélites meteorológicos, radares e coisas do tipo. Imaginava que, com toda essa tecnologia, a previsão do tempo já estaria bem mais avançada do que me parece, não?”

“Bem, os satélites e radares fornecem dados úteis para a previsão do tempo, mas esses dados são condições iniciais, somente

QUADRO 2

As figuras abaixo mostram como a superfície terrestre é discretizada no modelo canadense de previsão numérica do tempo. Esse modelo em particular tem uma resolução horizontal de aproximadamente 35 km, e é usado para previsões detalhadas de até dez dias, em escala global. O público em geral tem acesso a mapas meteorológicos, imagens de satélite, alertas, e previsões de até cinco dias, através da internet (http://www.weatheroffice.ec.gc.ca/canada_e.html).



A figura à esquerda mostra a malha de círculos de paralelos e meridianos usados para dividir o globo (na realidade, somente um em cada cinco círculo é mostrado, para não congestionar a imagem). À direita, vê-se um detalhe da malha ao redor da região de Montreal: os pontos indicam onde os paralelos e meridianos se cruzam, e cada ponto representa uma área de aproximadamente mil quilômetros quadrados. A cidade de Montreal se situa numa ilha do Rio São Lourenço, como mostra a foto abaixo (cortesia de Alexandre Leroux, Environment Canada).



o ponto de partida. A previsão do tempo vem em seguida.”

“Como assim, condições iniciais?”

“O modelo de previsão do tempo, como dizia no carro, é um programa de computador que prevê o futuro, sabendo o presente. Se você passar para o computador o estado presente da atmosfera deste exato momento – isto é, as condições iniciais deste sábado, seis e meia da manhã – ele vai tomar esses dados, fazer um zilhão de cálculos e, depois de um par de horas, ele vai te dizer qual a previsão para o dia de amanhã, depois de

amanhã, e provavelmente até a previsão para o sábado que vem.”

“E onde entram os satélites nessa história?”

“O que eu quero dizer é que o processo todo da previsão do tempo tem duas etapas importantes. Primeiro, é preciso preparar as condições iniciais, o ponto de partida da previsão. É aí que entram os dados de satélites. Aliás, não só satélites, mas radares, medidas feitas por aviões, navios, balões, sondas, etc. Mesmo uma previsão ‘velha’, feita poucas horas atrás, é um dado útil,

principalmente para regiões do mundo onde não há observações diretas suficientes. Enfim, todo tipo de dado conta. Mas esses dados e observações têm que ser coletados e processados o mais rapidamente possível. Os dados que a gente consegue coletar mais ou menos ao mesmo tempo – digamos, entre quatro e oito da manhã – são então usados para fazer uma estimativa das condições da atmosfera às seis da manhã.”

“Ai, ai, ai... parece complicado.”

“E é. Lá onde trabalho, tem um grupo que se dedica exclusivamente a esse processo de coleta de observações e preparação das condições iniciais. O processo se chama *assimilação de dados*. É um trabalho complicado mas superimportante porque, mesmo se você tiver um programa de computador excelente, a previsão vai ser ruim se a escolha do ponto de partida for malfeita.”

“Você fala de ponto de partida como se fosse o começo de uma trilha...”

“De fato, é uma analogia interessante. O modelo numérico de previsão do tempo é como um mapa de todas as trilhas disponí-

veis. Mas primeiro você precisa se localizar no mapa, precisa saber onde está agora, antes de se deixar guiar pelo mapa. Senão, pode acabar se perdendo, mesmo se tiver o melhor mapa do mundo nas suas mãos.”

“E, numa trilha, é bom parar de vez em quando, e confirmar a posição de novo, não?”

“Justamente. Isso permite fazer correções e ajustes ao longo do caminho. Esses ajustes se justificam porque nem as condições iniciais, nem o modelo – o mapa – são perfeitos. De fato, o centro de previsão onde trabalho faz duas previsões por dia, cada uma fornece uma previsão para os cinco dias seguintes.”

“Quer dizer que vocês acabam fazendo cinco previsões para a próxima quinta-feira?”

“Exato. Uma previsão sai hoje. Outra deve ser feita amanhã. Mas até amanhã outros dados devem chegar, de satélite, etc. Além disso, a *distância* entre domingo e quinta-feira é mais curta que entre sábado e quinta-feira. Por todas essas razões, a

QUADRO 3

Para os leitores com preparação em física e matemática:

Os modelos de previsão numérica do tempo são baseados em versões discretizadas das equações de Navier-Stokes e da termodinâmica dos gases, às quais se adicionam certos termos para representar forças externas à atmosfera (como interações com a terra e o mar, o aquecimento solar, entre outros) e parametrizações de fenômenos em escala submalha (difusão, dissipação, condensação, etc.).

A discretização espacial e temporal dessas equações varia de um modelo para outro. Mas, independentemente do método de discretização, trata-se de um problema de valores iniciais com condições de fronteira. A preparação das condições iniciais é particularmente importante devido à natureza caótica do sistema. No processo de assimilação de dados, o cálculo das condições iniciais pode ser resumido pela fórmula

$$x_0(t) = f[s(t-a:t+a), x_p(t':t)]$$

onde x representa o estado da atmosfera,

$x_0(t)$ é condição inicial procurada, num instante t (por exemplo, t = meio-dia de hoje),

$x_p(t':t)$ é o resultado de uma previsão para o tempo t , iniciada num instante t' anterior (por exemplo, t = 6h da manhã do mesmo dia)

$s(t-a:t+a)$ é o conjunto de todos os dados (observações) coletados entre os instantes $t-a$ e $t+a$ (por exemplo, a = 3h)

f é um operador, que combina observações recentes com uma previsão recente.

A construção do operador f deve ser feita de modo a otimizar a utilização dos dados disponíveis, levando em conta as imprecisões das medidas, os erros do modelo numérico e as propriedades físicas da atmosfera.

previsão para quinta-feira que vai ser feita amanhã deve ser mais precisa do que a previsão feita hoje. Mais confiável ainda deve ser a previsão para quinta-feira feita na segunda-feira. E assim por diante.”

“Ha-ha! Isso me faz lembrar dos meus planos de churrascada para este domingo. Desde quarta-feira passada que abro o jornal e procuro a previsão para domingo. Cada dia dizem uma coisa diferente. É por causa desses seus ajustes ao longo do caminho?”

“Sim. É parte do processo.”

“Sorte sua que sou uma guia experiente e não preciso de mapa nem ajustes nestas trilhas daqui. Chegamos.”

INICIAÇÃO

Primeiro, observe. Veja como o rio se comporta. Procure embaixo das pedras, olhe que tipo de larvas estão lá. Observe os insetos voando. Note se há peixes subindo até a superfície. Desperte seu instinto predador, mas mantenha-se zen. E assim, depois de um pouco de teoria e filosofia, passamos à prática do lançamento da mosca: no caso, uma mosca amarela feita de pêlos de cervo e de linha de costura, imitando um gafanhoto.

“Está vendo aquela pedra, bem ali? Pois bem, quero que você lance a mosca bem atrás dela. Tem um pouco de vento, por isso use bem sua força. Senão vai acabar com um nó danado na linha.”

Atravessei a metade do rio e obedeci. Pelo menos tentei. Não dei nó, mas também não consegui fazer a mosca pousar no lugar desejado. Virei-me para pedir conselhos, mas uma nuvem de fumaça obstruiu minha visão e me anestesiou por uns segundos. Quando recuperei os sentidos, lá estava Rachel. Com um enorme charuto cubano aceso entre os dentes. Charuto que nos acompanhou pelo resto da pescaria.

“Mais força no braço”, disse ela, “e mantenha o pulso firme”. Obedeci, e a coisa começou a melhorar. E assim, enquanto praticava meu lançamento de gafanhoto, Rachel e seu charuto, logo atrás de mim, relançaram a discussão sobre o previsibilidade do tempo.

“Suponho então que vocês meteorologistas vão continuar a melhorar seus modelos de computador. E que a tal assimilação de dados também vai continuar evoluindo. Há algum sinal de luz no fim do túnel? Quero dizer, será que vai chegar o dia em que eu vou conseguir planejar minha churrascada com, digamos, seis meses de antecedência?”

“Seis meses?!”, assustei-me. Perdi o controle do braço e o gafanhoto acabou preso num galho de árvore. “Deixa comigo”, disse Rachel. Tomou a vara nas mãos e, com um golpe circense de domador de leão, liberou o gafanhoto. “Seis meses de previsibilidade, acho que é pedir demais... Você já ouviu falar de sistemas caóticos?”, perguntei e ela fez sim com a cabeça. “Se ouviu, então talvez também tenha ouvido falar que a atmosfera é um desses sistemas. E num sistema caótico, uma pequena perturbação, um minúsculo erro nas condições iniciais, por menor que seja, acaba geralmente aumentando com o tempo. Uma falha inicial minúscula pode virar uma incerteza enorme depois de um certo tempo. Este *certo tempo* é um tempo característico do sistema, uma medida do máximo em previsibilidade. No caso da atmosfera, parece que essa escala de tempo é qualquer coisa entre duas e três semanas.”

Depois de uma baforada irônica, Rachel declarou: “Segundo meus cálculos, nos restam duas horas de pesca, não duas semanas. E os peixes daqui não estão colaborando. Então, vem comigo”.

IMPREVISÃO

Subimos o rio, caminhando ao longo das margens e discutindo a imprevisibilidade das trutas. Depois de um quilômetro de marcha, e do pouco sucesso com o gafanhoto, chegamos a um ponto onde o Ausable se alargava e fazia uma curva suave. Ao longo da curva, uma pilha de galhos e troncos, carregados pela enxurrada da primavera, coroava um grande rochedo, metade submerso. Rachel parecia intrigada com aquele lugarzinho...

“Muito bem, vamos dar um descanso ao velho gafanhoto. Quero agora que você use isto”, e me passou uma mosca disforme, que mais parecia uma bolota de poeira saída do aspirador: “Quero que você a lance, e que ela pouse n’água um pouco antes daquele rochedo.”

Um pouco desanimado, fiz o que pediu. Um segundo depois de pousar n’água, a mosca desapareceu no fundo. A linha esticada, a vara envergada, meu braço tenso de surpresa, meus olhos esbugalhados, Rachel gritando “ooohh!” com os dentes ferrados no charuto. Era uma das grandes. “Dá linha, dá linha!”. Obedeci, ainda meio aturdido. Confesso que não me lembro quanto tempo durou a briga. Acho que alguns minutos. Finalmente, consegui trazê-la perto o suficiente, e Rachel a colocou na rede. Uma truta arco-íris. Uma beleza.

ESTATÍSTICA

Depois daquela, vieram umas poucas. Menores, mas bonitas também. Aprendi novas técnicas e a manhã acabou passando. O tempo passa rápido quando a gente se diverte. Nem percebi quando começou a chover. “Chuva? Não me lembro de ver chuva na previsão do tempo”, reclamou Rachel.

Caminhando de volta ao carro, ela ainda teve tempo de perguntar: “Você dizia que a previsão do tempo tinha limites, algo como um par de semanas. Mas então, e essa história de aquecimento global? Falam de mudanças no clima daqui a 10, 50 anos!”.

“Não sou especialista em clima, mas posso dizer o seguinte. Clima é baseado em conceitos estatísticos. Se você se informar sobre o clima de Montreal em janeiro, por exemplo, vai descobrir que a temperatura média naquele mês é de menos 10 graus. Não faz menos 10 graus todos os dias de janeiro, todos os meses de janeiro. É só uma média estatística. E os fatores que controlam essa estatística não são necessariamente os mesmos que controlam a previsão do tempo a curto prazo. Por exemplo, a estatística prevista por um modelo de simulação do clima

A tabela abaixo mostra um exemplo de ajustes de previsão, feitos em função da chegada de novos dados, e assim de novas condições iniciais preparadas a cada dia. Os dados deste exemplo foram obtidos a partir do website público do serviço meteorológico canadense, http://www.weatheroffice.ec.gc.ca/canada_e.html.

Note que a previsão da temperatura é bastante boa, mesmo com quatro dias de antecedência. A previsão de nuvens e chuva, por outro lado, é tipicamente mais difícil e menos precisa.

PREVISÃO PARA O DIA 27 DE OUTUBRO DE 2006
PARA A CIDADE DE MONTREAL

previsão feita 4 dias antes	encoberto, pancadas esparsas mín. 1°C, máx. 5°C
previsão feita 3 dias antes	ensolarado mín. 1°C, máx. 7°C
previsão feita 2 dias antes	ensolarado mín. 0°C, máx. 7°C
previsão feita 1 dia antes	parcialmente nublado mín. 1°C, máx. 6°C
o que realmente ocorreu	nublado pela manhã, nebuloso pela tarde, céu limpo no fim do dia, mín. 1°C, máx. 6°C

não depende das condições iniciais.”

“Quer dizer que posso planejar minha churrascada para daqui a 50 anos?”

“Não acredito que ninguém vá conseguir prever se vai chover ou não no domingo daqui a exatamente 50 anos e um dia. Na melhor das hipóteses, um climatologista vai poder te dizer qual é a provável temperatura média e quantidade de chuva média esperadas para o mês de julho de 2056 na sua cidade.”

Com isso, recebi outra baforada na cara. Foi a última, pois a chuva apertou e o charuto se apagou. Chegamos ao carro a tempo de ver um raio cair no poste ao lado. Terminamos a manhã comendo sanduíche, tomando cafezinho quente num bar da região, e elaborando explicações teóricas multidisciplinares incontestáveis para o caso daquela outra truta, sem dúvida a maior, que acabou escapando.