2026

# O FAZEDOR DE CHUVA

*Método para provocar chuva*

*Após a aplicação deste processo, choveu mesmo em algumas das regiões mais secas do mundo*



A imagem mostra uma unidade móvel de bicos em anel, diretamente junto à água

Processo, técnica e contexto
Versão de 2026

**Jonathan Hertig**
Acompanhamento do projeto, desenvolvimento e marketing
Schützenfahrstrasse 18, 3115 Gerzensee (Suíça)
jonathan.hertig@bluewin.ch
+41 79 758 89 42
www.der-regen-macher.ch

# Prólogo – Por que razão criei esta documentação

Há cerca de 25 a 30 anos, vi na televisão um programa que até hoje não me saiu da cabeça. Nesse programa, era apresentada uma equipa de investigadores que, numa região desértica, tinha instalado vários tubos metálicos com cerca de seis a nove metros de altura. Na extremidade superior desses tubos encontravam-se bicos pulverizadores muito finos. Água, possivelmente água do mar, era bombeada para cima através dos tubos e aí pulverizada em gotículas finas. Grande parte da água evaporava-se já no ar. Depois de este processo ter sido utilizado durante algum tempo, via-se no programa que começava a chover na região em causa. A simplicidade desta abordagem impressionou-me muito na altura.

Durante muitos anos, esta recordação ficou em segundo plano. Nos últimos anos, porém, ganhou para mim uma nova urgência. A crescente escassez de chuva, bem como os períodos de seca e de calor cada vez mais longos em Portugal e em grande parte da Europa, preocupam-me muito. Em particular, o ano de 2026, em que Portugal viveu o terceiro verão mais quente e o setembro mais quente desde o início das medições, reforçou ainda mais esta preocupação. Em poucos meses, o país passou do inverno mais chuvoso dos últimos 30 anos para uma seca que, no final de julho, abrangia todo o território continental. Os baixos níveis de água em rios como o Lima, o Mondego e o Vouga, bem como a rápida descida dos níveis das albufeiras, mostram quão depressa a situação se pode agravar. A agricultura sofre com solos ressequidos, as florestas, bem como os montados de sobro e de azinho, estão sujeitos a um stress hídrico crescente e o risco de incêndio florestal aumenta. As consequências já há muito não afetam apenas a natureza, mas igualmente a economia, o abastecimento e a população. [24, 25, 27, 28]

Movido por esta preocupação, voltei a lembrar-me daquele programa de televisão e comecei a procurar especificamente na Internet processos semelhantes. Foi assim que encontrei o suíço Hans Hangartner e o seu «processo para provocar chuva». Para minha surpresa, encontrei indícios de que Hangartner tinha utilizado o seu método com muito sucesso, ao longo de muitos anos, em várias regiões muito secas do mundo. Chamou-me especialmente a atenção a sua experiência no estado indiano de Gujarat, em 1988, onde, após anos de seca, voltaram a cair chuvas fortes durante a sua estadia. [3, 5, 6]

Esta descoberta foi para mim o verdadeiro motivo para reunir as informações disponíveis e elaborar a presente documentação «O Fazedor de Chuva». O meu objetivo é apresentar o processo de forma compreensível, documentar os trabalhos e ensaios de campo de Hans Hangartner, reunir fontes históricas e dados de precipitação e, ao mesmo tempo, mostrar como poderia ser construída hoje uma instalação experimental móvel.

No centro desta documentação está, para mim, uma questão simples, mas importante: se um processo deste tipo foi utilizado em algumas das regiões mais secas do mundo e, depois disso, voltou repetidamente a chover, por que razão não deveria ser testado e utilizado também em Portugal, nas condições climáticas atuais? Desde aquelas experiências, tanto o clima como as possibilidades técnicas e meteorológicas mudaram consideravelmente. Na minha opinião, não nos deveríamos, por isso, deter demasiado tempo na questão teórica de saber se o processo é ou não possível. O decisivo seria iniciar o ensaio nas condições atuais, com acompanhamento científico, e observar o que realmente acontece. Só um ensaio de campo prático pode mostrar que efeitos se produzem em condições reais. Caso se demonstre que o processo funciona, a sua utilidade para a agricultura, as florestas, os rios e o abastecimento de água e, não menos importante, para o combate ao aquecimento global poderá ser de grande importância. Quem não conhece o efeito extremamente agradável de arrefecimento quando, após um período prolongado de calor ou de seca, começa finalmente a cair chuva persistente? Em pouquíssimo tempo, a temperatura ambiente desce acentuadamente e, não menos importante, também o solo, anteriormente muito aquecido, arrefece de forma sensível. Consigo imaginar bem que precisamente este processo de «fazer chuva» possa contribuir, através de chuvas provocadas de forma direcionada, não só para evitar períodos de calor e de seca, mas também para contrariar o crescente aquecimento global.

# Índice

Tempo de leitura estimado do Prólogo até à Conclusão e perspetivas: cerca de 17 minutos

Prólogo – Por que razão criei esta documentação ..... 2
1. Preâmbulo – Alterações climáticas em Portugal e na Europa ..... 4
2. Origem do processo – Hans Hangartner ..... 5
3. Ensaios de campo e a experiência em Gujarat, Índia (1988) ..... 6
4. Apelo à política, à ciência, à economia e às associações – Proposta de um projeto-piloto ..... 8
5. Diferentes variantes construtivas da unidade de pulverização ..... 9
6. Conclusão e perspetivas ..... 13
7. O processo «Fazer Chuva» – Princípio básico ..... 14
8. Contexto meteorológico ..... 18
9. Fontes e referências ..... 19

# 1. Preâmbulo – Alterações climáticas em Portugal e na Europa

Portugal e grande parte da Europa sentem, há alguns anos, alterações climáticas percetíveis. Os períodos de seca ocorrem com mais frequência, duram mais tempo e são acompanhados de calor intenso. Anos como 2005, 2017, 2022, 2025 e sobretudo 2026 mostraram até que ponto uma seca prolongada pode afetar a paisagem, a economia e a população. Segundo o serviço meteorológico português IPMA, o verão de 2026 foi o terceiro mais quente desde o início das medições em 1931 e setembro de 2026 foi mesmo o mais quente. [24, 25]

Esta evolução torna-se particularmente visível nos rios e nas albufeiras. Embora o inverno de 2025/2026 tenha sido o mais chuvoso dos últimos 30 anos, em julho de 2026 caíram apenas 0,8 mm de precipitação – menos de 8 por cento do valor habitual. No final de julho, todo o território continental encontrava-se em situação de seca. O nível de armazenamento das albufeiras desceu de cerca de 92 por cento no final de maio para 72 por cento no final de setembro; as bacias hidrográficas do Lima, Mondego, Vouga, Cávado e das Ribeiras do Oeste encontravam-se em seca hidrológica. [24, 26, 27]

Também a agricultura é diretamente afetada: se, em fases de seca, a erva das pastagens e dos prados deixa de crescer o suficiente, as agricultoras e os agricultores têm de comprar forragens ou reduzir os efetivos pecuários – com consequências para os preços. Além disso, a seca persistente aumenta o risco de incêndio florestal: solos ressequidos e vegetação seca constituem terreno fértil para incêndios que se propagam rapidamente – um fenómeno recorrente e doloroso em Portugal. Até ao final de julho de 2026 já tinham ardido 53 731 hectares – mais 58 por cento do que a média decenal. [27, 28]

Também o abastecimento de eletricidade está cada vez mais sob pressão. Cerca de um quarto da eletricidade portuguesa provém da energia hidroelétrica (janeiro a julho de 2026: 27 por cento). Se os níveis das albufeiras descem, esta produção diminui – no ano de seca de 2022, atingiu em junho o valor mais baixo desde 1971. Como Portugal só pode importar eletricidade através de Espanha, onde existem os mesmos problemas, a eletricidade poderá tornar-se escassa em longos períodos de seca e de calor; já em julho de 2026, 34 por cento do consumo provinha de importações. [29]

Para além da economia, também a população passa a estar no centro das atenções. Segundo dados da autoridade de saúde portuguesa DGS, entre meados de junho e o final de julho de 2026 registaram-se mais de 600 óbitos acima do esperado. Particularmente vulneráveis são as pessoas idosas e as pessoas com doenças pré-existentes. [30] Com calor persistente, aumenta o risco de complicações de saúde, sobretudo quando o corpo e as habitações deixam de arrefecer também durante a noite.

Neste contexto, ganha importância a questão de saber se e como seria possível apoiar de forma direcionada a formação de precipitação em períodos de seca. Ou seria até concebível que, durante esses períodos secos, se pudesse «produzir» de forma direcionada precipitação, ou seja, chuva? A presente documentação apresenta um processo que existe há décadas, mas que até agora nunca foi testado e utilizado de forma sistemática e com acompanhamento científico:

O chamado «Fazer Chuva» por meio de uma unidade móvel de pulverização.

De forma simplificada, o princípio pode ser descrito assim: sobre a terra aquecida, o ar húmido sobe e condensa-se em altitude, formando nuvens; o ar, agora mais seco, regressa à massa de água e volta a absorver humidade. Em resumo: na indução direcionada da chuva, a água – por exemplo, de um lago, rio ou do mar – é evaporada para iniciar o ciclo descrito e reforçá-lo progressivamente. **Pode imaginar-se o processo como um motor grande e potente: o processo de indução direcionada de chuva é a chave que o põe em marcha.**

## 2. Origem do processo – Hans Hangartner

O processo aqui apresentado remonta ao suíço Hans Hangartner, nascido em 1921, filho de um ordenhador suíço emigrado para a Transilvânia romena. Aos doze anos veio com a família para a Suíça, onde a família viveu temporariamente em grande pobreza. Hangartner trabalhou no setor da construção mecânica, mas foi, ao longo de toda a vida, um inventor autodidata com um vivo interesse pelos fenómenos naturais. [4, 5]

Segundo as suas próprias declarações, dedicou-se intensamente à convecção térmica, à física da evaporação, às cartas meteorológicas, bem como às correntes de vento e oceânicas. Segundo ele próprio, recebeu um impulso decisivo em 1977 a partir de conhecimentos da física do frio aplicada à produção de gelo, que o levaram à ideia fundamental do seu processo posterior. [4, 5]

Em 1 de junho de 1989, Hangartner apresentou ao Instituto Federal Suíço da Propriedade Intelectual o pedido da patente CH 679 262 A5 com o título «Processo e dispositivo para provocar chuva». A patente foi concedida em 31 de janeiro de 1992. Descreve tanto o processo – a evaporação de água do mar pulverizada em ar quente e seco para estimular a precipitação – como um dispositivo correspondente, facilmente transportável. [3]

Hangartner não se ficou pelo simples pedido de patente, tendo testado o seu processo na prática ao longo de décadas – incluindo em alguns dos locais mais secos do mundo. As suas missões levaram-no, entre outros, a Marrocos, à Mauritânia, a Israel, à Tunísia, ao Togo, à Namíbia, à zona do Sahel na África Ocidental e à Índia. Para grande alegria da população, a chuva começava de facto a cair depois de cada missão. Os especialistas locais confirmaram sempre estes episódios de precipitação – se estes poderiam ser atribuídos causalmente à experiência do Fazedor de Chuva não foi, é certo, possível esclarecer cientificamente de forma definitiva. Uma coisa, porém, é certa:

**A chuva caiu e a relação temporal entre a experiência e a precipitação permaneceu marcante e notável.** [4, 5]

Não sei se foram as dúvidas recorrentes dos especialistas quanto à eficácia do seu processo que levaram Hans Hangartner, em junho de 1988, a aventurar-se novamente no estado indiano de Gujarat – uma região onde, comprovadamente, se verificou uma seca severa entre 1985 e 1988 – para aí provar mais uma vez que o seu método podia de facto produzir chuva. O correspondente do Tages-Anzeiger, que acompanhou a experiência no local, noticiou em 27 de julho de 1988 a primeira chuva a sério em quatro anos. [5, 6, 7, 8]

E, no entanto, o merecido reconhecimento nunca lhe chegou em vida. Porque o problema fundamental continua o mesmo: a chuva não pode ser reproduzida em laboratório, e nunca foi possível apresentar uma prova científica conclusiva de que a precipitação se deveu causalmente à experiência de pulverização. Meteorologistas, cientistas e autoridades puseram repetidamente em causa os êxitos – não por má-fé, mas de forma consistente: nunca se poderia excluir o acaso.

O que fica é a imagem de um inventor suíço extraordinário que, com meios modestos e uma fé inabalável, utilizou o seu processo precisamente em zonas onde outros já há muito tinham desistido – um homem que, por onde quer que passasse, - trazia chuva - e que, ainda assim, nunca conseguiu convencer o mundo de que não se tratava de mero acaso.

## 3. Ensaios de campo e a experiência em Gujarat, Índia (1988)

Merece especial atenção um ensaio de campo que Hangartner realizou no início de julho de 1988 em Jamnagar, no estado indiano de Gujarat. Jamnagar situa-se numa península no distrito de Saurashtra e era então afetada por uma seca que já durava há quatro anos e que tinha atingido duramente o estado, já de si pobre e economicamente atrasado (cerca de 178 000 quilómetros quadrados – o que corresponde a quase o dobro da área de Portugal – então com cerca de 40 milhões de habitantes). A missão foi acompanhada pelo então correspondente para a China e a Ásia do jornal suíço «Tages-Anzeiger», H. B., que documentou jornalisticamente o ensaio de campo no local, juntamente com a sua mulher. [6, 7, 8]

A missão foi viabilizada pelo grupo industrial indiano Tata, que convidou Hangartner para Gujarat. O ensaio teve lugar em Jamnagar; nas proximidades, a Tata Chemicals explorava uma grande unidade de produção. Os engenheiros e químicos locais acompanharam inicialmente a montagem da instalação de Hangartner com indisfarçável ceticismo. [6]

***«Com uma alegria exuberante, a população celebra a primeira chuva a sério em quatro anos.»*** [6]
Tages-Anzeiger, 27 de julho de 1988

Tal como descrito no artigo acima, cerca de duas semanas após a chegada de Hangartner, em 14 de julho de 1988, começou efetivamente a chover. Para esta missão, o suíço voltou a levar apenas o seu habitual equipamento móvel, com cerca de 150 - 180 quilogramas – composto por um compressor, tubos de alta pressão e mangueiras –, com o qual procurava influenciar uma área de várias centenas de quilómetros quadrados. Leitos de rios secos encheram-se de água em pouco tempo, de modo que as cabanas improvisadas nas margens tiveram de ser evacuadas à pressa. Enquanto os especialistas da Tata, inicialmente céticos, mostraram-se visivelmente surpreendidos, a população de Jamnagar celebrou efusivamente a chuva: os jovens deixavam-se encharcar pela chuva, as crianças brincavam e as mulheres recolhiam água das poças que se tinham formado para cozinhar. O próprio Hangartner declarou nunca ter vivido nada de comparável em toda a sua vida. As fortes chuvas persistentes obrigaram-no, por fim, a adiar em dois dias o seu voo de regresso à Suíça. [6]



**Uma tenda, um 'suporte de pulverização' e uma bomba-compressor – e pouco tempo depois chove pela primeira vez em Gujarat, Índia Ocidental.**



*Dispositivo de pulverização histórico de Hans Hangartner em utilização na Índia em julho de 1988. A construção simples consistia em vários tubos de pulverização dispostos em altura e era utilizada para pulverizar finamente a água. [4]*

Também as estatísticas oficiais de precipitação do serviço meteorológico indiano para as regiões afetadas traçam um quadro claro: [7, 8]

| Região | 01.01.–31.12.1987 | 01.01.–30.06.1988 | Após a experiência: 01.07.–31.12.1988 |
|---|---|---|---|
| Saurashtra e Kutch | 92,5 mm | 14,9 mm | 773,2 mm |
| Estado de Gujarat | 405 mm | 75,6 mm | 1 094,3 mm |

Fonte: India Meteorological Department, imdpune.gov.in (Subdivisional Rainfall Data).
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (aprox. 30 s até à abertura da ligação)
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html [7, 8]

É notável a relação temporal: até ao final de junho de 1988, ambas as regiões continuavam a registar uma escassez de precipitação e uma seca invulgares, enquanto, imediatamente após a experiência, se seguiu, na segunda metade do ano, um período claramente mais chuvoso. Uma prova científica inequívoca de que esta mudança se deveu efetivamente à experiência de pulverização é, por natureza, difícil de demonstrar – um estudo comparativo totalmente controlado pressuporia repetir a mesma situação meteorológica uma vez com pulverização e outra sem ela, o que é praticamente impossível. Os dados estatísticos são, em todo o caso, um forte indício da eficácia do processo, tanto mais que as chuvas começaram efetivamente após quatro anos de seca persistente. O argumento talvez mais forte a favor da eficácia do processo de pulverização continua, no entanto, a ser um padrão marcante:

**Em todos os locais onde Hangartner aplicou o seu processo**
**– em algumas das regiões mais secas do mundo – a chuva caiu!** [4, 5]

Enquanto para o funcionamento da instalação durante 14 dias foram utilizados apenas **cerca de 42 m³** de água, caíram na região de Saurashtra e Kutch, no segundo semestre de 1988, 773,2 mm de precipitação. Subtraindo a precipitação média anual dos 3,5 anos anteriores, de 202,5 mm, restam 570,7 mm de precipitação adicional. Numa área de cerca de 109 000 km², isto corresponde a um volume de água de cerca de **62,2 mil milhões de m³**. [23]

# 4. Apelo à política, à ciência, à economia e às associações – Proposta de um projeto-piloto

Tendo em conta a evolução climática descrita, gostaria de submeter este processo à vossa apreciação. O ponto de partida desta proposta é a observação de que os períodos de seca e de calor em Portugal e na Europa estão a tornar-se mais frequentes e prolongados. Daí decorre a questão de saber se seria possível favorecer de forma direcionada a precipitação com um processo simples e tecnicamente acessível.

A proposta consiste em que o Governo português – eventualmente em conjunto com os Governos Regionais dos Açores e da Madeira, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o serviço meteorológico IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), bem como a economia, a ciência e as associações – lance um projeto-piloto com acompanhamento científico. O foco não deveria ser uma análise teórica prévia que se prolongue durante anos, mas sim a questão prática de saber se, em condições reais, é efetivamente possível provocar ou, pelo menos, favorecer a precipitação.

Um ensaio-piloto com acompanhamento científico, em condições reais, seria o próximo passo lógico para testar na prática o potencial do processo do Fazedor de Chuva em Portugal. Precisamente durante um período acentuado de seca e de calor, poderiam ser registadas e documentadas de forma abrangente as condições meteorológicas, a evolução do processo de pulverização, bem como possíveis alterações da humidade do ar, das correntes de ar, da formação de nuvens e da precipitação.

O acompanhamento científico deveria apoiar e avaliar o ensaio prático – sem, no entanto, o atrasar desnecessariamente com estudos preliminares morosos, discussões teóricas de princípio ou obstáculos administrativos excessivos. No caso de um processo tecnicamente relativamente simples e controlável, deveria ser possível clarificar rapidamente as condições de segurança e de enquadramento necessárias e, em seguida, realizar um ensaio de campo bem documentado. Muitas das questões decisivas só podem, de qualquer modo, ser respondidas em condições reais. O objetivo deveria, por isso, ser: preparar cuidadosamente, acompanhar cientificamente – mas, sobretudo, experimentar.

Uma possível unidade experimental móvel poderia incluir os seguintes componentes:

- um reboque com unidade de pulverização e bomba de água, compressor e, eventualmente, ventilador pré-montados
- um segundo reboque com gerador elétrico para alimentar o sistema de bombagem e o ventilador
- as condutas de água e os bicos pulverizadores necessários, bem como eventuais equipamentos de medição e controlo para o acompanhamento científico do ensaio

Uma instalação deste tipo custaria cerca de 175 000 a 240 000 €, e, na fase final, duas a três instalações poderiam já ser suficientes para provocar chuva de forma direcionada em Portugal. Como referido no prólogo, seria possível não só combater a escassez de chuva, mas também reduzir as temperaturas locais em contínuo aumento. Se tivermos em conta que, em Portugal, o Estado e a economia – incluindo a indústria – despendem anualmente cerca de 7 a 8 mil milhões de euros em proteção do ambiente e do clima, transição energética, energias renováveis e descarbonização, uma instalação experimental deste tipo seria uma despesa praticamente insignificante. Estou, no entanto, convencido de que o seu efeito seria grande. [31]

Tenhamos a coragem de abandonar eventuais preconceitos, padrões de pensamento enraizados e dúvidas precipitadas e de encarar com abertura novas abordagens. Precisamente perante o aumento da seca, do calor, da escassez de água e do aquecimento global, deveríamos agir com abertura à tecnologia e orientação para soluções. O processo do Fazedor de Chuva mostra que, possivelmente, já com uma tecnologia relativamente simples, económica e respeitadora do ambiente se podem alcançar grandes resultados. O decisivo não deveria ser, por isso, saber se uma ideia parece invulgar à primeira vista, mas sim se funciona em condições reais e traz um benefício concreto. Ter a coragem de o testar e experimentar sem preconceitos poderá revelar-se muito mais importante do que hoje podemos imaginar.

# 5. Diferentes variantes construtivas da unidade de pulverização

Para a implementação prática do processo são possíveis diferentes formas construtivas móveis. Consideram-se três variantes técnicas básicas: uma unidade de pulverização com bomba de alta pressão, uma unidade de pulverização com bomba de água e injeção combinada de ar comprimido, bem como uma versão com ventilador vertical adicional, segundo um princípio básico semelhante ao de um canhão de neve. As formas construtivas seguintes mostram possíveis variantes de construção para um futuro protótipo.

### Variante 1 – Unidade de pulverização com bomba de alta pressão

A água é aspirada de um lago, rio ou do mar, filtrada e conduzida por uma bomba de alta pressão potente até ao distribuidor e aos tubos de pulverização. A pressão de pulverização necessária é gerada inteiramente pela bomba de água; os bicos pulverizam a água em gotículas finas. Esta versão pode ainda ser combinada com um ou vários ventiladores orientados para cima.

Vantagens: construção simples; elevado caudal de água; menos componentes; menores necessidades de manutenção.

Desvantagens: para uma pulverização muito fina é necessária uma pressão de água correspondentemente elevada; o tamanho das gotículas depende fortemente do bico e da pressão. [13]

### Variante 2 – Unidade de pulverização com bomba e injeção de ar comprimido (compressor)

A bomba de água conduz a água até bicos bifluido, ou seja, bicos de dois fluidos ou atomizadores pneumáticos; o compressor fornece separadamente o ar comprimido. Só no bico ou imediatamente fora do bico é que o ar e a água se encontram. O fluxo de ar rápido desfaz o jato de água em gotículas muito mais pequenas. Em determinados bicos bifluido bastam, por exemplo, pressões de água de cerca de 1–10 bar e pressões de ar de cerca de 1–15 bar. Consoante o sistema, são possíveis gotículas até à ordem de alguns micrómetros. Também esta variante pode ser combinada com um ventilador adicional.

Vantagens: pulverização muito fina e facilmente regulável; menor pressão de água necessária; tamanho das gotículas ajustável através da pressão da água e do ar.

Desvantagens: compressor e sistema separado de condutas de ar necessários; maior consumo de energia; maior complexidade técnica. [14, 15]

### Variante 3 – Unidade de pulverização com bomba, injeção de ar comprimido (compressor) e ventilador vertical

Esta forma construtiva combina a atomização pneumática com um fluxo de ar orientado para cima e inspira-se tecnicamente no princípio de um canhão de neve. Ao contrário da produção de neve, a água não deve, porém, congelar, mas sim ser distribuída e evaporada da forma mais fina possível em ar quente. Um ou vários ventiladores verticais transportam as gotículas para cima, fornecem continuamente ar ambiente e prolongam o tempo de permanência da névoa de água no ar.

Vantagens: pulverização muito fina; mistura intensiva com o ar ambiente; tempo de suspensão e de evaporação mais longo; transporte direcionado para cima.

Desvantagens: a maior exigência técnica e energética; peso adicional; as potências do ventilador, do compressor e da bomba têm de ser ajustadas entre si. [16]

## Possíveis configurações construtivas

Os exemplos seguintes mostram diferentes disposições da unidade de pulverização e possíveis combinações das três variantes técnicas básicas.

*Nota sobre as imagens: as unidades de bicos pulverizadores representadas são visualizações conceptuais e não fotografias de instalações existentes. As representações foram criadas como visualizações de projeto assistidas por IA, segundo as indicações do autor. [17]*



**Unidade de pulverização com bicos em anel e ventilador vertical**

Utilização: Com bomba, compressor e ventilador vertical.

Transporte: O mastro é basculante; a unidade de bicos em anel e o ventilador são desmontáveis para o transporte



**Disposição circular de uma unidade de pulverização**

Utilização: Com bomba, compressor e ventilador vertical.

Transporte: A parte superior dos tubos e o ventilador são desmontáveis.



**Unidade de pulverização em fila dupla**

Utilização: Com bomba de alta pressão ou com bomba e compressor.
Transporte: A parte superior dos tubos de pulverização é desmontável.



**Unidade de pulverização com bicos em anel**

Utilização: Com bomba de alta pressão ou com bomba e compressor.
Transporte: O mastro é basculante; a parte superior do anel é desmontável.



**Unidade de pulverização em fila simples**

Utilização: Com bomba de alta pressão ou com bomba e compressor.
Transporte: A parte superior dos tubos de pulverização é desmontável.



**Unidade de pulverização em feixe**

Utilização: Com bomba de alta pressão ou com bomba e compressor.
Transporte: A parte superior dos tubos de pulverização é desmontável.

# 6. Conclusão e perspetivas

O processo «O Fazedor de Chuva» combina uma ideia básica técnica e física relativamente simples com uma utilidade potencial extraordinária. As experiências e os ensaios de campo realizados até agora mostram que, na minha opinião, existem razões suficientes para retomar este processo nas condições climáticas atuais e testá-lo na prática.

Precisamente perante a crescente escassez de chuva, os períodos de seca e de calor mais longos e as consequências daí decorrentes para a agricultura, as florestas, os rios, o abastecimento de água, a economia e a população, coloca-se a questão de saber se nos podemos dar ao luxo de deixar por explorar uma possibilidade destas. A isto acresce o efeito refrescante, imediatamente percetível, da chuva persistente: após longos períodos de calor, a temperatura ambiente desce de forma acentuada em pouco tempo e também o solo, anteriormente muito aquecido, arrefece de forma duradoura. Se for de facto possível, com o processo do Fazedor de Chuva, provocar ou favorecer a precipitação de forma direcionada, poder-se-ia possivelmente não só combater a seca, mas também, através deste efeito refrescante, contrariar o crescente aquecimento global.

Por isso, não nos deveríamos deter demasiado tempo na questão teórica de saber se o processo é ou não possível. O decisivo seria iniciar o ensaio nas condições atuais, com acompanhamento científico, e observar o que realmente acontece.

E se o processo do Fazedor de Chuva tivesse êxito – do que estou convencido – e pudéssemos um dia, não só em Portugal, mas talvez também na Europa, influenciar ou «controlar» a precipitação de forma direcionada, de modo que a escassez de chuva e os períodos de seca prolongados passassem progressivamente a ser coisa do passado?

Não menos importante poderia ser a utilização em países em desenvolvimento, cujas condições de vida e possibilidades de desenvolvimento são fortemente limitadas precisamente devido à falta de precipitação e à escassez crónica de água. Uma tecnologia relativamente simples, que pudesse aí proporcionar chuva de forma fiável, teria uma importância dificilmente sobrestimável para a agricultura, o abastecimento de água e a segurança alimentar.

A presente documentação pretende dar um contributo objetivo para esse efeito e servir de base a uma análise aprofundada por parte das entidades interessadas da política, da ciência, da economia, das associações e da administração.

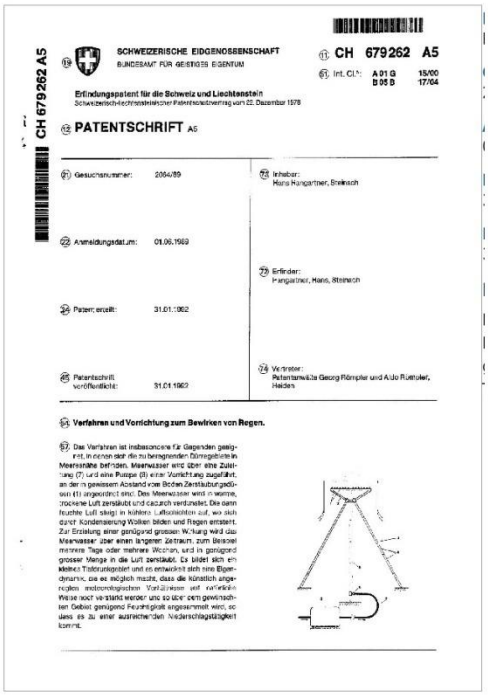
Porque, em última análise, só um ensaio prático pode mostrar o que é realmente possível.

*«O que é possível não o descobrimos apenas pela dúvida,*
*mas sim tendo a coragem de o tentar.»* [22]

# 7. O processo «Fazer Chuva» – Princípio básico

## Hans Hangartner e a patente CH 679 262 A5

*«Processo e dispositivo para provocar chuva»*



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 679262 A5

(51) Int. Cl.⁵: A 01 G 15/00, B 05 B 17/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 2064/89

(73) Inhaber: Hans Hangartner, Steinach

(22) Anmeldungsdatum: 01.06.1989

(72) Erfinder: Hangartner, Hans, Steinach

(24) Patent erteilt: 31.01.1992

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1992

(74) Vertreter: Patentanwälte Georg Römpler und Aldo Rüetschi, Heiden

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen.

(57) Das Verfahren ist insbesondere für Gegenden geeignet, in denen sich die zu beregnenden Bürogebäude in Meeresnähe befinden. Meerwasser wird über eine Zuleitung (7) und eine Pumpe (8) einer Vorrichtung zugeführt, an der in gewissem Abstand vom Boden Zerstäubungsdüsen (6) angeordnet sind. Das Meerwasser wird in warme, trockene Luft zerstäubt und dadurch verdunstet. Die dann feuchte Luft steigt in kühlere Luftschichten auf, wo sich durch Kondensierung Wolken bilden und Regen entsteht. Zur Erzielung einer genügend grossen Wirkung wird das Meerwasser über einen längeren Zeitraum, zum Beispiel mehrere Tage oder mehrere Wochen, und in genügend grosser Menge in die Luft zerstäubt. Es bildet sich ein kleines Tiefdruckgebiet und es entwickelt sich eine Eigendynamik, die es möglich macht, dass die künstlich angeregten meteorologischen Vorgänge auf natürliche Weise noch verstärkt werden und so über dem gewünschten Gebiet genügend Feuchtigkeit angesammelt wird, so dass es zu einer ausreichenden Niederschlagstätigkeit kommt.

**Inventor / Titular**
Hans Hangartner, Steinach

**Número do pedido**
2064/89

**Data do pedido**
01.06.1989

**Patente concedida**
31.01.1992

**Fascículo publicado**
31.01.1992

**Mensagem central da patente**

A água do mar deve ser finamente pulverizada junto ao solo, perto da costa. No ar quente e seco, deve evaporar-se rapidamente. O ar mais húmido deve chegar a camadas de ar mais altas e mais frescas, onde se podem formar nuvens e precipitação. O funcionamento está previsto para vários dias ou semanas.

*Excerto do fascículo de patente CH 679 262 A5 disponibilizado.*

A base do processo é uma reflexão física extremamente simples: se a água – idealmente água de um ribeiro, rio, lago ou do mar – for bombeada através de um sistema de tubos até uma altura de cerca de cinco a nove metros e aí pulverizada em gotículas finíssimas, a área total da superfície da água aumenta consideravelmente. Desta forma, uma grande quantidade de água pode evaporar-se em pouco tempo. A evaporação retira calor ao ar circundante e, ao mesmo tempo, enriquece-o com humidade adicional. É precisamente esta alteração da camada de ar junto ao solo que deverá criar condições favoráveis ao movimento do ar, à convecção térmica, à formação de nuvens e, por fim, à chuva. [3, 4]

O ar junto ao solo, fortemente aquecido, é humedecido e arrefecido localmente pelo processo de pulverização. Em conjugação com o aquecimento contínuo do solo e as diferenças de temperatura e de densidade daí resultantes, pode desenvolver-se uma corrente ascendente local. Se este processo for mantido de forma contínua durante um período prolongado – segundo a documentação disponível, durante vários dias a semanas –, deverá desenvolver-se a partir daí, junto ao solo, uma pequena mas persistente zona de baixa pressão ou uma circulação de ar progressivamente mais intensa. [3, 4]

Segundo as descrições disponíveis, este sistema local desenvolve uma certa dinâmica própria: ar mais húmido das imediações – em especial de uma massa de água adjacente – aflui para a zona. O ar ascendente chega a camadas de ar mais frias, onde o vapor de água se pode condensar e formar nuvens. Segundo os relatos históricos, a área de influência deverá alargar-se ao longo de vários dias, até que se estabeleça uma troca entre o ar quente sobre a terra seca e
o ar mais húmido sobre o mar ou um lago. [3, 4]

## A importância especial da água do mar ou da água salgada

Para o processo do Fazedor de Chuva, a água do mar ou a água salgada é particularmente interessante por duas razões. Por um lado, desempenha, como qualquer água pulverizada, a função térmica do processo: o forte aumento da superfície das gotículas finíssimas favorece a evaporação, arrefece o ar circundante e aumenta simultaneamente o seu teor de humidade.

Por outro lado, com a água do mar ou a água salgada, sais e minerais dissolvidos são lançados no ar em gotículas minúsculas. Quando parte da água se evapora, ficam partículas salinas muito pequenas. Estas são higroscópicas, ou seja, podem absorver humidade do ambiente. Assim, ao efeito térmico da água pulverizada junta-se um efeito microfísico que pode ser importante para a formação e o crescimento das gotículas de nuvem. [11]

A possível vantagem da água do mar ou da água salgada não reside, portanto, no facto de a água salgada evaporar mais intensamente ou mais depressa do que a água pura. Pelo contrário, combina o aporte de água com a introdução adicional de aerossóis salinos naturais e núcleos de condensação. Neste sentido, a água do mar ou a água salgada pode complementar funcionalmente o processo descrito em comparação com a água doce muito pobre em minerais e, possivelmente, torná-lo mais eficiente. [11]

## Núcleos de condensação e gotículas de nuvem

Para que o vapor de água na atmosfera se possa condensar em gotículas de nuvem, os chamados núcleos de condensação desempenham um papel importante. Trata-se de partículas muito pequenas no ar, sobre as quais as moléculas de água se podem depositar. Ao pulverizar água com minerais dissolvidos – de forma particularmente acentuada na água do mar e em menor grau na água de lagos ou rios – podem permanecer, após evaporação parcial ou total, partículas finíssimas de sal ou de minerais. [11]

Estas partículas higroscópicas podem absorver humidade e, em condições adequadas, atuar como núcleos naturais de condensação de nuvens. Numa nuvem em desenvolvimento, as pequenas gotículas assim formadas podem continuar a crescer e unir-se a outras gotículas. Para que das gotículas de nuvem resulte finalmente precipitação, têm, no entanto, de estar reunidas adicionalmente as condições meteorológicas necessárias. [11]

## A lei de Raoult

No relato «O homem que fez chover na região do Sahel», de 1989, é feita referência expressa, no contexto da ativação da chuva de Hangartner, ao professor François-Marie Raoult, de Grenoble, e à lei que leva o seu nome. O relato da época associa esta lei à diminuição do ponto de congelação e ao aumento do ponto de ebulição das soluções. [4, 9]

Para o efeito da água salgada aqui considerado, é especialmente interessante a pressão de vapor de uma solução. De forma simplificada, a lei de Raoult estabelece que a água com sais ou outras substâncias dissolvidas – ou seja, por exemplo, água do mar ou água salgada – tem uma pressão de vapor ligeiramente inferior à da água quase pura ou destilada. Também a água doce contém, regra geral, minerais e sais dissolvidos, embora geralmente em menor concentração do que a água do mar. Este chamado efeito de Raoult é também importante em gotículas salinas muito pequenas ou em partículas de aerossol. [9]

$$p(\text{água, solução}) = x(\text{água}) \times p^{o}(\text{água})$$

## A teoria de Köhler – ligação à formação de nuvens

Um enquadramento físico mais aprofundado é fornecido pela teoria de Köhler da microfísica das nuvens. Esta descreve em que condições pequenas partículas de aerossol higroscópicas absorvem água, continuam a crescer e podem ser ativadas como gotículas de nuvem. Neste contexto, a influência das substâncias dissolvidas, tal como descrita pelo efeito de Raoult, é combinada com a influência da superfície curva de gotículas muito pequenas. [10, 11]

Precisamente no caso do sal marinho, esta relação é de especial interesse: as partículas de sal marinho podem, devido às suas propriedades higroscópicas, absorver água e, em condições adequadas de humidade do ar ou de sobressaturação, ser ativadas como núcleos de condensação de nuvens. Desta forma, a referência de Hangartner à água do mar e à lei de Raoult ganha uma explicação microfísica adicional. [10, 11]

**Em resumo**
No processo descrito, a água doce atua sobretudo através da pulverização, evaporação, arrefecimento e enriquecimento em humidade. A água do mar ou a água salgada combina este efeito com a introdução adicional de partículas de sal higroscópicas que podem atuar como núcleos de condensação. Assim, a água do mar ou a água salgada pode ter uma vantagem funcional adicional para o processo.

## O modelo de funcionamento de Hangartner – os dois esboços

Os dois esboços utilizados por Hangartner ilustram a interação, por ele assumida, entre a terra seca, o mar e a atmosfera. Para a documentação, foram redesenhados e claramente legendados, para que mais tarde possam também ser facilmente adaptados a outras línguas. [4]

**Fig. 1**

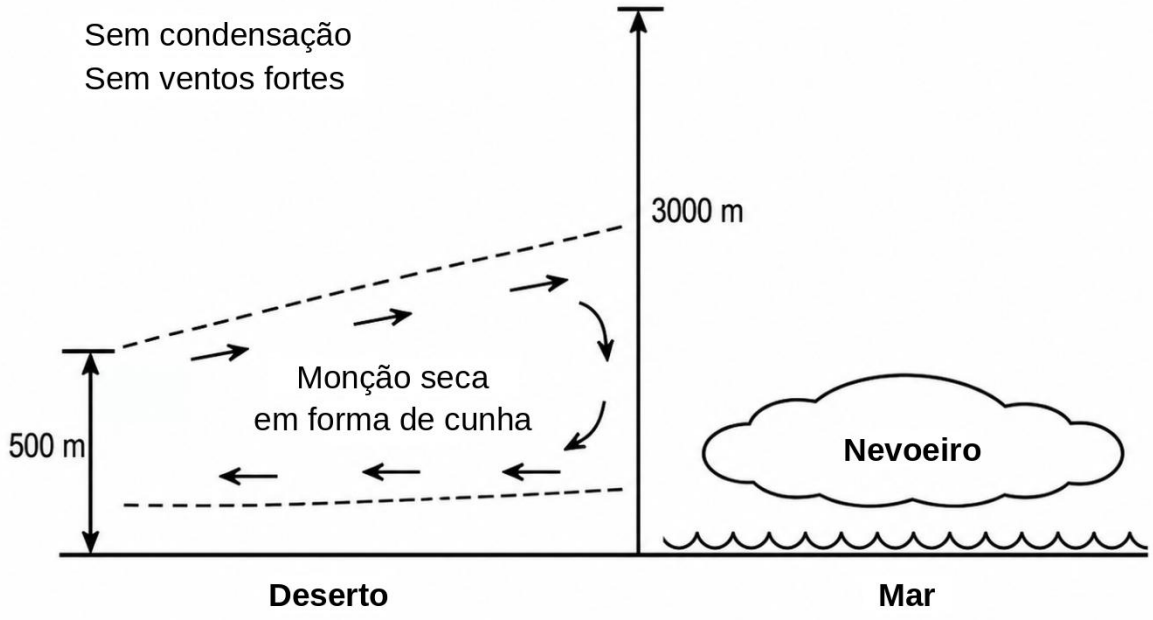



*Fig. 1 (redesenhada): situação inicial segundo Hangartner – monção seca em forma de cunha sobre o deserto; sobre o mar encontra-se um banco de nevoeiro.*

A Fig. 1 mostra a situação inicial: segundo a representação de Hangartner, sobre o deserto desloca-se uma monção seca, em forma de cunha, apenas a uma altitude relativamente baixa. Sobre o mar, pelo contrário, encontra-se um banco de nevoeiro. O esboço assinala esta situação com «Sem condensação» e «Sem ventos fortes». A troca de humidade entre o mar e a terra é, nesta representação, ainda pouco pronunciada. [4]

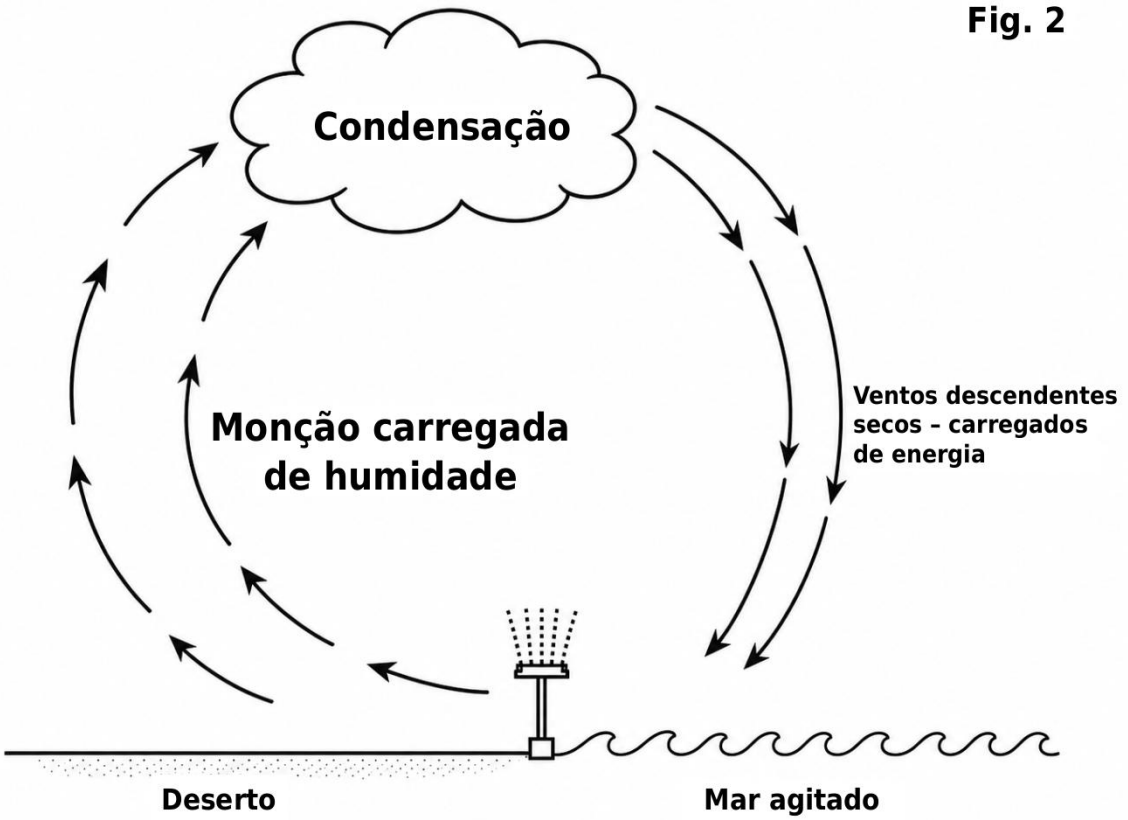



*Fig. 2 (redesenhada): ciclo reforçado – o ar carregado de humidade sobe, inicia-se a condensação, ventos descendentes secos – carregados de energia – regressam à superfície de água.*

A Fig. 2 mostra o ciclo ativado segundo a conceção de Hangartner. O ar carregado de humidade desloca-se a partir de uma massa de água vizinha – mar, lago ou rio – em direção à terra mais quente e sobe aí. Em maior altitude, inicia-se a condensação, libertando-se calor. O ar, depois mais seco, volta a descer e flui – designado no esboço de Hangartner como «ventos descendentes secos – carregados de energia» – de regresso em direção à superfície de água. Aí pode voltar a absorver humidade. A pulverização contínua deverá estimular este ciclo e reforçá-lo progressivamente. [4]

*Nota: a base das duas figuras redesenhadas é constituída pelos esboços manuscritos do artigo de Hans-Joachim Ehlers, «Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen ließ» («O homem que fez chover na região do Sahel»), raum&zeit 43/89, p. 70. A ideia fundamental representada foi mantida no redesenho.* [4]

## Dois níveis de ação interligados

Os esboços descrevem sobretudo o nível dinâmico de grande escala do processo: movimento do ar, transporte de humidade, ascensão, condensação e retorno.

A lei de Raoult e a teoria de Köhler complementam este modelo no plano microfísico: explicam a relação entre sais dissolvidos, partículas de aerossol higroscópicas e a formação ou ativação de gotículas de nuvem. [9, 10, 11]

No seu conjunto, resulta assim um modelo de funcionamento alargado: a instalação de pulverização deverá, por um lado, influenciar térmica e dinamicamente o ar junto ao solo e favorecer uma circulação mais ampla entre a terra e a água; por outro lado, ao utilizar água do mar ou água salgada, podem também ser introduzidos na atmosfera núcleos de condensação salinos naturais.

Segundo as fontes disponíveis, o efeito descrito – desde o início da pulverização até ao início da precipitação – deverá ocorrer habitualmente após cerca de três a catorze dias, embora este intervalo possa variar significativamente consoante as condições locais. [4, 6]

O relato da região do Sahel descreve que, após cerca de três dias, se tinha desenvolvido uma circulação suficientemente intensa e que, no quarto dia, começou a chover. Na missão na Índia em 1988, começou a chover cerca de duas semanas após a chegada de Hangartner, em 14 de julho de 1988. [4, 6]

**O processo do Fazedor de Chuva funciona tanto melhor quanto mais seco for o ar e mais intensa for a radiação solar.**

# 8. Contexto meteorológico

## A relação entre baixa e alta pressão

Para o processo, o gradiente de temperatura e de pressão entre a terra fortemente aquecida e uma superfície de água vizinha mais fresca é de especial importância. Sobre a terra quente o ar sobe, enquanto o ar sobre o mar, lago ou rio permanece comparativamente mais fresco e mais denso. Desta forma, pode surgir uma corrente de ar semelhante à que se observa naturalmente na circulação das brisas terrestre e marítima. [12]

## Importância do local de utilização

A escolha do local de utilização desempenha, por isso, um papel central. A unidade de pulverização deveria, na medida do possível, ser operada diretamente junto a um mar, lago, rio ou outra superfície de água suficientemente grande. Assim, não só há água suficiente disponível para a pulverização, como existe também uma fonte natural de humidade nas imediações. [4, 5, 12]

## Condições meteorológicas

A intensidade com que o processo desencadeado pela instalação de pulverização se desenvolve depende das respetivas condições meteorológicas. São particularmente importantes:

- Temperatura e humidade do ar
- Intensidade da radiação solar
- Direção e intensidade do vento
- Distribuição da temperatura nas camadas de ar mais elevadas
- Estabilidade ou instabilidade da atmosfera
- Dimensão e temperatura da superfície de água adjacente
- Relevo do terreno e sistemas de vento regionais existentes. [12]

A escolha do momento e do local de utilização é, por isso, decisiva. Segundo as descrições disponíveis, condições particularmente quentes, secas e soalheiras são favoráveis ao processo.

### Outras influências

É concebível que outros fatores locais ou meteorológicos influenciem o decurso do processo. Um ensaio prático poderia, precisamente, contribuir para observar diretamente essas relações e obter conhecimentos sobre locais adequados, o momento ideal de utilização e o efeito em diferentes condições meteorológicas.

## 9. Fontes e referências

As fontes seguintes constituem a base dos dados históricos, meteorológicos, científicos e técnicos desta documentação. Os números correspondem às referências às fontes no texto.

### Fontes históricas, meteorológicas e científicas


**[1]** Serviço Federal de Meteorologia e Climatologia MeteoSchweiz / ETH Zürich: Climate CH2025 – Drier summers / Swiss climate scenarios. Dados sobre o aumento da seca estival, a evaporação, a humidade do solo e a evolução do calor na Suíça. https://www.meteoswiss.admin.ch/climate/climate-change/drier-summers.html (consultado em 19.08.2026).

**[2]** Serviço Federal do Ambiente BAFU: «Sommer 2026: Trockenheit und hohe Waldbrandgefahr», publicado em 24.07.2026. Dados sobre a seca acentuada, os níveis de água baixos e o risco de incêndio florestal na Suíça. https://www.bafu.admin.ch/de/sommer-2026-trockenheit-und-hohe-wassertemperaturen (consultado em 19.08.2026).

**[3]** Hans Hangartner: Patente suíça CH 679 262 A5, «Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen» (Processo e dispositivo para provocar chuva). Pedido em 01.06.1989; patente concedida e fascículo publicado em 31.01.1992. Fonte: fascículo de patente disponibilizado / Instituto Federal Suíço da Propriedade Intelectual.

**[4]** Hans-Joachim Ehlers: «Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess», raum&zeit, n.º 43/89, pp. 68–72. Fonte: artigo original disponibilizado. Particularmente relevante: p. 69 – após cerca de três dias, a circulação é suficientemente grande; no 4.º dia começa a chover.

**[5]** Edith Lier: «Hans Hangartner – Der verkannte Regengott», Beobachter, 08.07.2005. https://www.beobachter.ch/familie/hans-hangartner-der-verkannte-regengott (consultado em 19.08.2026).

**[6]** H. B: «Ein Schweizer als Regenmacher in Indien», Tages-Anzeiger, quarta-feira, 27.07.1988, p. 48. Fonte: artigo original disponibilizado. Particularmente relevante: p. 48 – a chuva começa em 14 de julho de 1988, cerca de duas semanas após a chegada de Hangartner, no final de junho.

**[7]** India Meteorological Department (IMD): Subdivisional Rainfall Data – Saurashtra and Kutch. Precipitação histórica mensal e anual. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (consultado em 19.08.2026).

**[8]** India Meteorological Department (IMD): Subdivisional Rainfall Data – Gujarat Region. Precipitação histórica mensal e anual. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html (consultado em 19.08.2026).

**[9]** International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC): «Raoult's law», Compendium of Chemical Terminology (Gold Book), DOI: 10.1351/goldbook.15349. https://doi.org/10.1351/goldbook.15349 (consultado em 19.08.2026).

**[10]** Köhler, H.: «The nucleus in and the growth of hygroscopic droplets», Transactions of the Faraday Society, 1936, Vol. 32, pp. 1152–1161. DOI: 10.1039/TF9363201152.

**[11]** Kleinheins, J.; Shardt, N.; Lohmann, U.; Marcolli, C.: «The surface tension and cloud condensation nuclei (CCN) activation of sea spray aerosol particles», Atmospheric Chemistry and Physics, 25, 881–903, 2025. DOI: 10.5194/acp-25-881-2025.

**[12]** NOAA / National Weather Service: fundamentos da circulação de brisa terrestre e marítima, das diferenças de pressão de origem térmica e das zonas de convergência de brisa marítima (Sea-Breeze-Convergence-Zones). https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU_Training_Page/winds/Wx_Terms/Flight_Environment.htm (consultado em 19.08.2026).

## Fontes técnicas sobre sistemas de bombas, bicos e ventiladores

**[13]** Danfoss: «High-pressure water mist systems». Sistemas industriais de névoa de água de alta pressão, com pressões de funcionamento até 100 bar e elevados caudais. https://www.danfoss.com/en/products/hpp/high-pressure-water-mist-systems/high-pressure-water-mist-systems/ (consultado em 19.08.2026).

**[14]** Lechler: «KSD nozzle lances» – bicos bifluido com mistura externa. Gama de pressão típica: líquido 1–10 bar, ar de atomização 1–15 bar. https://www.lechler.com/my-en/products/process-technology/nozzle-lances-and-systems-for-gas-cooling/ksd-nozzle-lances (consultado em 19.08.2026).

**[15]** Ikeuchi Europe: «AKIJet – Impinging-type pneumatic spray nozzle». Atomização pneumática ultrafina com diâmetro médio das gotículas de 10 µm ou menos. https://www.ikeuchi.eu/catalogs/akijet/ (consultado em 19.08.2026).

**[16]** TechnoAlpin: dados técnicos sobre canhões de neve com ventilador (fan guns), entre outros TR10/MMS. Combinação de pressão de água, compressor/nucleadores e turbina; pressão de funcionamento da água tipicamente 8–40 bar. https://www.technoalpin.com/en/snow-guns/fan-guns/tr10/ (consultado em 19.08.2026).

**[17]** Visualizações conceptuais da unidade móvel de pulverização: representações de projeto assistidas por IA, segundo as indicações do autor, criadas em 2026. As imagens servem para visualizar possíveis formas construtivas e não mostram instalações de série existentes.

## Fontes sobre abastecimento de energia e saúde

**[18]** Análise da Montel sobre a diminuição da produção de eletricidade das centrais hidroelétricas de fio de água na Suíça e na Áustria, verão de 2026. https://www.wetterauer-zeitung.de/wirtschaft/duerre-legt-europas-kraftwerke-lahm-strom-wird-teurer-zr-94444778.html (consultado em 21.08.2026).

**[19]** 20 Minuten: «AKW Beznau halbiert Leistung – Aare zu warm für Kühlwasser», 23.06.2026. https://www.20min.ch/story/kanton-aargau-aare-ist-zu-warm-akw-beznau-muss-leistung-halbieren-103588881 (consultado em 21.08.2026).

**[20]** Serviço Federal do Ambiente BAFU: Análise de riscos climáticos para a Suíça 2025; PLANAT – Plataforma Nacional de Perigos Naturais: «Hitze». https://www.bafu.admin.ch/de/klima-risikoanalyse-2025 e https://www.planat.ch/de/naturgefahren-/-risiken/hitze (consultado em 21.08.2026).

**[21]** Serviço Federal do Ambiente BAFU / National Centre for Climate Services (NCCS): «Klimawandel und Gesundheit – Die Hitze ist ein stiller Killer». https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimawandel-und-gesundheit-die-hitze-ist-ein-stiller-killer.html (consultado em 21.08.2026).

## Fontes complementares para a edição de Portugal

**[24]** Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA): «Boletim Climatológico – Resumo, Portugal Continental, Setembro 2026»; complementarmente Agência Lusa: «IPMA regista o mês de setembro mais quente desde 1931», dnoticias.pt, 07.10.2026. Dados sobre o setembro mais quente desde 1931 (temperatura média de 23,41 °C, +2,91 °C em relação a 1991–2020) e sobre a precipitação de cerca de 30 por cento do valor normal. https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/documentos/2026/Resumo_Portugal_Setembro_26_Cont.pdf e https://www.dnoticias.pt/2026/10/7/508121-ipma-regista-o-mes-de-setembro-mais-quente-desde-1931/ (consultado em 26.10.2026).

**[25]** The Portugal News: «Portugal records third hottest summer since 1931», 02.10.2026 (segundo dados do IPMA); complementarmente Diário de Notícias: «Verão de 2026 foi o terceiro mais quente desde 1931». Dados sobre o terceiro verão mais quente desde 1931, as ondas de calor de 9 a 24 de junho e de 29 de junho a 11 de julho, bem como sobre o valor máximo de 44,3 °C em Mora em 03.07.2026. https://www.theportugalnews.com/news/2026-10-02/portugal-records-third-hottest-summer-since-1931/1095071 e https://www.dn.pt/sociedade/vero-de-2026-foi-o-terceiro-mais-quente-desde-1931 (consultado em 26.10.2026).

**[26]** The Portugal News: «Portugal records driest July of the century», 10.08.2026 (dados provisórios do IPMA). Dados sobre a precipitação de julho de 0,8 mm (menos de 8 por cento do valor normal) e sobre a seca meteorológica em todo o território continental no final de julho de 2026. https://www.theportugalnews.com/news/2026-08-10/portugal-records-driest-july-of-the-century/1068156 (consultado em 26.10.2026).

**[27]** Observador: «Portugal passou do inverno mais chuvoso em 30 anos à seca em todo o país em apenas cinco meses», 11.10.2026. Dados sobre o inverno mais chuvoso dos últimos 30 anos, a evolução da precipitação de março a julho de 2026, os níveis de armazenamento das albufeiras (final de maio cerca de 92 por cento, final de setembro 72 por cento), bem como sobre as bacias hidrográficas em seca hidrológica segundo a Agência

Portuguesa do Ambiente (APA). https://observador.pt/especiais/portugal-passou-do-inverno-mais-chuvoso-em-30-anos-a-seca-em-todo-o-pais-em-apenas-cinco-meses/ (consultado em 26.10.2026).

**[28]** Diário de Notícias: «Em seis meses arderam 53.731 hectares em Portugal», 06.08.2026, com base no relatório provisório de incêndios rurais de 2026 do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). Dados sobre 53 731 hectares de área ardida de 01.01. a 31.07.2026, 58 por cento acima da média decenal. https://www.dn.pt/sociedade/em-seis-meses-arderam-53731-hectares-em-portugal-o-segundo-pior-registo-desde-pedrgo (consultado em 26.10.2026).

**[29]** REN – Redes Energéticas Nacionais, noticiado pelo Observador: «Energia solar lidera pela primeira vez produção de eletricidade em julho», 03.08.2026; complementarmente postal.pt: «Portugal teve o pior mês de junho em produção hidroelétrica dos últimos 50 anos», 06.07.2022. Dados sobre a quota hidroelétrica de 27 por cento (janeiro a julho de 2026), a quota de importações de 34 por cento em julho de 2026, bem como sobre a quebra da produção hidroelétrica no ano de seca de 2022. https://observador.pt/2026/08/03/energia-solar-lidera-pela-primeira-vez-producao-de-eletricidade-em-julho/ e https://postal.pt/economia/portugal-teve-o-pior-mes-de-junho-em-producao-hidroeletrica-dos-ultimos-50-anos/ (consultado em 26.10.2026).

**[30]** Agência Lusa: «Dados provisórios apontam mais de 30 mil mortes em excesso na Europa», dnoticias.pt, 22.08.2026 (análise da AFP com base em dados da Direção-Geral da Saúde, DGS). Mais de 600 óbitos acima do valor esperado em Portugal entre meados de junho e o final de julho de 2026. https://www.dnoticias.pt/2026/8/22/503094-dados-provisorios-apontam-mais-de-30-mil-mortes-em-excesso-na-europa/ (consultado em 26.10.2026).

**[31]** Cálculo do autor, com base em: Instituto Nacional de Estatística (INE), despesa nacional em proteção do ambiente em 2021: 3 927,5 milhões de euros, ou seja, 1,8 por cento do PIB; Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050: necessidade de investimento adicional para a neutralidade carbónica de cerca de 2,1 a 2,5 mil milhões de euros por ano; Plano Nacional Energia e Clima (PNEC 2030): fundos públicos para energia e clima até 2030 de 17,6 mil milhões de euros. https://www.revistasustentavel.pt/biodiversidade/protecao-ambiental-ine/, https://www.cgd.pt/Sustentabilidade/Visao/Documents/Carta_CompromissoFinanciamentoSustentavel.pdf e https://eco.sapo.pt/2024/10/01/privados-tem-quase-40-mil-milhoes-em-intencoes-de-investimento-em-renovaveis-e-hidrogenio/ (consultado em 26.10.2026).

## Citação do autor

**[22]** Jonathan Hertig: «O que é possível não o descobrimos apenas pela dúvida, mas sim tendo a coragem de o tentar.» Citação do autor, 2026.

**[23]** Cálculo próprio do autor sobre o volume de água libertado pela experiência de chuva, cerca de **62,2 mil milhões de m³**, deduzido dos dados de precipitação do India Meteorological Department para Saurashtra e Kutch [7]. Bases de cálculo e dedução: ver documentação «O Fazedor de Chuva», p. 20.

**Detalhes de cálculo do consumo de água para a indução de chuva e da quantidade de chuva:** [23]

Nos anos:

- 1985 297,7 mm de precipitação anual
- 1986 303,8 mm de precipitação anual
- 1987 92,5 mm de precipitação anual
- 1988 14,9 mm precipitação semestral janeiro–junho de 1988

  708,9 mm de precipitação total / 3,5 anos = **202,5 mm de precipitação média** por ano

  (No início de julho, Hangartner iniciou a «experiência de chuva» e, em 14 de julho de 1988, a chuva começou)

  Após a experiência de chuva de 1 a 14 de julho de 1988, caíram até ao final de 1988 **773,2 mm de chuva** (ver documentação «O Fazedor de Chuva»).

- Durante os 14 dias, Hangartner consumiu cerca de 3 m³ de água por dia = total de 42 m³ de água
- Área da região de Saurashtra + Kutch na Índia = 109 000 km²
- Quantidade de precipitação: chuva até ao final de 1988: 773,2 mm, menos 202,5 mm, = **570,7 mm** de precipitação média **× 109 000 km² =** Total de 62 206 300 000 m³ (**62,2 mil milhões de m³ de quantidade de chuva)**

  Dados de precipitação do India Meteorological Department para Saurashtra e Kutch: https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (a ligação abre em cerca de 30 segundos)