

## LOCALIZAÇÃO

Florença, Itália

## SOFTWARE

InfoWorks ICM

## TEXTO ORIGINAL

ERIC SUESZ

## TRADUÇÃO

BRUNO ALMEIDA

*O que Leonardo da Vinci, Michelangelo, Maquiavel, Rafael, Galileu, Brunelleschi e Botticelli têm em comum? Todos eles, a certa altura, moraram em Florença, na Itália. Lar da poderosa e generosa família Medici, esta cidade renascentista localizada ao lado do rio mais longo da Toscana, o Arno, tem sido uma fonte de arte e cultura. Mas também tem sido uma fonte de, bem, muita água.*

# Protegendo o passado de Florença do futuro



A Ponte Vecchio foi destruída por uma enchente em 1333 e reconstruída em 1345.

## A enchente do Arno

Você pode encontrar inscrições nas paredes de Florença que mostram como foram os níveis de inundação de 1177, 1333, 1547, 1557, 1740 e 1844. A pior enchente ocorreu em 1966, quando até 200 mm de chuva caíram na bacia hidrográfica do rio Arno em 24 horas – um quarto do volume de chuva anual para a região. Sem nenhum sistema de alerta instalado, 600.000 toneladas de lama, entulho e esgoto, misturados com óleo de aquecimento, inundaram a cidade, mataram mais de 100 pessoas e deixaram 20.000 desabrigados, além de arruinar inúmeros artefatos.

Talvez a pior inundação tenha ocorrido no bairro mais histórico de Florença, Santa Croce, repleto de arte e cultura e de edifícios da era medieval. A Última Ceia de Giorgio Vasari, localizada na Opera di Santa Croce, acabou debaixo d'água, junto com mais de 1 milhão de livros e registros históricos na Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, a biblioteca nacional.

## A eterna batalha contra o esquecimento do passado

O mundo se uniu para reparar os danos. Nativo de Florença, Franco Zeffirelli fez um filme sobre isso com narração em italiano de Richard Burton, que supostamente arrecadou \$ 20 milhões para ajudar na reconstrução. Mas, à medida que o evento ficava no passado, reunir a comunidade para agir se tornava cada vez mais difícil.

Vários planos foram propostos para resolver a situação ao longo dos 50 anos seguintes. Muitos livros foram escritos sobre esta inundação, que estão agrupados no centro de documentação de inundações do CEDAF, tornando a inundação do Arno uma das mais bem documentadas de todos os tempos. Mas, como geralmente acontece com tantos perigos de inundação, o tempo torna cada vez mais fácil esquecer de se preparar para a próxima enchente.

## Mas o modelador hidráulico Paolo Tamagnone não esqueceu.

“A Itália detém a maior parte do patrimônio cultural mundial, mas tem um território amplamente sujeito a alto risco alto risco geo-hidrológico”, diz Tamagnone. “Embora a maioria das pesquisas sobre risco de inundação se concentre em possíveis perdas monetárias, esses custos seriam exponencialmente maiores se tivéssemos uma visão mais holística e calculássemos as perdas no patrimônio cultural”.

Como candidato a pós-doutorado na Università degli Studi di Firenze, ele viu uma oportunidade de aplicar as habilidades em sua área de estudo de modelagem hidráulica para ajudar a proteger o patrimônio cultural do centro da cidade das inundações pluviais. Ele propôs um extenso projeto de mapeamento da área, em particular duas áreas que considerava especialmente vulneráveis, o complexo monumental e a biblioteca.



Você encontra marcas de água das inúmeras inundações históricas em Florença.



As inundações pluviais das montanhas próximas podem encher rapidamente o rio Arno.

### Modelando a inundação total com vários cenários

O rio Arno flui das colinas do Monte Falterona, das montanhas dos Apeninos, através de Florença e, eventualmente, para o Mar da Ligúria. Modelar o escoamento superficial que flui das montanhas dos Apeninos para a bacia superior do Arno é bastante simples. Mas prever inundações pluviais mais adiante se torna mais complicado quando há inúmeras interações que precisam ser capturadas entre os fenômenos hidráulicos que acontecem no sistema de esgoto da cidade.

Assim, embora o risco mais óbvio de inundação venha da proximidade do rio, são as inundações pluviais das montanhas que agravam o problema. O maior desafio para Tamagnone foi avaliar o que aconteceria dentro das catacumbas da Rede Interna de Drenagem de Águas Pluviais (IRDN), quando o rio estivesse cheio.

Como o IRDN está diretamente ligado a uma das principais redes de esgoto da cidade, o cano de esgoto Chiesi –batizado após seu engenheiro projetista do século XIX, Flaminio Chiesi – os efeitos da pressão neste labirinto único de canos podem ser difíceis de prever.

Tamagnone recorreu ao parceiro da Autodesk, HR Wallingford, porque acreditava que o InfoWorks ICM poderia ser usado para avaliar as interações 1D e 2D entre os processos de escoamento superficial, o sistema de esgoto urbano e a rede de drenagem interna, desde que pudesse modelar os muitos edifícios e redes de esgoto no Área IRDN com 100% de precisão. “Escolhi o InfoWorks ICM porque precisava criar um modelo hidráulico detalhado que fosse capaz de contemplar

tanto o que acontece na superfície quanto no subsolo com a propagação do fluxo pelas tubulações.”

### Mesclar dados de várias fontes

Ele teve a sorte de poder começar seu trabalho recuperando modelos existentes da rede pública de esgoto (PSN) diretamente da empresa pública regional, Publiacqua, que também conta com o suporte do parceiro da Autodesk, HR Wallingford. Isso ficou ainda mais fácil pelo fato de esses profissionais de água também usarem o InfoWorks ICM. Ele conseguiu encaixar perfeitamente seus modelos hidráulicos e aproveitar todos os dados coletados.

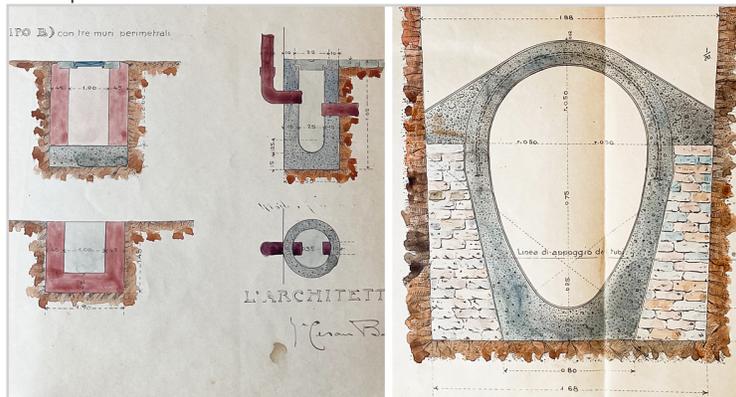
A seguir, ocorreu a reconstrução do IRDN dos edifícios históricos para identificar todas as ligações à rede de esgotos urbanos. Embora o modelo digital do terreno da cidade de Florença incluísse informações sobre as áreas externas ao redor dos principais edifícios – os pátios e claustros – o interior desses edifícios precisava de tratamento forense especial. Então Tamagnone começou a se aprofundar em sua pesquisa.

### Tornando o digital medieval

Além de pesquisar e medir os edifícios manualmente, Tamagnone foi capaz de explorar vários arquivos históricos, incluindo o centro de documentação de inundações do CEDAF, para encontrar as plantas originais.

“A elevação é talvez a variável mais importante quando falamos de tubulações e movimento de fluxo”.

**Paolo Tamagnone**  
Modelador hidráulico



Tamagnone vasculhou as profundezas de vários arquivos para descobrir pistas sobre a construção original da rede de esgoto

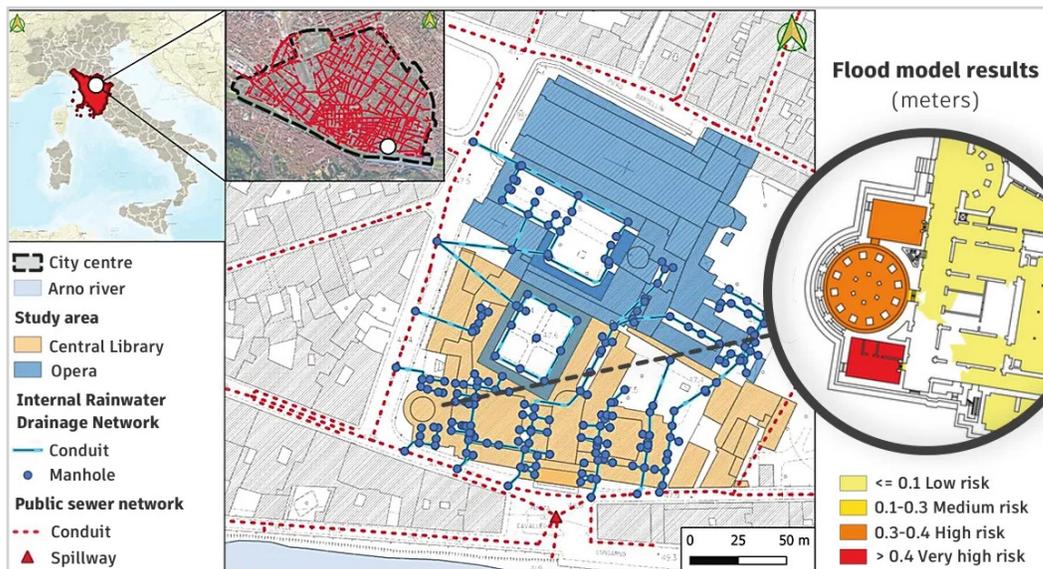
Muitos dos desenhos técnicos destes edifícios medievais têm mais de cem anos, mas continham informações que o ajudaram a reproduzir e geolocalizar as especificações geométricas do IRDN, até às especificações das caixas de visita e altimetria dos pisos.

“A elevação é talvez a variável mais importante quando falamos de tubulações e movimento de fluxo”, diz Tamagnone. Com todos esses dados reunidos e digitalizados, ele conseguiu simular com precisão toda a extensão da elevação na área e como a água fluiria.

### Modelando os extremos

Para sua avaliação do risco de inundação, Paolo usou o InfoWorks ICM para criar um modelo de drenagem dupla 1D/2D que simula todos os fenômenos hidráulicos que ocorrem dentro da rede de esgoto, bem como a propagação de inundações dentro do IRDN. Ele criou dois tipos básicos de cenários:

Fatores hidrometeorológicos: Ele escolheu representar eventos extremos de chuva que ocorrem durante períodos secos, chuvas curtas e de alta magnitude, do tipo que normalmente induzem eventos de inundação pluvial. Seus histogramas



O complexo da ópera, a biblioteca e o risco extremo para a biblioteca (inserção)

variaram de 30 minutos a 3 horas e de 60 mm/h a 400 mm/h de intensidade (Tr 100 e 200 anos).

**Vertedouro fechado:** Ele também modelou cenários que simulam a simultaneidade de eventos extremos de chuva acima de Florença e altos níveis de água no rio Arno (semelhante à enchente do Arno em 1966), o que elimina a possibilidade de a rede pública de esgoto ser capaz de descarregar o excesso de águas pluviais através dos vertedouros de emergência.



### Executando o modelo no InfoWorks ICM

Ao executar os modelos no InfoWorks ICM, ele conseguiu primeiro entender o que Flaminio Chiesi felizmente havia construído com seus projetos originais. O modelo mostrou que os condutos do IRDN eram mais dimensionados do que o esperado, quase tão grandes quanto na rede de esgoto da cidade maior.

O modelo mostrou que eles poderiam lidar com eventos de chuva de alta intensidade. O maior perigo veio nos cenários mais úmidos com níveis de água alta na rede pública de esgoto e vertedouros fechados. Isso produziu um efeito retrógrado preocupante no IRDN. O pior ponto em seus modelos estava logo abaixo da biblioteca, e previu o pior tipo de problema – esgoto fluindo para dentro do prédio.

### A ópera estava segura. Mas a biblioteca...

Ele também tinha boas notícias. Ao simular tantos cenários, Tamagnone conseguiu determinar que o complexo da ópera seria poupado mesmo nas situações mais extremas, em parte devido à sua maior distância da rede pública de esgotos. Uma vez que todas as bocas de visita estão localizadas no exterior, apenas ocorrem pequenas inundações nos pátios e parques de estacionamento, sem ameaçar o patrimônio cultural salvaguardado no interior do edifício.

Mas a biblioteca estava definitivamente em

risco. Em seus modelos mais destrutivos, com eventos extremos de chuva e um estágio de cheia do Arno e todos os vertedouros de transbordamento fechados, o porão pode ser severamente danificado, inundando em até 40 cm (ou até mais). Para piorar, o subsolo passou a ser uma área destinada a livros e acervos de jornais antigos, vulneráveis à umidade mesmo de pequenas infiltrações de água.

### Estratégias de prevenção e mitigação



Com todas essas informações em mãos, ele foi capaz de propor uma estratégia em duas frentes como parte de um plano de emergência documentado. Primeiro, ele propôs uma estratégia estrutural de construção de uma barreira anti-inundação para evitar a intrusão de águas pluviais, que usa os resultados de seu modelo para determinar a altura recomendada da barreira.

Além disso, ele propôs uma estratégia não estrutural de criar mapas de risco de inundação para funcionários e administradores para destacar as áreas mais expostas e de risco. Com essas informações,

a equipe da biblioteca agora tem o conhecimento de que precisa como parte de seu plano de resposta a emergências para mover coleções especialmente vulneráveis para terrenos mais altos ou selar trabalhos de arquivo em um tipo especial de material à prova d'água com barreira de oxigênio.

### Preparando-se para um futuro climático incerto

Nos últimos 50 anos, várias propostas para preparar Florença para a próxima enchente fracassaram. Graças a um trabalho meticuloso, Tamagnone forneceu não apenas um extenso mapa hidráulico via InfoWorks ICM e um modelo de toda a área histórica, mas um plano de processo para outros seguirem e, assim, garantir que os tesouros culturais de sua nação estejam seguros e protegidos contra inundações.

A biblioteca possui uma coleção própria de documentação de enchentes, que você pode visitar quando fizer uma peregrinação ao complexo da ópera para ver a Última Ceia de Giorgio Vasari, de 1546, que foi finalmente

Tamagnone e sua equipe fazem o trabalho de levantamento e digitalização desses edifícios antigos (esq.) e os resultados do InfoWorks ICM mesclados com um mapa aéreo da biblioteca, com maior intensidade do amarelo ao laranja e ao vermelho. (abaixo)

restaurada para uma condição ainda melhor em 2013 e que agora está instalada em um guincho para que possa ser levantado, se necessário. Apesar dos muitos desafios que a enchente do Arno em 1966 apresentou a Florença, ela também deu origem a novas técnicas de restauração e conservação, outro grande exemplo de como podemos enfrentar o desafio quando a enchente chegar.

Mas, claro, é sempre melhor estar preparado.