2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO PURA PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA EM SHOPPING CENTERS

DE ALMEIDA, Vinícius Melo Giffoni (1); VAZQUEZ, Elaine Garrido (2); VERÓL, Aline Pires (3); MIGUEZ, Marcelo Gomes (2)

(1) Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, vinicius.giffoni@poli.ufrj.br

(2) Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, elaine@poli.ufrj.br

(3) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, alineverol@fau.ufrj.br

(4) Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, marcelomiguez@poli.ufrj.br

RESUMO

A água é considerada um dos pilares do desenvolvimento sustentável como um insumo fundamental para proporcionar a manutenção das condições básicas de vida dos seres vivos. Com o objetivo de atender todas as necessidades humanas, de maneira perene, foram criados, internacionalmente, os "Objetivos do Desenvolvimento Sustentável" (ODS). Dentre os desafios existentes quanto ao gerenciamento do insumo hídrico, as esferas regionais e locais brasileiras encontram-se suportadas pelo Programa de Conservação de Água (PCA), com metodologias claras visando a redução do consumo, estando assim alinhada com o princípio do desenvolvimento sustentável e com as proposições dos ODS. Este trabalho tem como foco aplicar o Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido a partir do PCA, para redução de demanda de água em um shopping center de grande relevância na indústria do varejo, localizado na cidade do Rio de Janeiro. Apresenta-se um estudo prático na tipologia de edificação citada anteriormente, aplicando-se as quatro etapas do PURA: auditoria de consumo de água, diagnóstico, plano de intervenção e avaliação do impacto de redução. Ao final da aplicação do método, gerou-se uma economia para a academia em média de 25%.

Palavras-chave: Sustentabilidade; *Shopping center*; Redução de água

ABSTRACT

Water is at the core of the world's sustainable development since its importance underpinning the vital needs of all kind of lives in the planet. In order to permanently meet all human needs, the "Sustainable Development Goals" were created internationally. Despite the challenges faced by the Brazilian society, the national government is providing the decision makers with good and reliable sources of information, like the PCA, when it comes to water sustainability preconized by the SDG's. The aim of this work is to show in a local level at a shopping center based in Rio de Janeiro, the application of PURA's method towards water reduction. A practical study of the building typology mentioned above is presented, applying the four stages of PURA: water consumption audit, diagnosis, intervention plan and assessment of the

impact of reduction. At the end of the application of the method, savings for the academy averaged 25%.

Keywords: Sustainability; Shopping center; Water reduction

1 INTRODUÇÃO

A questão da utilização sustentável dos recursos hídricos no mundo está em pauta desde o início do século XIX, e se confirma a partir de grandes mobilizações mundiais de preservação, como a Conferência das Nações Unidas sobre a Água (1977), Conferência Internacional de Água e Meio ambiente (1992), Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), ECO -92, Fóruns Mundiais da Água (1997), etc., que propuseram uma visão mais crítica acerca da disponibilidade de água no mundo e como a situação desse bem finito deve ser encarada para suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras (WWAP,2019).

Visando amenizar os impactos sofridos pela população mundial com as problemáticas que envolvem o recurso hídrico, foram divulgados nos anos 2000, em convenção mundial "Os Objetivos Sustentáveis do Milênio (OSM)", que têm como um dos pilares principais a sustentabilidade ambiental, sendo a segurança hídrica parte desse núcleo. (UNITED NATIONS, 2015)

As diretrizes foram aplicadas e monitoradas ao longo de 15 anos e apesar dos bons resultados, ainda há muito o que se alcançar, já que os cenários mundiais permanecem desfavoráveis quando se trata de disponibilidade hídrica, qualidade da água, população abastecida de forma satisfatória e gestão do recurso. Por isso, aproveitando o momento para dar continuidade às ações dos OSM e garantir a perenidade de melhoria dos resultados na criação também de novas ações para os novos desafios correntes, a UNESCO, ainda em 2015, divulgou "Os Objetivos Sustentáveis ao Desenvolvimento", (UNESCO, 2015).

Em escala nacional, o Brasil se mostra como um dos países que mais possuem disponibilidade de água doce no mundo. (ANA, 2018). A análise da situação hídrica brasileira reforça a necessidade de existência de uma gestão dos recursos mais eficaz e inovadora. Para isso, em consonância com os OSM, se disponibilizaram nacionalmente, desde 1999, os Documentos Técnicos de Apoio (DTA), aliada ao método aplicado de redução de consumo de água do Programa de Uso Racional de Água – PURA (OLIVEIRA, 1999). Ambos do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), alinhados com a visão nacional de desenvolvimento sustentável e com propostas arrojadas e bem definidas para promover mudanças perenes na situação hídrica do território brasileiro (PNDCA, 1999).

Desenvolvido a partir do Programa de Conservação de Água, o método PURA contém instruções específicas, com embasamento científico para a redução do consumo de água em edificações. Dessa forma, aplica-se este método em um shopping center localizado na cidade do Rio de Janeiro, empreendimento capaz de atrair um fluxo de milhões de pessoas ao mês. Consequentemente, a demanda pelo recurso hídrico neste estabelecimento exerce uma pressão relevante no meio ambiente que se insere.

Busca-se então, reduzir a pressão de água sobre os corpos hídricos, advinda de uma tipologia de edificação robusta em termos gerais. Esta ação visa o grande impacto local, que corrobora para a melhoria do cenário hídrico regional, que instiga e propulsiona a implementação de ações do ramo do varejo. Em conjunto, estas ações

são capazes de promover a melhoria da conjuntura hídrica nacional em concordância com os ODS.

2 MÉTODO PURA

O programa PURA, criado em 1995, foi concebido por meio de um convênio entre a Escola Politécnica da USP, através do laboratório de sistemas prediais, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Esta criação buscou resultados perenes de economia de água com a redução de desperdícios, em congruência com o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água (PNCDA, 1999).

O método para implantação do PURA em edifícios é estruturada em quatro etapas, descritas no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Macro etapas do PURA.

Etapas	**Descrição**
Auditoria do consumo de água	é a etapa que permite o conhecimento da utilização da água no sistema através de planejamento adequado para a realização de levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico e das solicitações dos usuários ao sistema
Diagnóstico do consumo de água no edifício	síntese organizada das informações, obtidas na auditoria do consumo de água, que identifica as condições de operação, os problemas e os pontos frágeis do sistema de forma quantitativa e qualitativa. Logo, esta etapa torna-se ferramenta indispensável para o planejamento de ações compatíveis com as condições de operação do sistema.
Plano de intervenção	é o conjunto de ações, definidas em função do diagnóstico e das condições técnico econômicas, com o objetivo de reduzir usos e desperdícios de água no sistema predial, sem, contudo, diminuir o nível de conforto e de higiene e, principalmente, colocar em risco a saúde do usuário, através do menor volume de água a ser utilizado no sistema.
Avaliação do impacto de redução do consumo de água	consiste em verificar o efeito de cada uma das ações implementadas no sistema, através do monitoramento diário, semanal ou mensal do volume de água medido, cujo valor é confrontado com o volume médio medido no período anterior à implementação do PURA, considerando-se a influência das variáveis e eventos nos dois períodos.

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 1999

3 ESTUDO PRÁTICO - APLICAÇÃO DO MÉTODO PURA EM SHOPPING CENTER

De acordo com a ABRASCE, no Brasil, o ano de 2018 se encerrou com um total de 563 empreendimentos em plena utilização, contando com 27 inaugurações. A previsão para 2019 é de 21 novos lançamentos. (ABRASCE, 2019) O agravamento do uso excessivo de água se confirma por se observar, a seguir, que 289 shoppings (mais de 50% dos empreendimentos deste tipo) se encontram na região Sudeste, a mais populosa do Brasil, de acordo com as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2018)

3.1 Etapa 1 – Auditoria do Consumo de Água

O shopping center em questão apresentava três modos de abastecimento de água:

Cedae, água de reuso gerada pela Estação de Tratamento de Efluentes e água de poços profundos. As lojas consomem exclusivamente água da concessionária CEDAE, com um custo por metro cúbico oito vezes maior que a operação de extração de água de poço e quatro vezes que a operação de água de reuso. Logo, é substancial o impacto gerado pelos lojistas no custo condominial com o insumo hídrico. Das 477 lojas existentes, há um total de 111 lojas consumidoras de água no empreendimento, sendo que estas foram divididas em duas categorias: alimentação (A) e serviços (S).

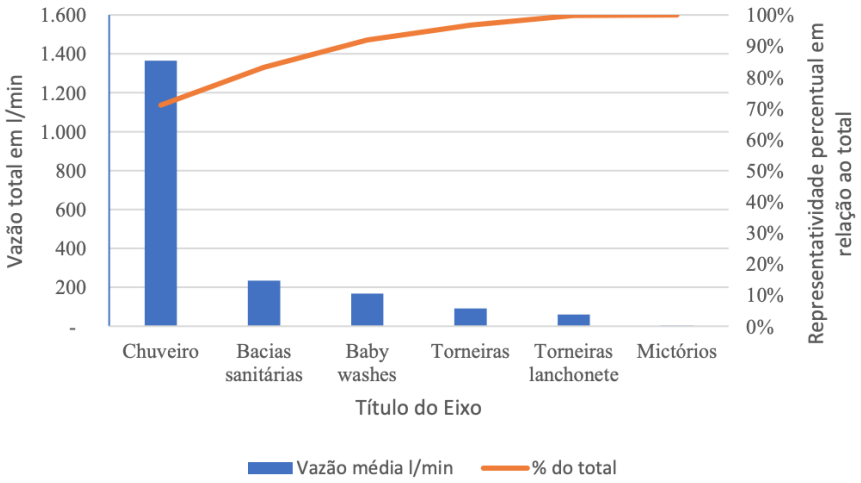
Aprofundou-se, então, a partir de análises de dados de consumo, o estudo destas categorias na verificação de quais são os maiores ofensores dos recursos hídricos. Na categoria alimentação (A), tem-se a contabilização de 67 lojas e nela observou-se que 10 lojas (A1 a A10) – 15% do total, representando 51% do consumo total da categoria, 15 lojas (A11 a A25) – 22%, com 29% de representatividade do consumo total e 42 lojas (A26 a A67) – 63%, com 20% de representatividade no consumo total. Já em lojas definidas como "serviços", observou-se que somente a academia detém quase 50% de representatividade em relação ao consumo total desta categoria. Em seguida, duas lojas somadas, S2 e S3, representam 21% do consumo, S4 à S8 com 16% de representatividade e S9 à S44, ou 75% destas lojas, com apenas 14% no consumo total. Esse fato mostra a tamanha relevância da academia no consumo de água em "serviços", o que reforça a necessidade de se implementar planos de redução para uso racional e sustentável no recurso.

Em relação ao consumo total de água utilizada pelas duas categorias somadas, alimentação e serviços, a academia, sozinha, detém uma representatividade de 18%, ficando ainda com um consumo anual total – 27.262 m³, três vezes superior ao segundo maior consumidor da base de lojistas, 9.084 m³:

A partir das análises expostas anteriormente, conclui-se que a academia apresenta uma grande oportunidade para a aplicação do método PURA para redução do consumo de água na categoria de lojistas, dado a quantidade de consumo e o quanto esta loja representa em termos de custos com o recurso.

Especificamente em relação a auditoria de consumo de água da academia, com o objetivo de avaliar a interação dos usuários e das atividades com o consumo de água, realizou-se investigações em campo para determinação dos potenciais maiores ofensores. Para isso, alguns testes simplificados, porém eficazes, foram executados para determinação de parâmetros que auxiliariam na identificação do ponto crítico que deve ser priorizado no plano de intervenção. O projeto contemplou uma etapa de visitas à academia para identificação e levantamento de todos os pontos de consumo de água. Em seguida foram realizados testes de vazões dos pontos de utilização, para identificação dos maiores consumidores. Utilizando-se da ferramenta gráfica de priorização dos maiores consumidores, conclui-se que o maior resultado para redução de consumo se daria focando-se inicialmente nos chuveiros, com 33% de representatividade em relação ao total de vazão dos pontos de utilização (figura 1).

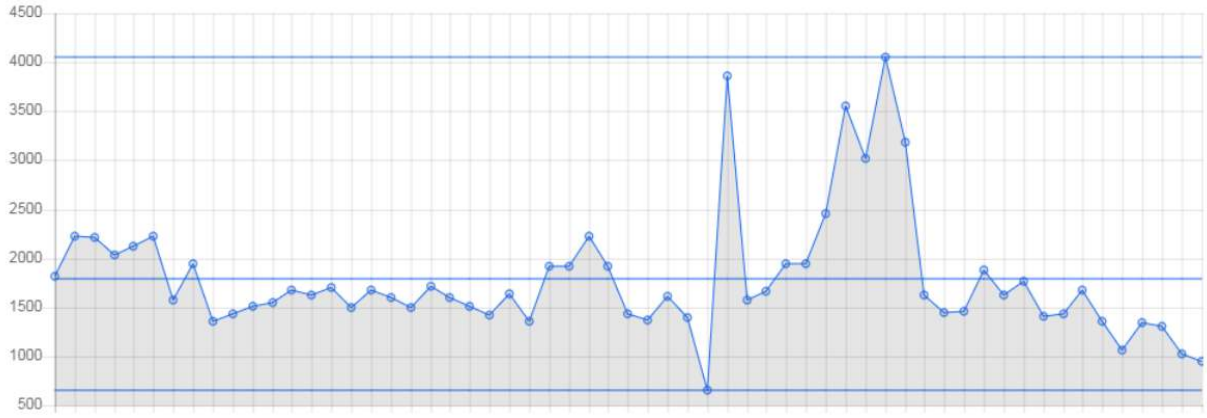
Figura 1 – Avaliação dos maiores pontos consumidores de água da academia.



Fonte: autor

Apresenta-se também o histórico do consumo da academia desde julho de 2014 (data da instalação da tecnologia de telemetria) até o final de julho de 2019, que pode ser contemplado na figura 2.

Figura 2 – Histórico do consumo de água no período de agosto de 2014 a julho de 2019. (eixo vertical em m^3).



Fonte: autor

Outra informação importante foi o histórico do número de agentes consumidores da academia englobando todo o quadro de clientes externos e funcionários, já que ambos são liberados para usufruto de todas as atividades existentes na edificação. O histórico dos agentes consumidores foi contabilizado a partir de janeiro de 2018 até julho de 2019. Identificando-se a quantidade total de agentes consumidores em cada mês. O indicador de consumo foi calculado segundo a equação 1 e está apresentado na tabela 1 para o ano de 2018.

$$IC = \frac{consumo\ de\ água\ do\ período}{nº\ de\ agentes\ consumidores\ \times período\ de\ atividades} \qquad (1)$$

Tabela 1 – Índice de Consumo ano 2018

Índice de consumo - IC litros por pessoa por dia - 2018	
Janeiro	106
Fevereiro	108
Março	110
Abril	93
Maio	42
Junho	42
Julho	41
Agosto	48
Setembro	45
Outubro	45
Novembro	40
Dezembro	42

Fonte: autor

Através das entrevistas realizadas foram extraídos dois indicadores imprescindíveis para a estimativa do consumo de água com banhos na academia: a proporção de clientes que fazem uso dos chuveiros (52%) e a utilização média do chuveiro por pessoa por semana (1,6 vezes). A partir destes indicadores foi feita a estimativa do consumo mensal de água com chuveiros, comparado com a realidade de consumo de água global no ano de 2018. Estes resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - estimativa do consumo de água nos chuveiros – ano 2018

Índices	Global	39 chuveiros	Consumo chuveiros/total
Média de consumo mensal (m3)	1.692	561	
Consumo anual (m3)	20.306	6.727	33%
Despesa anual	R$ 488.359,30	R$ 161.777,62	

Fonte: autor

3.2 Etapa 2 - Diagnóstico

Pelos números da tabela 1, em 2018, ano de referência para os cálculos do programa, observa-se heterogeneidade de indicadores em dois períodos claramente distintos: o período que vai de janeiro à abril, com IC médio de 104 litros por pessoa por dia, em que o consumo mostra-se claramente excessivo por possíveis razões externas; e o período restante, de maio a dezembro, com IC médio de 43 litros por pessoa por dia, onde apresenta estabilidade e provável condição adequada de operação. A ferramenta da telemetria permitiu se identificar este elevado consumo e a confirmação de um vazamento na rede hidráulica interna da academia, visto que, mesmo com a academia fechada, havia indícios de consumo de madrugada: O problema do vazamento foi sanado aproximadamente 4 meses depois que se iniciou.

Esta etapa consta a estimativa do índice de desperdício, porém ela foi desenvolvida de maneira parcial pela falta de pesquisa para obtenção de indicadores de consumo de tipologia do tipo academia, através de metodologia adequada e aplicada, de tal forma que possa fornecer valores com maior confiabilidade quando utilizados. Por isso, o desperdício estimado foi diagnosticado somente observando os eventos indicativos, como recomendado por Oliveira (1999).

3.3 Etapa 3 – Plano de Intervenção

O diagnóstico anterior mostrava um grande vazamento na linha hidráulica da edificação, porém este foi corrigido pelas equipes de manutenção envolvidas e o indicador de consumo se estabilizou. Após essa correção, buscou-se reduzir o consumo das condições de operação que já não eram adequadas com base nos levantamentos dos pontos e suas respectivas vazões verificadas. Foi necessário buscar metodologias e tecnologias economizadoras existentes no mercado para tornar o projeto de redução de consumo viável. Levantou-se então, três opções (redutor de pressão, aparelho de chuveiro e redutor de vazão) com a análise de seus respectivos custos, riscos, complexidade de implementação, desconforto do usuário e vandalismo para então se definir a alternativa com melhor custo-benefício. A metodologia aplicada para o processo decisório foi uma adaptação da matriz de gravidade, urgência, e tendência – GUT, proposta por Kepner (1981). Faz-se uma análise individual de cada alternativa e aplica-se uma nota dentre 1 (baixo), 3 (médio) e 5 (alto) para os critérios definidos, e o item com o total mais baixo - multiplicação dos números escolhidos dos 5 critérios, será o definido para a utilização no escopo do projeto. O redutor de vazão para chuveiros foi escolhido como o estratégia em função das análises de potenciais reduções de consumo, economias financeiras, payback, etc. Foi considerada uma peça regulável, capaz de reduzir o gasto médio do chuveiro de 35 litros por minuto para 20 litros por minuto. Dessa forma, projetou-se então, o percentual de redução de consumo com banho (43%), a economia mensal e anual com base no custo por metro cúbico de água no shopping e o payback estimado do investimento realizado. Esta redução do consumo com a instalação do dispositivo economizador equivaleria, financeiramente, a um decréscimo de aproximadamente R$ 6.000,00 na conta mensal da academia e R$ 70.000,00 na conta anual: O preço unitário dos dispositivos de redução de vazão foi de R$ 25,11. As 39 unidades foram adquiridas por R$ 979,16. Assim, a partir do cálculo do payback simples, o tempo de retorno sobre o investimento, a partir da redução implementada, foi estimado em cinco dias.

3.4 Etapa 4 – Avaliação de Impacto de Redução de Consumo

A implementação dos redutores de vazão para chuveiros foi concluída no dia 14/03/2019. Assim, as comparações e análises do funcionamento do dispositivo economizador instalado tornam-se válidas a partir do mês de maio de 2019, respeitando os 30 dias de intervalo para adaptação do usuário desde a instalação. Sendo assim, verifica-se o consumo de água global de 2019 com a utilização dos redutores de vazão, em comparação ao ano de 2018 nos meses de maio, junho e julho. Comprovou-se então, que após a instalação dos redutores de vazão, a economia de água global atingiu índices de 19%, 29% e 35% nos meses de maio, junho e julho respectivamente, sendo o *payback*, atingido em 4 dias, um dia a menos do que o previsto na fase de planejamento.

5 CONCLUSÕES

No decorrer deste trabalho, destacou-se como o recurso hídrico é importante frente aos três pilares do desenvolvimento sustentável. Sua relevância, que está ligada à manutenção de todas as funções vitais existentes no planeta, é afirmada por sustentar o desenvolvimento econômico e cultural de sociedades através da viabilização de todo o tipo de atividade de subsistência necessária para uma vida digna.

Ao longo deste estudo, buscou-se a aplicação do método PURA em um dos maiores consumidores de água do shopping. Para serem aplicadas ações relevantes para redução de consumo de água do PURA, necessitou-se previamente de um grande planejamento, análise em campo e investigações de extrema complexidade, que em sua grande parte exigem a atuação de profissionais específicos e bastante qualificados, recursos indisponíveis no momento do estudo prático. Além disso, houve a necessidade de se convencer, com argumentos técnicos e financeiros, a gerência da academia para poder se aplicar o método na edificação.

Por fim, apresentou-se resultados obtidos bastante satisfatórios e que mostraram que os níveis de consumo de água atuais podem ser diminuídos mantendo o desempenho do sistema e o grau de satisfação dos usuários, reduzindo os valores das contas de água e, além disso, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABRASCE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SHOPPING CENTERS. **Inaugurações.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://abrasce.com.br/numeros/inauguracoes/. Acesso em: 25 maio 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos**. [S. l.], 2018. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/. Acesso em: 14 maio 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NO BRASIL E UNIDADES DA FEDERAÇÃO COM DATA DE REFERÊNCIA EM 1º DE JULHO DE 2018**. Brasil, 2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads. Acesso em: 3 ago. 2019.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981

OLIVEIRA, Lúcia Helena. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios. 1999**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) - Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1999.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. **Documento Técnico de Apoio A1**. [S. l.], 1999. Disponível em: http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/167-documentos-tecnicos-de- apoio-dta. Acesso em: 14 maio 2019.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **The Millenium Development Goals Report**. New York, 2015. Disponível em: https://www.un.org/millenniumgoals/. Acesso em: 9 maio 2019.

UNITED NATIONS - UN. **MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS REPORT - MDGR**. Oslo, Norway, 6 jul. 2015. Disponível em: http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2015/English2015.pdf. Acesso em: 9 ago. 2019.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - **WWAP.World Water Development Report 2019**. Paris, França, 2019. Disponível em: https://www.unwater.org/unwater-publications/. Acesso em: 3 ago. 2019.