

**FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC
DEPARTAMENTO DE CURSOS SUPERIORES
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

EDGAR ANTONIO DE OLIVEIRA FILHO

**GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTRIBUIÇÕES PARA A
EFICIÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO**

JOINVILLE

2025

EDGAR ANTONIO DE OLIVEIRA FILHO

**GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTRIBUIÇÕES PARA A
EFICIÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Orientador: Prof. Me. Vilmar da Silva

JOINVILLE

2025

EDGAR ANTONIO DE OLIVEIRA FILHO

**GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTRIBUIÇÕES PARA A
EFICIÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Cursos Superiores da Faculdade de Tecnologia Assessoritec como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Joinville, 11 de dezembro de 2025.

Prof. Me. Vilmar da Silva (Orientador)
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Leiliani Petri Marques
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Vilmar da Silva
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela sabedoria, força e saúde que me permitiram chegar até aqui e superar os desafios ao longo da caminhada acadêmica.

Aos meus pais e familiares, por todo apoio, incentivo e compreensão, especialmente nos momentos em que precisei me dedicar intensamente aos estudos. Sua presença e amor foram fundamentais para esta conquista.

À Faculdade de Tecnologia Assessoritec e aos professores do curso de Tecnologia em Gestão da Qualidade, pela dedicação, pelo conhecimento compartilhado e pela formação profissional que recebi ao longo do curso.

Ao meu orientador, pela paciência, pelas orientações precisas e pela constante disposição em contribuir com o desenvolvimento deste trabalho, sempre guiando com seriedade e compromisso.

Aos colegas de curso e amigos, que estiveram presentes durante toda a trajetória acadêmica, pela troca de aprendizados, parceria e apoio mútuo, que tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Dedico este trabalho aos profissionais que atuam diariamente na construção civil e na pavimentação, que enfrentam desafios constantes e contribuem para o desenvolvimento das cidades, servindo de inspiração para a realização deste estudo.

“Qualidade não é um ato, é um hábito”

Aristóteles.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar como a gestão da qualidade pode contribuir para o aprimoramento dos processos de pavimentação urbana e rodoviária, considerando sua influência na produtividade, na redução de falhas e na durabilidade das obras. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, construída com base em estudos que abordam o planejamento, o controle tecnológico, o uso de ferramentas da qualidade e as inovações aplicadas ao setor da construção civil. Foram consultados autores clássicos e contemporâneos, como Andrade (2015), Ferri (2013), Sanches (2011), Zatarin et al. (2017), Silva et al. (2020; 2024), Santos (2022) e Vieira (2024), cujas contribuições permitiram identificar os principais desafios, tendências e soluções presentes na pavimentação moderna. Os resultados mostram que a falta de padronização, a ausência de capacitação técnica e a deficiência do controle de materiais estão entre os maiores fatores que prejudicam o desempenho do pavimento, gerando retrabalhos e custos elevados. Por outro lado, verificou-se que a aplicação de ferramentas como o ciclo PDCA, fluxogramas, folhas de verificação, inspeções padronizadas e tecnologias digitais (sensores, drones, GIS) potencializa a eficiência produtiva, melhora a conformidade técnica e aumenta a vida útil da infraestrutura. Conclui-se que a integração da gestão da qualidade aos processos de pavimentação é estratégica para o setor, proporcionando obras mais seguras, econômicas, sustentáveis e alinhadas às demandas contemporâneas da construção civil.

Palavras-chave: Pavimentação. Gestão da Qualidade. Controle Tecnológico. Melhoria Contínua. Construção Civil.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Desafios da Pavimentação

Figura 2 – Fluxograma do Processo de Pavimentação Asfáltica com Pontos de Controle

Tabela 1 – Autores e Contribuições da Revisão de Literatura

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS	9
1.1. OBJETIVO GERAL	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2. INTRODUÇÃO	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1. Desafios do Setor de Pavimentação	12
3.2. Práticas de Gestão e Controle da Qualidade Aplicadas à Pavimentação	16
3.3. Relação entre Controle de Qualidade, Eficiência Produtiva e Cumprimento de Prazos nas Obras de Pavimentação	18
3.4. Fluxograma como ferramenta de controle de qualidade no setor de pavimentação	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6. CONCLUSÕES	28
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTURO	30
REFERÊNCIAS	32

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GERAL

- Analisar como as práticas de qualidade podem contribuir para o planejamento e a melhoria dos processos em uma empresa de pavimentação de ruas e calçadas.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais desafios enfrentados pela empresa de pavimentação no planejamento das atividades.
- Aplicar práticas de qualidade que auxiliem no controle e organização dos processos de execução de obras.
- Avaliar os resultados obtidos com o uso dessas práticas, verificando os impactos na eficiência, nos prazos e na satisfação dos clientes.

2. INTRODUÇÃO

A pavimentação urbana e rodoviária desempenha papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico das cidades, influenciando diretamente a mobilidade, a infraestrutura logística, a segurança dos usuários e a qualidade de vida da população. Entretanto, mesmo sendo um setor essencial, as obras de pavimentação ainda enfrentam inúmeros desafios relacionados à falta de planejamento adequado, à baixa padronização dos processos, à insuficiência de controle tecnológico e à carência de práticas consolidadas de gestão da qualidade. Esses fatores contribuem para o surgimento de falhas precoces, retrabalhos, desperdício de recursos públicos e redução da vida útil do pavimento.

Nas últimas décadas, a incorporação de princípios da gestão da qualidade na construção civil tem ganhado relevância, principalmente por sua capacidade de promover a melhoria contínua, padronizar fluxos de trabalho e estabelecer critérios técnicos para a execução das atividades. Ferramentas como o ciclo PDCA, fluxogramas, folhas de verificação, auditorias e controles documentais têm sido amplamente utilizadas para elevar o desempenho das obras e garantir maior confiabilidade nas etapas que compõem a pavimentação. Conforme destacam autores como Ferri (2013) e Sanches (2011), a aplicação de métodos sistemáticos contribui para reduzir variações, aprimorar o controle dos materiais e otimizar o uso dos recursos.

Além disso, o avanço das tecnologias digitais, como sensores de compactação, sistemas de georreferenciamento, drones e softwares de monitoramento, tem revolucionado o controle tecnológico e a fiscalização das obras, permitindo maior precisão e agilidade na identificação de não conformidades. Estudos recentes, como os de Silva et al. (2024) e Vieira (2024), indicam que essas inovações ampliam a capacidade de análise e aumentam a eficiência das equipes responsáveis pela execução.

Entretanto, apesar dos benefícios comprovados, a integração plena das práticas de qualidade ainda encontra barreiras, como a falta de capacitação dos profissionais, a resistência organizacional a mudanças e a ausência de padronização rígida nos processos. Autores como Andrade (2015) e Zatarin et al. (2017) destacam

que esses desafios comprometem o desempenho final do pavimento e dificultam a adoção de soluções sustentáveis e duradouras.

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender como as práticas de gestão da qualidade podem contribuir para melhorar o desempenho das obras de pavimentação, reduzindo falhas, retrabalhos e custos, além de assegurar maior confiabilidade estrutural e sustentabilidade técnica. Assim, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar, por meio de pesquisa bibliográfica, a aplicação da gestão da qualidade nos processos de pavimentação, destacando como seus métodos, ferramentas e tecnologias influenciam na eficiência produtiva e na durabilidade das obras.

Com enfoque descritivo e qualitativo, o estudo busca reunir, organizar e interpretar contribuições de diversos autores, oferecendo uma visão integrada sobre a relação entre qualidade, produtividade e desempenho técnico no setor de pavimentação, servindo de base para aprimoramentos futuros e para a construção de práticas mais eficientes no âmbito da construção civil.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura tem como objetivo apresentar os principais conceitos e estudos que fundamentam esta pesquisa. Para isso, são analisadas produções acadêmicas que abordam a aplicação de práticas de qualidade na construção civil, com foco em sua influência sobre a eficiência operacional, o controle tecnológico e o cumprimento de prazos nas obras de pavimentação.

São explorados autores que discutem desde os princípios da gestão da qualidade até os impactos práticos dessas metodologias na redução de retrabalhos, na melhoria dos processos construtivos e na otimização dos recursos disponíveis. Além disso, são considerados estudos que tratam da importância da fiscalização e da adoção de tecnologias inovadoras como instrumentos de apoio à gestão e ao desempenho das obras.

Nesta seção, são discutidos a evolução dos conceitos relacionados à qualidade na construção civil, a consolidação dos métodos de controle tecnológico e os efeitos observados na eficiência produtiva e na durabilidade das infraestruturas. Também são apresentados os principais referenciais teóricos que sustentam a compreensão da gestão da qualidade aplicada à pavimentação, destacando os benefícios da padronização, da inovação tecnológica e da capacitação profissional.

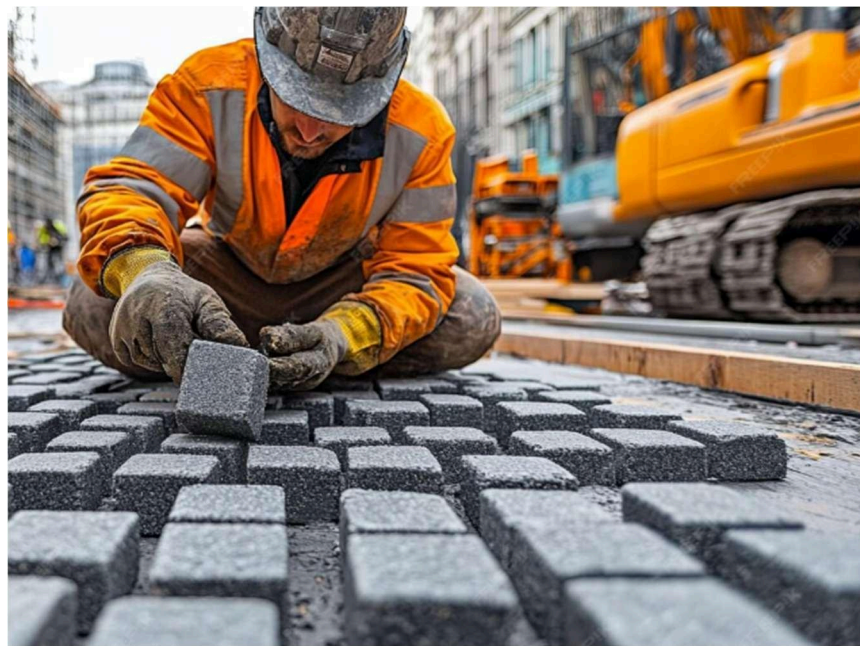
A análise da literatura permite identificar que a adoção sistemática de práticas de qualidade não apenas contribui para o cumprimento dos cronogramas, mas também fortalece a confiabilidade técnica das obras e a satisfação dos usuários, tornando-se um diferencial estratégico para o setor de engenharia.

3.1. Desafios do Setor de Pavimentação

Andrade (2015) aponta que um dos grandes desafios no planejamento das atividades de pavimentação está ligado à logística de execução dos serviços, especialmente em áreas urbanas de grande movimentação. O transporte de materiais e a limitação de acesso a determinadas vias comprometem os prazos e exigem adaptações constantes no cronograma. Além disso, a execução depende de empresas terceirizadas, o que amplia a complexidade do planejamento, pois requer maior fiscalização e alinhamento de expectativas entre contratante e contratadas.

Outro ponto destacado por Andrade (2015) é a carência de capacitação da mão de obra das empresas contratadas, que impacta diretamente na qualidade dos serviços. Muitas vezes os funcionários não recebem treinamentos adequados, o que resulta em falhas de execução e retrabalhos, aumentando custos e atrasando as entregas. Essa falta de preparo técnico, somada à alta rotatividade de profissionais, dificulta a criação de processos padronizados e compromete a continuidade dos trabalhos.

Figura 1. Desafios da Pavimentação



Fonte: freepik.com

Por fim, Andrade (2015) evidencia que o fluxo de informações também se configura como um obstáculo. A ausência de registros precisos e a baixa qualidade dos dados repassados entre as equipes gera inconsistências no planejamento e na gestão das atividades. Isso exige a adoção de mecanismos mais eficientes de comunicação e acompanhamento, a fim de reduzir erros administrativos e operacionais.

Já Ferri (2013) complementa essa visão ao identificar como desafio central a variabilidade dos materiais utilizados na pavimentação. A falta de homogeneidade dos insumos compromete o desempenho esperado do pavimento e exige ajustes constantes durante a execução. Essa instabilidade torna o planejamento mais complexo, pois nem sempre os resultados obtidos em laboratório correspondem à realidade de campo.

Além disso, Ferri (2013) ressalta a necessidade de regularidade na aplicação das camadas do pavimento, o que depende de controle rigoroso e acompanhamento técnico especializado. A ausência de profissionais capacitados e de métodos padronizados gera maior probabilidade de falhas, aumentando o risco de retrabalhos. Assim, a escassez de mão de obra qualificada aparece como um entrave que compromete diretamente a eficiência no planejamento.

Ferri (2013) enfatiza que o planejamento também sofre com as limitações financeiras e contratuais das empresas. Muitas vezes, os custos estimados não condizem com a realidade de execução, levando a cortes que afetam a qualidade. Essa discrepância entre orçamento e necessidades reais de obra representa um dos maiores desafios para manter equilíbrio entre prazo, custo e qualidade.

O setor de pavimentação enfrenta desafios significativos relacionados à qualidade, especialmente no que diz respeito à durabilidade e desempenho das vias. De acordo com Zatarin et al. (2017), as estruturas de pavimentos devem ser projetadas para suportar cargas de tráfego e fatores climáticos sem apresentar deterioração precoce. Isso exige o uso de materiais e métodos que garantam uma superfície regular, confortável e aderente, além de contribuir para a segurança e redução de custos operacionais no transporte de pessoas e mercadorias. Esses aspectos são cruciais para atender às demandas de um país como o Brasil, cuja economia depende fortemente do transporte rodoviário.

Outro ponto crítico é a resistência do pavimento às condições ambientais adversas. Estruturas mal projetadas ou inadequadamente dimensionadas estão mais suscetíveis a trincas por fadiga e deformações permanentes, o que compromete a qualidade das vias. Zatarin et al. (2017) destacam que tecnologias como o asfalto-borracha podem ser uma solução viável para enfrentar esse desafio. A mistura de borracha reciclada com o ligante asfáltico confere maior resistência ao envelhecimento e maior flexibilidade ao pavimento, reduzindo os danos causados por fatores externos e aumentando a vida útil das rodovias.

Além disso, a falta de pesquisas e investimentos no desenvolvimento de tecnologias inovadoras também figura como um desafio significativo. Zatarin et al. (2017) mencionam que, no Brasil, ainda há pouco incentivo para o uso de materiais como o asfalto-borracha, mesmo que estudos apontem suas vantagens técnicas e ambientais. A ausência de estímulos governamentais e a preferência por métodos

convencionais, devido ao custo inicial mais baixo, dificultam a ampla adoção de soluções mais sustentáveis e eficientes.

A gestão de resíduos e a sustentabilidade ambiental são questões cada vez mais relevantes no setor de pavimentação. A incorporação de resíduos como pneus inservíveis no asfalto representa uma oportunidade de mitigar o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que melhora as propriedades dos pavimentos. No entanto, conforme apontado por Zatarin et al. (2017), o desafio está em tornar essa prática mais difundida e acessível, visto que, apesar de seus benefícios a longo prazo, o custo inicial da aplicação ainda é um entrave para sua popularização.

Barbato Engenharia (2024) destaca diversos desafios enfrentados pelo setor de pavimentação urbana, que impactam diretamente a qualidade da infraestrutura e a mobilidade nas cidades. Um dos principais desafios é a sobrecarga estrutural causada pelo crescimento do tráfego urbano e pela diversificação da frota de veículos, que exige o desenvolvimento de materiais mais resilientes e técnicas avançadas de dimensionamento estrutural.

Além disso, as condições climáticas extremas, como chuvas intensas e variações de temperatura, afetam a durabilidade dos pavimentos, demandando o uso de tecnologias de impermeabilização e drenagem eficazes, bem como materiais adaptados a essas condições. Outro ponto crucial é o impacto ambiental das obras de pavimentação, que pode ser minimizado por práticas sustentáveis, como o uso de materiais reciclados e pavimentação permeável. Por fim, os altos custos de manutenção também são um desafio significativo, sendo necessário investir em tecnologias de monitoramento contínuo e manutenção preditiva para prolongar a vida útil das vias e reduzir os custos operacionais. (Barbato Engenharia, 2024), p.1)

Os desafios do setor de pavimentação urbana envolvem desde o aumento do tráfego e a sobrecarga estrutural das vias até os impactos ambientais e os custos elevados de manutenção. A necessidade de desenvolver materiais mais duráveis, implementar técnicas avançadas de dimensionamento e adotar práticas sustentáveis, como o reaproveitamento de resíduos e a pavimentação permeável, é essencial para superar essas dificuldades.

Além disso, as condições climáticas extremas e a falta de planejamento integrado exigem soluções inovadoras, como tecnologias de monitoramento contínuo e manutenção preditiva, que garantam a eficiência e a segurança das vias urbanas. A conjugação entre inovação tecnológica, sustentabilidade e planejamento estratégico

é indispensável para enfrentar os desafios do setor, promovendo infraestrutura de qualidade, maior durabilidade e cidades mais acessíveis e funcionais.

3.2. Práticas de Gestão e Controle da Qualidade Aplicadas à Pavimentação

Sanches (2011) destaca que a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) baseado na ISO 9001 pode estruturar os processos de pavimentação, estabelecendo padrões claros de execução. A aplicação do ciclo PDCA é uma das práticas mais relevantes, pois permite acompanhar todas as etapas da obra, corrigindo falhas e promovendo melhorias contínuas. Essa metodologia favorece o controle da produção e a confiabilidade dos resultados.

Outro ponto ressaltado por Sanches (2011) é a importância de controles laboratoriais para verificar a conformidade dos materiais. Ensaio de granulometria, teor de ligante e resistência das misturas garantem que os insumos atendam às normas técnicas e às especificações de projeto. Esses testes reduzem a variabilidade, padronizam a produção e asseguram maior durabilidade ao pavimento.

Além disso, Sanches (2011) evidencia que a qualidade não deve ser apenas técnica, mas também organizacional. A criação de fluxos padronizados de comunicação entre equipes, bem como a documentação clara das etapas, permite reduzir falhas administrativas e aumentar a eficiência da execução. A integração entre planejamento e execução é vista como essencial para alcançar melhores resultados. Ferri (2013) complementa ao afirmar que o controle tecnológico é uma das práticas mais eficazes na pavimentação. Para o autor, a utilização de ensaios de campo e de laboratório, como os de compactação e resistência, possibilita identificar falhas ainda na fase inicial da execução. Isso reduz custos futuros com retrabalhos e contribui para a padronização dos serviços.

Outro aspecto ressaltado por Ferri (2013) é a importância da padronização dos métodos construtivos. A definição de rotinas claras de aplicação das camadas e a adoção de equipamentos adequados reduzem desperdícios e otimizam o tempo das equipes. Essa organização melhora a previsibilidade dos resultados e favorece o cumprimento dos cronogramas estabelecidos.

Por fim, Ferri (2013) destaca que a gestão pela qualidade deve ser contínua e envolver tanto as dimensões técnicas quanto as de capacitação. Investir em treinamento dos colaboradores e adotar rotinas de auditoria permitem garantir maior

consistência no processo. Assim, a qualidade não é vista apenas como resultado final, mas como parte integrante da execução.

Zatarin et al. (2017) sugere diversas práticas de qualidade para aprimorar o desempenho e a durabilidade dos pavimentos. Uma das principais recomendações é a utilização de tecnologias inovadoras, como o asfalto-borracha, que consiste na incorporação de borracha reciclada de pneus inservíveis ao ligante asfáltico. Essa prática melhora significativamente a resistência do pavimento à deformação, ao envelhecimento precoce e ao surgimento de trincas, além de contribuir para o aumento da vida útil das vias e para a redução dos custos de manutenção. A tecnologia é apontada como uma solução eficiente para superar os desafios técnicos e econômicos do setor.

Outra prática de qualidade destacada por Zatarin et al. (2017) é o uso de materiais sustentáveis, como o reaproveitamento de resíduos sólidos, especialmente pneus descartados. Essa abordagem não apenas reduz os impactos ambientais, ao evitar a disposição inadequada desses resíduos, mas também melhora as propriedades técnicas do pavimento, tornando-o mais resistente e durável. A incorporação de materiais reciclados demonstra o potencial de aliar sustentabilidade e qualidade na pavimentação.

Zatarin et al. (2017) também sugerem a redução da espessura do pavimento como uma prática viável quando se utilizam materiais de alta performance, como o asfalto-borracha. A aplicação dessa tecnologia permite diminuir a quantidade de material necessário sem comprometer a integridade estrutural das vias, resultando em projetos mais econômicos e eficientes. Essa prática, além de otimizar os recursos, contribui para a sustentabilidade e a qualidade das obras.

Por fim, o autor enfatiza a importância de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como na manutenção preventiva. Estudos técnicos e testes de desempenho, como os realizados em universidades e empresas do setor, são fundamentais para validar as vantagens das tecnologias inovadoras e incentivar sua implementação em maior escala. Além disso, a manutenção preventiva, quando combinada com materiais de maior durabilidade, pode reduzir significativamente os custos ao longo do ciclo de vida das vias, assegurando a qualidade e a funcionalidade dos pavimentos (Zatarin et al., 2017).

Segundo Flaviane Beltrão Silva et al. (2024), o controle tecnológico é um dos pilares fundamentais para assegurar a qualidade das obras, recomendando procedimentos como medição da espessura do pavimento, determinação do teor de betume e análise granulométrica. Esses ensaios devem ser realizados por profissionais capacitados, em conformidade com normas padronizadas, para garantir que os serviços atendam aos requisitos do projeto e às especificações técnicas. Eles também destacam o uso de equipamentos avançados, como densímetros não nucleares e fornos de ignição (Mufla), que melhoram a precisão e otimizam os processos de controle.

Já Vieira (2024) sugere que o acompanhamento integral de todas as etapas construtivas no canteiro de obras, utilizando ferramentas como fichas de verificação de serviços e ensaios de densidade in situ, é crucial para garantir que a execução esteja em conformidade com o projeto e os padrões normativos. O autor também ressalta a importância da fiscalização rigorosa em processos-chave, como a compactação das camadas e a aplicação do concreto asfáltico, para assegurar a qualidade e a durabilidade do pavimento.

Por sua vez, Zatarin et al. (2017) propõem o uso de materiais inovadores, como o asfalto-borracha, e a aplicação de técnicas sustentáveis, como a pavimentação permeável, como formas de melhorar a qualidade e prolongar a vida útil dos pavimentos. Eles destacam ainda a necessidade de reduzir a espessura das camadas do pavimento ao utilizar materiais de alta performance, o que resulta em economia de recursos sem comprometer a qualidade estrutural.

Esses autores convergem na defesa de práticas de qualidade baseadas em inovação tecnológica, controle rigoroso dos processos e conformidade com normas técnicas, elementos indispensáveis para alcançar a segurança, durabilidade e sustentabilidade nas obras de pavimentação.

3.3. Relação entre Controle de Qualidade, Eficiência Produtiva e Cumprimento de Prazos nas Obras de Pavimentação

Andrade (2015) mostra que a aplicação de práticas de qualidade gerou efeitos concretos, como a redução dos retrabalhos e o aumento da produtividade das equipes. A pesquisa realizada com profissionais da SABESP evidenciou que, ao

intensificar a fiscalização e aprimorar o controle dos processos, a empresa conseguiu melhorar a execução e reduzir falhas.

Outro resultado apontado por Andrade (2015) foi o impacto positivo no cumprimento dos prazos. Com processos mais organizados e mão de obra capacitada, o tempo de atendimento das demandas foi reduzido, melhorando a percepção da população em relação aos serviços. Ainda assim, o autor destaca que a remuneração abaixo do ideal e falhas no fluxo de informações continuaram sendo pontos críticos.

Além disso, Andrade (2015) demonstra que a satisfação dos clientes aumentou quando houve melhoria na comunicação e padronização dos serviços. A pesquisa ARSESP mostrou que, embora a nota inicial da SABESP fosse baixa (37% de satisfação no serviço de tapa-buracos), o uso de práticas de gestão e de qualidade tende a elevar esse índice ao longo do tempo.

Ferri (2013) reforça que os resultados da adoção de práticas de qualidade se manifestaram em maior eficiência operacional e durabilidade dos pavimentos. O acompanhamento rigoroso e a padronização reduziram a ocorrência de falhas, gerando menos custos com manutenção corretiva e maior vida útil das obras.

Outro ponto destacado por Ferri (2013) é que o cumprimento dos prazos foi favorecido pela aplicação de métodos de controle tecnológico. Com maior previsibilidade no processo, as equipes puderam reduzir imprevistos e atender com maior segurança às demandas estabelecidas nos contratos.

Por fim, Ferri (2013) aponta que os impactos positivos refletiram diretamente na satisfação dos usuários. Pavimentos mais duráveis, executados dentro do prazo e com menor índice de falhas, aumentam a credibilidade das empresas junto à população e aos órgãos contratantes. Dessa forma, a gestão pela qualidade torna-se um fator estratégico para fortalecer a imagem das organizações.

De acordo com Silva et al. (2024), os avanços tecnológicos e o controle de qualidade contribuem significativamente para a eficiência dos processos construtivos, uma vez que permitem medições mais precisas, identificação de falhas antecipadas e otimização dos recursos humanos e materiais.

O uso de equipamentos modernos, como densímetros não nucleares, sensores e ferramentas GIS, além de métodos laboratoriais padronizados, garante maior confiabilidade nos resultados e possibilita decisões mais ágeis e assertivas durante a

execução. Essa precisão reduz retrabalhos e desperdícios, refletindo em prazos mais curtos e obras mais duráveis e seguras.

A fiscalização permite que os trabalhos realizados no canteiro de obras sejam avaliados e acompanhados para assegurar que estejam de acordo com o projeto e com as normas técnicas aplicáveis. Dessa forma, é possível evitar a execução de serviços com baixa qualidade, o que pode levar a problemas e retrabalhos futuros. [...] Quando a supervisão é realizada de forma efetiva, é possível evitar atrasos e certificar que a obra seja entregue dentro do cronograma previsto. (Viera, 2024, p. 19)

De forma complementar, Vieira (2024) ressalta que a implementação de práticas de controle de qualidade desde as etapas iniciais do projeto até a execução promove não apenas o cumprimento dos cronogramas, mas também a redução de custos e o aumento da produtividade.

O autor destaca que inspeções contínuas e o uso de métodos tecnológicos de verificação permitem detectar desvios em tempo hábil, evitando atrasos e garantindo que cada fase da obra esteja em conformidade com as especificações normativas. Assim, o controle rigoroso da qualidade impacta positivamente tanto a eficiência operacional quanto a entrega dentro dos prazos previstos.

A adoção de práticas de qualidade tem se mostrado um fator determinante para o aumento da eficiência operacional e para o cumprimento dos prazos nas obras de infraestrutura. Andrade (2015) demonstra que a aplicação de métodos de gestão da qualidade reduz retrabalhos, eleva a produtividade das equipes e otimiza o fluxo de execução, especialmente quando acompanhada de fiscalização contínua e capacitação profissional.

Esses resultados refletem diretamente na satisfação dos usuários e na credibilidade institucional, visto que a padronização dos processos e a melhoria da comunicação elevam os índices de aprovação dos serviços. De modo semelhante, Ferri (2013) reforça que o controle tecnológico e a padronização operacional ampliam a previsibilidade das atividades e reduzem a incidência de falhas, favorecendo a execução dentro dos prazos contratuais e prolongando a durabilidade dos pavimentos.

Complementarmente, Silva et al. (2024) e Vieira (2024) evidenciam que os avanços tecnológicos e o controle de qualidade são essenciais para garantir a precisão e a confiabilidade das medições, permitindo decisões mais assertivas ao longo do processo construtivo. O uso de sensores, densímetros não nucleares e

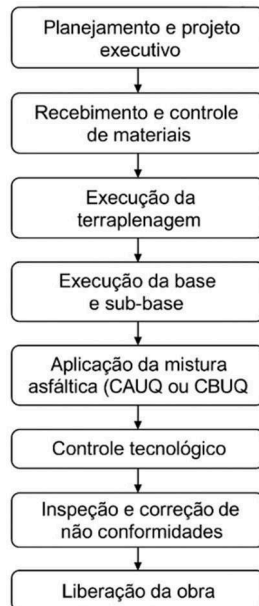
ferramentas GIS aprimora o monitoramento das etapas e possibilita a detecção antecipada de desvios, o que evita atrasos e reduz custos.

Além disso, Vieira (2024) ressalta que inspeções constantes e a observância rigorosa das normas técnicas asseguram a conformidade entre projeto e execução, resultando em maior produtividade, segurança e entregas dentro do cronograma previsto. Assim, o controle da qualidade consolida-se como um instrumento estratégico para equilibrar eficiência técnica, otimização de recursos e pontualidade na conclusão das obras.

3.4. Fluxograma como ferramenta de controle de qualidade no setor de pavimentação

As ferramentas da qualidade constituem instrumentos fundamentais para o monitoramento e aprimoramento contínuo dos processos construtivos. No contexto da pavimentação, elas possibilitam o diagnóstico de não conformidades, a padronização de rotinas e o aumento da eficiência operacional, contribuindo para a durabilidade e o desempenho das vias.

Figura 2. Fluxograma do Processo de Pavimentação Asfáltica com Pontos de Controle



Fonte: Autor (2025)

O fluxograma é uma ferramenta de qualidade amplamente utilizada na gestão de processos, pois permite visualizar e compreender de forma clara a sequência de atividades, suas interdependências e possíveis pontos de falha. No contexto da pavimentação, essa ferramenta auxilia na identificação de gargalos produtivos, na

análise de fluxo das etapas construtivas e na definição de responsabilidades entre equipes, promovendo maior controle e padronização. A representação gráfica do processo permite observar o caminho percorrido pelas atividades, desde o recebimento dos insumos até a execução e verificação da camada asfáltica, facilitando a comunicação entre os envolvidos e a detecção de desvios de qualidade. De acordo com Santos (2022), o uso do fluxograma, aliado a outras ferramentas de controle, como a Folha de Verificação de Serviços (FVS) e o ciclo PDCA, favorece uma gestão mais sistemática e orientada para resultados. O autor relata a aplicação dessas práticas em uma empresa de construção civil no sudoeste de Minas Gerais, onde o mapeamento das atividades e a inspeção padronizada de serviços permitiram melhorar o monitoramento do processo produtivo e reduzir falhas recorrentes. O estudo demonstrou que a combinação dessas ferramentas possibilitou o registro contínuo de não conformidades e a execução de ações corretivas de maneira mais ágil, o que resultou em aumento da produtividade e maior aderência aos prazos estabelecidos.

Santos (2022) destaca que o principal benefício da adoção do fluxograma é a clareza na visualização das etapas e das interações entre setores, tornando o controle de qualidade mais eficiente e acessível a todos os agentes envolvidos no projeto. Essa abordagem é plenamente aplicável ao setor de pavimentação, onde o mapeamento das fases — como terraplenagem, aplicação de base, dosagem de misturas asfálticas e controle tecnológico — facilita o acompanhamento e a padronização das atividades. Dessa forma, o uso de fluxogramas contribui para a redução de retrabalhos, o aumento da rastreabilidade dos processos e a melhoria contínua da execução, consolidando-se como um instrumento essencial dentro da gestão da qualidade nas obras rodoviárias.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, tendo como finalidade compreender como as práticas de qualidade podem contribuir para o planejamento e a melhoria dos processos no setor de pavimentação urbana e rodoviária.

Segundo Gil (2019), a pesquisa bibliográfica consiste na análise de material já publicado, como livros, artigos científicos e documentos institucionais, permitindo reunir e sintetizar o conhecimento existente sobre determinado tema. Desse modo, esta pesquisa foi estruturada com base em estudos que abordam a gestão da qualidade aplicada à construção civil, o controle tecnológico, a eficiência produtiva e o uso de ferramentas de qualidade na pavimentação.

Foram consultadas fontes disponíveis em bases científicas como SciELO, Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES e em publicações de instituições como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os critérios de seleção incluíram:

- Trabalhos publicados entre 2011 e 2025;
- Estudos que abordassem gestão da qualidade, controle tecnológico, pavimentação asfáltica e ferramentas de qualidade;
- Pesquisas que apresentassem resultados práticos ou análises de aplicação de métodos de qualidade em obras.

Foram excluídos materiais sem embasamento técnico ou com abordagem meramente opinativa.

Após a coleta, as referências foram classificadas por eixos temáticos, conforme os objetivos específicos deste estudo:

1. Desafios da pavimentação e sua relação com a qualidade;
2. Aplicação de ferramentas de qualidade no setor;
3. Correlação entre controle de qualidade, produtividade e cumprimento de prazos.

A seguir, apresenta-se a tabela dos principais autores e contribuições utilizadas na revisão de literatura.

Tabela 1. Autores e Contribuições da Revisão de Literatura

Autor / Ano	Tema Central	Principais Contribuições
Andrade (2015)	Desafios de qualidade na pavimentação e no saneamento	Identifica problemas de logística, capacitação e comunicação como barreiras à eficiência e ao cumprimento de prazos.
Ferri (2013)	Controle tecnológico e padronização dos processos construtivos	Demonstra que o controle rigoroso e o treinamento reduzem retrabalhos e melhoram a durabilidade do pavimento.
Zatarin et al. (2017)	Sustentabilidade e inovação na pavimentação	Destaca o uso do asfalto-borracha e de materiais reciclados como práticas sustentáveis que aumentam a vida útil das vias.
Sanches (2011)	Gestão da qualidade e ISO 9001 na pavimentação	Propõe o uso do ciclo PDCA e a padronização de processos como instrumentos para controle e melhoria contínua.
Silva et al. (2020)	Ferramentas da qualidade em obras rodoviárias	Aponta que o uso de métodos de controle e auditoria técnica melhora a eficiência e reduz falhas.
Santos (2022)	Aplicação do fluxograma e folha de verificação de serviços	Mostra que o mapeamento dos processos e a inspeção padronizada aumentam a produtividade e reduzem não conformidades.
Vieira (2024)	Fiscalização e inspeção de pavimentação	Reforça que a supervisão rigorosa e o uso de tecnologias de medição garantem conformidade e cumprimento de prazos.
Silva et al. (2024)	Avanços tecnológicos e controle de qualidade	Evidencia o uso de sensores, densímetros e ferramentas GIS como fatores de precisão e eficiência construtiva.
Barbato Engenharia (2024)	Desafios urbanos e sustentabilidade	Relata as principais dificuldades técnicas e ambientais das obras de pavimentação urbana e sugere soluções sustentáveis.

Fonte: Autor (2025)

A organização dos autores na Tabela 1 permitiu classificar e compreender de forma estruturada as principais contribuições teóricas utilizadas na revisão bibliográfica. A tabela evidencia como cada estudo dialoga diretamente com os objetivos da pesquisa, destacando as abordagens relacionadas ao controle tecnológico, à gestão da qualidade, à sustentabilidade, à inspeção de obras e ao uso

de ferramentas gerenciais no setor de pavimentação. Essa sistematização foi essencial para orientar a análise dos conteúdos e facilitar a comparação entre as diferentes perspectivas apresentadas na literatura.

Desse modo, a classificação dos autores por temas reforça a coerência metodológica do trabalho, ao demonstrar que os Resultados e Discussões estão fundamentados em fontes consistentes, diversificadas e atualizadas. Além disso, o agrupamento temático possibilita visualizar as convergências e complementaridades entre os pesquisadores, permitindo uma análise mais crítica sobre a aplicação das práticas de qualidade na pavimentação.

Assim, o quadro elaborado cumpre o papel de apoiar o desenvolvimento analítico do estudo, conectando o método utilizado à interpretação dos dados bibliográficos e contribuindo para a construção de uma discussão sólida, bem estruturada e alinhada aos objetivos desta pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia adotada permitiu realizar uma análise comparativa entre os diferentes autores, evidenciando convergências teóricas e contribuições complementares.

Nos resultados e discussões, as obras de Andrade (2015), Ferri (2013) e Zatarin et al. (2017) serviram de base para compreender os desafios estruturais e ambientais enfrentados pelo setor de pavimentação, como falhas de planejamento, variação dos materiais e necessidade de soluções sustentáveis.

De acordo com Andrade (2015)

“A eficiência dos processos construtivos está diretamente ligada à qualidade do planejamento e à capacitação das equipes envolvidas, sendo o retrabalho um dos maiores vilões da produtividade” (ANDRADE, 2015, p. 42).

Essa afirmação reforça o argumento de que os principais entraves da pavimentação derivam da falta de padronização e de capacitação técnica, o que afeta a produtividade e o cumprimento de prazos.

Segundo Zatarin et al. (2017) – Sustentabilidade e inovação

“A adoção de materiais reciclados e aditivos modificadores no asfalto permite reduzir custos e impactos ambientais, sem comprometer o desempenho técnico do pavimento” (ZATARIN et al., 2017, p. 91).

Essa contribuição dá embasamento ao trecho que trata da sustentabilidade na pavimentação, associando qualidade técnica à responsabilidade ambiental.

Segundo Sanches (2011) – Gestão da qualidade e ISO 9001

“O sistema de gestão da qualidade, quando aplicado à construção civil, deve priorizar a melhoria contínua dos processos, utilizando o ciclo PDCA como ferramenta de controle e revisão constante” (SANCHES, 2011, p. 64).

Essa citação se encaixa no ponto do texto onde Edgar discute o uso das ferramentas da qualidade na pavimentação, especialmente o PDCA e a padronização de processos.

As contribuições de Sanches (2011) e Santos (2022) fundamentam as análises sobre a importância das ferramentas da qualidade, destacando o uso do PDCA e do fluxograma como meios de padronizar e controlar as etapas produtivas.

Silva et al. (2020) – Ferramentas da qualidade e auditoria técnica

“A utilização de ferramentas de qualidade, como o diagrama de causa e efeito e as folhas de verificação, contribui para identificar as causas das falhas e promover ações corretivas eficazes” (SILVA et al., 2020, p. 33).

Essa passagem fundamenta o trecho sobre inspeção e controle de qualidade, demonstrando a aplicação prática das ferramentas gerenciais na execução das obras. Já os estudos de Silva et al. (2020; 2024) e Vieira (2024) reforçam a relação entre controle tecnológico, produtividade e cumprimento de prazos, mostrando que a adoção de tecnologias de medição, sensores e sistemas digitais aumenta a precisão das obras e reduz falhas.

Por fim, Barbato Engenharia (2024) e Zatarin et al. (2017) sustentam a dimensão sustentável da pavimentação, ao defender o uso de materiais reciclados e práticas ambientalmente responsáveis como tendências fundamentais para o futuro do setor.

Assim, observa-se que a literatura converge para a compreensão de que a gestão da qualidade aplicada à pavimentação é determinante para elevar a eficiência produtiva, otimizar recursos, garantir durabilidade e cumprir prazos, configurando-se como fator estratégico para o desenvolvimento da infraestrutura urbana e rodoviária no Brasil.

6. CONCLUSÕES

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo analisar de que forma as práticas de gestão da qualidade podem contribuir para o planejamento, a execução e o desempenho dos processos de pavimentação urbana e rodoviária. Com base em uma pesquisa bibliográfica estruturada, constatou-se que a qualidade na pavimentação depende diretamente da padronização dos processos, da capacitação das equipes, do controle tecnológico dos materiais e da fiscalização contínua das etapas construtivas.

A partir das contribuições de autores como Andrade (2015), Ferri (2013) e Zatarin et al. (2017), verificou-se que os desafios enfrentados no setor de pavimentação estão frequentemente relacionados a falhas de planejamento, logística inadequada, uso inadequado de materiais e ausência de práticas de sustentabilidade. Esses elementos reforçam a importância de procedimentos bem definidos e da adoção de tecnologias que garantam a durabilidade das obras e o cumprimento dos padrões de desempenho.

O estudo também evidenciou, com base em Sanches (2011), Silva et al. (2020; 2024) e Santos (2022), que o uso de ferramentas da qualidade, como o ciclo PDCA, fluxogramas, folhas de verificação e auditorias técnicas, é determinante para reduzir retrabalhos e promover a melhoria contínua. Além disso, as pesquisas analisadas demonstram que o controle tecnológico e a inspeção padronizada das camadas do pavimento são fatores essenciais para assegurar conformidade, produtividade e eficiência.

Outro aspecto relevante observado foi o avanço das tecnologias aplicadas à área, conforme apontam Vieira (2024) e Silva et al. (2024). O emprego de sensores, sistemas digitais, drones e ferramentas de georreferenciamento tem revolucionado os processos de medição, monitoramento e controle, permitindo maior precisão e rapidez na execução das obras.

As discussões apresentadas neste trabalho mostram que a gestão da qualidade não deve ser tratada como um requisito secundário, mas como um elemento estratégico para o setor de pavimentação. Sua aplicação adequada contribui para a otimização dos recursos, aumento da vida útil do pavimento, redução de custos e melhoria do desempenho global das obras.

Conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente atingidos, uma vez que a pesquisa permitiu compreender a relação direta entre a implantação das práticas de qualidade e os resultados positivos na pavimentação. Dessa forma, reforça-se que a adoção de processos padronizados, o uso de ferramentas gerenciais e a incorporação de novas tecnologias constituem caminhos indispensáveis para elevar o nível de eficiência, sustentabilidade e confiabilidade das obras de infraestrutura no Brasil.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTURO

Considerando que este estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, sem a aplicação prática direta das ferramentas de gestão da qualidade na pavimentação, recomenda-se que trabalhos futuros ampliem e aprofundem o tema por meio de abordagens empíricas e estudos aplicados. Entre as possibilidades de continuidade, sugerem-se:

- **Realizar estudos de caso** em obras de pavimentação urbana ou rodoviária, com análise direta dos processos construtivos e comparação entre obras que adotam e não adotam práticas de gestão da qualidade;
- **Aplicar questionários ou entrevistas** com engenheiros, técnicos e trabalhadores da construção civil para identificar percepções, desafios e barreiras relacionadas à padronização e ao controle de qualidade na pavimentação;
- **Avaliar o impacto do uso de ferramentas da qualidade**, como PDCA, fluxogramas e folhas de verificação, sobre a produtividade, os retrabalhos e o cumprimento de prazos em obras reais;
- **Estudar a eficácia das tecnologias emergentes** (sensores, drones, GIS, densímetros nucleares, sistemas digitais de acompanhamento) no controle tecnológico das camadas de pavimentação;
- **Investigar o custo-benefício** da implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de pavimentação, identificando retorno financeiro, redução de desperdícios e aumento da durabilidade das vias;
- **Comparar métodos de controle de qualidade** utilizados em diferentes regiões do Brasil ou em diferentes tipos de pavimento (flexível, rígido, intertravado), identificando as melhores práticas;
- **Explorar abordagens sustentáveis** aplicadas à pavimentação, como o uso de materiais reciclados, asfalto-borracha, RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) e aditivos modificadores, avaliando desempenho técnico e impactos ambientais;
- **Propor modelos de padronização documental**, incluindo procedimentos, instruções de trabalho e checklists específicos para pavimentação, com base nas ferramentas da qualidade e nas normas vigentes;

- **Analisar a influência da capacitação profissional** na qualidade final da obra, verificando como treinamentos e práticas de educação continuada contribuem para a redução de erros e retrabalhos.

Essas sugestões podem complementar e enriquecer a compreensão sobre a gestão da qualidade aplicada à pavimentação, permitindo que novas pesquisas tragam evidências práticas e contribuam para o desenvolvimento técnico e sustentável do setor.

REFERÊNCIAS

- 1 SANCHES, Murilo Henrique. *Aplicação de sistema de gestão da qualidade na execução de obras de pavimentação asfáltica, baseado nas diretrizes da ABNT NBR ISO 9001:2008*. 2011. 86 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.
- 2 SILVA, Flaviane Beltrão; BELEIGOLI, Bruna Cristina Beltrão Silva; AMARAL, Anna Luiza Braga. Avanços tecnológicos e controle de qualidade na pavimentação asfáltica. In: 26º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) e 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv), 2025, [local do evento]. Anais... [S.l.: s.n.], 2025. DOI: 10.29327/1430212.49-4.
- 3 ANDRADE, Marcelo Renato da Silva. *Os desafios de qualidade de uma empresa de saneamento no atendimento dos serviços de reposição de pavimento asfáltico*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2015, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABES, 2015.
- 4 MARTINS, João Paulo; FERREIRA, André Luiz; SANTOS, Ricardo Almeida. Gestão da qualidade em obras de pavimentação: um estudo de caso em empresa construtora. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 27, n. 2, p. 45-59, 2019.
- 5 SANTOS, G. S. *Avaliação de qualidade utilizando os métodos de folha de verificação de serviços em conjunto com o PDCA*. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE**, v. 8, n. 3, p. 1–20, 2022.
- 6 Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/4662/1753/6989>. Acesso em: 2 out. 2025.
- 7 SILVA, Ana Carolina; OLIVEIRA, Marcos Vinícius. Aplicação de ferramentas da qualidade na execução de obras rodoviárias. *Revista de Engenharia de Produção e Sistemas*, v. 9, n. 1, p. 88-102, 2020.
- 8 VIEIRA, Alex Santos. *Serviços de pavimentação em um empreendimento de alto padrão na cidade de Campo Mourão-PR: inspeção da qualidade*. 2024. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2024. Orientador: Prof. (Dra) Eliana Fernandes dos Santos.
- 9 ZATARIN, Ana Paula Machado; SILVA, André Luiz Ferreira da; ANEMAM, Lehi dos Santos; BARROS, Marcos Roberto de; CHRISOSTOMO, Walbert. Viabilidade da pavimentação com asfalto-borracha. **Revista de Gestão Sustentável Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 649-674, out. 2016/mar. 2017.