

## **CATEGORIA 2**

### **PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

#### **EM EMPREENDIMENTOS DO METRÔ DE SÃO PAULO**

#### **AUTOR**

Cacilda Bastos Pereira da Silva é Coordenadora de Sustentabilidade e Educação Ambiental no Metrô de São Paulo. Mestre em Gestão Integrada em Saúde e Meio Ambiente pelo SENAC-SP e pós-graduada em Sustentabilidade pela FGV e Gestão de Negócios pela Fundação Dom Cabral.

#### **RESUMO**

O trabalho apresenta os resultados do diagnóstico e análise do conjunto de parâmetros, especificações técnicas e de serviços que embasaram o desenvolvimento do projeto, a execução das obras e o desempenho ambiental da Linha 5-Lilás, tendo como referencial critérios de certificação em construção sustentável, para avaliar o estágio de alinhamento das práticas do Metrô de São Paulo e aprimorar diretrizes e processos do ciclo de vida dos empreendimentos.

#### **1. INTRODUÇÃO**

O setor de construção civil é reconhecido por apresentar demanda intensiva por materiais e recursos naturais como cimento, aço, energia e água, entre outros que contribuem para padrões de produção e consumo que impactam as dimensões da sustentabilidade como emissão de

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



carbono, geração de resíduos e desperdício, logística e transporte gerando alto custo para a implantação, operação e manutenção das edificações.

A construção sustentável tem sido amplamente disseminada e incorporada pelo mercado pelos benefícios tangíveis associados à eficiência e custo a medida que são internalizadas e incorporadas diretrizes e critérios de sustentabilidade nas práticas e processos.

Estudos indicam que projetos referenciados em construção sustentável podem resultar em uma redução entre 30% e 40% no consumo de energia e de água nas fases de uso e operação da edificação. No Brasil, dados apontam que a participação dos edifícios no consumo de energia elétrica é superior a 45%, e este percentual tem crescido (CBCS).

Projetos para empreendimentos de transportes exigem a internalização de diretrizes de sustentabilidade para que resultem em economia e baixo impacto em todo o ciclo de vida. São edificações, túneis e vias projetadas para ter uma vida útil longa e envolvem investimentos expressivos em design e tecnologia construtiva, sistemas e equipamentos e consumo de insumos e materiais.

A adoção de parâmetros de construção sustentável já é uma prática adotada por operadores do setor de transportes sobre trilhos. O Metrô de Nova York (EUA) e Nova Délhi (Índia), por exemplo, vem adequando projetos e processos para a certificação em construção sustentável.

A Estação *Fulton Center*, empreendimento da *Metropolitan Transportation Authority* (MTA) de Nova York inaugurado em 2014, obteve a certificação LEED® Silver, com um conjunto de estratégias adotadas no projeto que resultaram na redução de 40% no consumo de água e de 25%

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



no consumo de energia. Estratégias adotadas: iluminação natural, utilização de dispositivos para consumo de água com baixa vazão; produção de energia de fontes renováveis.

Em 2017, a empresa *Delhi Metro Rail Corporation* (DMRC) anunciou que as estações da cidade de Nova Délhi, na Índia, seriam submetidas à certificação LEED® O+M: Transit. Foi obtida a certificação LEED Silver com as seguintes estratégias: telhados de estações com materiais altamente refletivos ou paisagísticos com vegetação; ventilação natural; paisagismo (consumo menor de água); durante a construção, envelope com isolamento para reduzir os ganhos de calor, melhorar a eficiência energética e conforto térmico interno dos ocupantes; uso de tintas, adesivos e selantes de baixo teor de COV (Compostos Orgânicos Voláteis); equipamentos com sistema de baixo consumo de água; elevadores e escadas rolantes com inversores de frequência variável de tensão; sistema de iluminação com LED; ar condicionado com sistema de volume variável de refrigeração; estações e levadas, alimentadas com energia solar.

Neste contexto, o Metrô de São Paulo tem investido no aprimoramento e revisão das diretrizes, processos e práticas em todo o ciclo de vida contemplando a excelência na gestão de projetos, gestão de riscos e inovação na arquitetura e engenharia, para que resultem em ganhos em termos de qualidade, prazo e custo.

O aprimoramento das práticas em sustentabilidade é resultado também de processos estimulados por agentes financeiros, que têm condicionado a concessão de parte dos recursos à análise de impactos e riscos dos projetos.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



O Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD, por meio da *IFC - International Finance Corporation*, tem incentivado espaços construídos mais sustentáveis e o desenvolvimento e certificação de projetos de edificações.

Para o financiamento da extensão da Linha 5 – Lilás firmado entre o Governo do Estado de São Paulo - GESP e o Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD fez parte do contrato de financiamento, a concessão de recursos para o desenvolvimento de diagnóstico das práticas de construção civil sustentável com o objetivo de aprimorar especificações associadas ao ciclo de vida dos empreendimentos.

**Percentage of the Loan (Including Contingencies) by main subcomponent**

<b>CATEGORY</b>	<b>% of Total Loan</b>
<b><u>a. Infrastructure and Equipment</u></b>	
<b><u>Systems</u></b>	
Signaling	13.2%
Platform Doors	6.3%
<b><u>Rolling Stock</u></b>	
26 Trains	76.0%
<b><u>b. Institutional Policies</u></b>	
Systems Supervision	3.7%
Trains Supervision	0.5%
Climate Changes and Carbon Methodology Studies	0.05%
Front-end Fee	0.25%
<b>Total Financing Required</b>	<b>100%</b>

Fonte: PROJECT APPRAISAL DOCUMENT – Line 5 - Annex 5: Project Costs. Page 46.

No desenvolvimento deste estudo, participaram a Gerência de Planejamento e Meio Ambiente (coordenação), a Gerência de Projetos e a Gerência de Empreendimento da Linha 5 – Lilás do Metrô de São Paulo. Para a consultoria especializada em construção civil sustentável foi contratado o Consórcio Poyry.

## **2. DIAGNÓSTICO DAS PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

O trabalho compreendeu a análise do conjunto de especificações técnicas e de serviços, projetos e demais documentos referentes à implantação da Linha 5-Lilás e de uma estação como referencial de edificação.

Foi realizada uma pesquisa para identificar os referenciais de construção sustentável existentes no mercado para a escolha de uma metodologia como parâmetro para a análise e a sua aplicabilidade em sistemas de metrô. Os sistemas de certificação foram avaliados quanto a sua credibilidade e rigor técnico; nível de desempenho, estrutura da metodologia de certificação e equivalência qualitativa em relação às normas brasileiras.

A Estação Brooklin da Linha 5 – Lilás foi escolhida como projeto referencial para a avaliação do atendimento a pré-requisitos e créditos do referencial técnico em construção sustentável.

O estudo contemplou análises pertinentes às práticas de projeto de construção civil sustentável na fase de obra bruta e acabamentos (obra civil), equipamentos e sistemas e gestão da obra, identificando a aplicabilidade, atendimento e oportunidades de melhoria e adaptações nas práticas, especificações e projetos hoje existentes na Companhia do Metrô.

O escopo do trabalho não objetivou a implementação de alterações no projeto da Linha 5- Lilás, considerando o estágio de avanço das obras e, a certificação em construção sustentável.

## **2.1 Objeto do estudo: Linha 5 - Lilás**

A Linha 5 – Lilás foi considerada como linha de referência para a realização do estudo. Ela foi projetada para fazer a ligação entre os bairros Capão Redondo e Chácara Klabin, passando pelos subcentros de Santo Amaro e Moema, região sul-sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo. O projeto analisado foi o do trecho Adolfo Pinheiro à Chácara Klabin, com dez estações.

## **2.2 Objetivos:**

- Promover e aprimorar o desenvolvimento de práticas de construção sustentável referenciadas em diretrizes de sustentabilidade visando ganhos de eficiência em processos, modelo de implantação e gerenciamento da expansão.
- Promover o aprimoramento de diretrizes, especificações técnicas e de serviço, padrões, procedimentos e demais documentos para orientar processos e práticas, visando futuras certificações de construção sustentável e o desempenho ambiental de projetos e obras de infraestrutura de transporte.
- Promover o desenvolvimento tecnológico e a difusão de práticas sustentáveis da Companhia do Metrô e desempenhar um papel multiplicador em todo o mercado de engenharia nacional. Contribuir para o desenvolvimento e atualização de profissionais do setor.

## 2.3 Escopo do Estudo:

O estudo compreendeu o desenvolvimento de pesquisa e análise crítica sobre principais sistemas de certificação de construção sustentável, existentes no Brasil e no exterior, a fim de identificar e selecionar referencial técnico para o desenvolvimento da análise das práticas do Metrô na concepção de projeto básico, na definição de equipamentos e sistemas, na fase de implantação e gestão da obra civil. Foi analisado um conjunto de documentos, especificações técnicas e de serviços, procedimentos e demais documentos pertinentes, visando a sua revisão e adequação aos princípios da construção civil sustentável.

### ESCOPO GERAL:



O estudo não contemplou os seguintes objetivos: Implementação de alterações no projeto e a certificação em construção sustentável da Linha 5-Lilás.

### **3. REFERENCIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Existem vários sistemas de avaliação de sustentabilidade e certificação voluntária de edifícios no mundo que definem critérios e padrões de desempenho em relação a qualidade da implantação, gestão do consumo de água e energia, gestão de materiais e redução de resíduos, prevenção de poluição, gestão ambiental, qualidade do ambiente interno e desempenho econômico.

Para a realização do estudo da Linha 5 – Lilás foram pesquisados e analisados criticamente quanto à sua aplicabilidade em edificações de empreendimentos de metrô, os seguintes sistemas de certificação em construção sustentável:

1. *LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design)*, desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council (USGBC)*;
2. AQUA-HQE – Alta Qualidade Ambiental, certificação internacional desenvolvida a partir da certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e fornecida internacionalmente pela Cerway e, no Brasil, pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini;
3. PBE Edifica, parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), desenvolvido em parceria entre o Inmetro e a Eletrobrás/PROCEL Edifica. O programa desenvolveu a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE);
4. Selo Casa Azul, classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, criado pela Caixa Econômica federal;

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



5. WELL *Building Standard*, metodologia criada pelo *International WELL Building Institute (IWBI)* para melhorar a saúde humana e bem estar em edifícios e comunidades no mundo;
6. EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*), plataforma online criada pelo IFC (*International Finance Corporation*) entidade ligada ao Banco Mundial.

Os sistemas de certificação foram avaliados considerando as premissas para avaliação ambiental, credibilidade e rigor técnico; níveis de desempenho; valor, eficiência e desempenho.

Além destes parâmetros também foram objeto da análise crítica, a estrutura da metodologia de certificação; processo de certificação; casos existentes; comparação qualitativa das metodologias em relação às Normas Brasileiras.

As certificações WELL, Selo Azul da Caixa e EDGE não atenderam ao requisito para aplicação às edificações tipo como estações de Metrô. A etiquetagem de eficiência energética dos edifícios PROCEL, obrigatória para prédios federais e, futuramente, para demais tipologias de edifícios também não foi considerada para avaliar a eficiência do projeto porque não avalia critérios mais abrangentes além da eficiência energética, como escolha de alternativa locacional (terreno e áreas urbanas) gestão de obras, bem estar e materiais.

Assim, a pesquisa identificou que a certificação LEED® e AQUA-HQETM seriam as mais aplicáveis para implementação em projetos e obras do Metrô. A metodologia “AQUA-HQETM Edifícios não residenciais” não se aplicaria a estruturas ferroviárias novas, pois ela não referencia esta tipologia nos critérios. A única aplicável seria o AQUA-HQETM INFRAESTRUTURA, em desenvolvimento para

esta tipologia. Destaca-se, porém que o referencial AQUA-HQE™ INFRAESTRUTURA não estava disponível para aplicação por estar em fase de adaptação pela Fundação Vanzolini.

No caso do LEED®, poderia ser aplicada a metodologia LEED® BD+C para projetos novos de edificações (prédio administrativo, prédio de manutenção, etc.) e estações. Para estruturas metroviárias existentes, o LEED® O+M TRANSIT seria adequado para a certificação na fase de uso e operação, com uma metodologia já lançada e com projetos já certificados.

### **3.1 Comparação Qualitativa – LEED X AQUA-HQE**

<b>Parâmetros (2017)</b>	<b>LEED</b>	<b>AQUA-HQE</b>
<b>Empreendimentos certificados no mundo – m<sup>2</sup></b>	<b>599,64 milhões</b>	<b>&gt; 85 milhões</b>
<b>Experiência em certificação</b>	<b>25 anos</b>	<b>5 anos</b>
<b>Abrangência</b>	<b>Global</b>	<b>Europa</b>

Fonte: METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-001-0 Construção Civil Sustentável Descrição da Pesquisa e Análise Crítica, Conclusões e Recomendações da Equipe de Consultores. (Produto 1). Consórcio Poyry L5 Sustentável.

- **Preocupações Ambientais:** A certificação LEED possui, dentro de nove categorias, variados pré-requisitos e créditos para pontuar boas práticas de construção durante todo ciclo do empreendimento: concepção, projeto, implementação, comissionamento e operação e manutenção. Da mesma forma a certificação AQUA-HQETM e é a pontuação é baseada em um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE). Para este parâmetro, então, entendeu-se que as duas metodologias são equivalentes.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



- **Desempenho:** Segundo o *Green Building Council* Brasil os empreendimentos que possuem a certificação LEED alcançam reduções da ordem de 40% de economia de água, 30% de economia de energia e 35% redução de emissão de CO<sub>2</sub>, quando comparados a empreendimentos com nenhum tipo de certificação voltada à sustentabilidade.

- **Rigor Técnico:** A certificação LEED possui maior exigência em relação às Normas Brasileiras - NBR's mesmo para um nível mínimo de certificação (Certified – 40 a 49 pontos), pois essas exigências são avaliadas como pré-requisitos e, portanto, obrigatórias. Na certificação AQUA-HQE o maior rigor deve-se à escolha do nível de certificação que se queira atingir. Em certificações superiores demandam o atendimento a critérios mais restritivos e rigorosos.

CATEGORIA / NORMAS BRASILEIRAS APLICÁVEIS	LEED®	AQUA-HQE
<b>ENERGIA</b>		
Normas de Projetos de Sistemas Elétricos (NBR-5410, NBR-14.039, NBR-5419)	+	=
Normas de Projetos de Sistemas de Condicionamento de Ar e Ventilação Mecânica (NBR-16.401-1, NBR-14.880)	+++	+
Normas de Motores Elétricos (NBR-17.094)	=	=
Normas de Elevadores (NBR-NM-207, NBR-NM-313, NBR-NM-267)	++	+
<b>ÁGUA</b>		
Normas de projetos hidráulicos (NBR-5626, NBR-8160, NBR-10.844, NBR-13.713)	++	+++
<b>QUALIDADE DO AR INTERNO</b>		
Normas de Qualidade do Ambiente Interno (NBR-16.401-3, ANVISA Re-9)	++	+
Normas de Conforto Térmico (NBR-16.401-3, NBR-15.575)	+	+
<b>CONFORTO LUMÍNICO</b>		
Normas de Iluminação Artificial (NBR-ISO-8995-1)	+	++
<b>CONFORTO ACÚSTICO</b>		
Normas de Acústica de Interiores (NBR-15.575)	+	+++

<b>RESÍDUOS E EFLUENTES DE OBRAS E OPERAÇÃO</b>		
Normas e legislações relacionadas a resíduos de construção (NBR-12.235, CONAMA 307, CONAMA 275)	++	+++
Normas e legislações relacionadas a resíduos de operação (NBR-10.004)	+	++
<b>QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES</b>		
Normas e legislações relacionadas à qualidade sanitária (NBR-22.000, NBR-13.969)	=	+

LEGENDA: Nível de exigência da metodologia ao da norma(s) de referência: = IGUAL; + POUCO ACIMA; ++ ACIMA; +++ MUITO ACIMA.  
 Fonte: METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-001-0 Construção Civil Sustentável Descrição da Pesquisa e Análise Crítica, Conclusões e Recomendações da Equipe de Consultores. (Produto 1). Consórcio Poyry L5 Sustentável.

#### **4. METODOLOGIA E ANÁLISE CRÍTICA**

O estudo contemplou análises pertinentes às práticas de projeto de construção civil sustentável na fase de obra bruta e acabamentos (obra civil), equipamentos e sistemas e gestão da obra identificando aplicabilidade, atendimento e oportunidades de melhoria e adaptações nas práticas, especificações e projetos hoje existentes na Companhia do Metrô. O escopo do trabalho não objetivou a implementação de alterações no projeto da Linha 5- Lilás, considerando o estágio de avanço das obras e, a certificação em Construção Civil Sustentável.

A Estação Brooklin da Linha 5 – Lilás foi escolhida como projeto referencial para a análise do atendimento a pré-requisitos e créditos do referencial técnico da certificação LEED® BD+C (Building Design and Construction), apropriada para projetos de novas edificações.

#### 4.1 Certificação LEED®

A Metodologia de certificação LEED compreende a definição de **Pré-requisitos** que são condições mínimas obrigatórias e **Créditos**, requisitos que valem pontos, em nove categorias para que um projeto seja certificado.

##### Categorias válidas para as certificações LEED® BD+C, LEED® ID+C e LEED® O+M



A Certificação LEED tem os seguintes objetivos: Minimizar mudanças climáticas; Melhorar a saúde e o bem-estar dos indivíduos; Promover e recuperar os recursos hídricos; Proteger e restaurar a biodiversidade e os ecossistemas; Promover materiais sustentáveis e com ciclos regenerativos; Construir economia verde; Melhorar a equidade social, justiça ambiental, saúde da comunidade e qualidade de vida das comunidades.

O referencial técnico LEED® indica que devem ser atendidos requisitos mínimos, dentre os quais os mais importantes são:

- 1. Atendimento à legislação ambiental vigente:** todos os edifícios ou espaços e todas as obras devem atender quaisquer leis, normas, tratados, convenções, decretos, regulamentos, que tenham o objetivo de proteger o meio ambiente e/ou saúde física, mental e social humana dos impactos ocasionados pela implantação e operação de uma

edificação. Incluindo assim atendimento às exigências do licenciamento ambiental, por meio de Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI e Licença de Operação – LO.

- 2. Permitir o acesso do USGBC aos dados de consumo de energia e água:** todos os projetos certificados devem se comprometer a compartilhar com USGBC/GBCI todos os dados disponíveis de consumo total de energia e água por um período de pelo menos 5 anos. (Em caso de certificação).

Além disso, o empreendimento deverá atender a doze pré-requisitos (itens obrigatórios):

- Prevenção de Poluição nas Atividades de Construção;
- Redução do consumo de água para uso externo;
- Redução do consumo de água para uso interno;
- Medição de água do edifício;
- Comissionamento básico e verificação dos sistemas que consomem energia;
- Desempenho mínimo de energia;
- Medição de energia do edifício;
- Gerenciamento básico de gases;
- Depósito e coleta de materiais recicláveis;
- Plano de gerenciamento de resíduos de construção e demolição;
- Desempenho mínimo de qualidade do ar interno;
- Controle ambiental da fumaça de tabaco.

Uma vez atendido os pré-requisitos, o empreendimento deverá seguir os requisitos de uma série de créditos, que quando atendidos são atribuídos pontos dentro da métrica da metodologia com pontuação mínima e máxima pré-definidas. Na versão 4 da metodologia de certificação, a pontuação varia entre 40 pontos (mínimo) e 110 pontos (máximo). Para o presente trabalho, uma vez que o objetivo principal do contrato é a identificação de práticas de construção civil sustentável, todos os pré-requisitos e créditos relacionados a projeto e materiais foram considerados.



## 4.2 Análise Crítica

Para a análise crítica em relação ao referencial técnico LEED® em relação aos pré-requisitos e créditos adotou-se os seguintes critérios, conforme legenda abaixo:

- **ATENDIDO:** documentação disponível ou a sua efetiva implantação in loco.
- **PARCIALMENTE ATENDIDO:** Alguns aspectos estão incorporados ao projeto ou à obra, porém, ainda são plenamente para atender plenamente o requisito.
- **NÃO ATENDIDO:** Aspectos não foram previstos pelo projeto ou pela obra.
- **NÃO APLICÁVEL:** Não se aplica ao projeto por suas características intrínsecas.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**Pré-requisitos e Créditos analisados em relação a cada aspecto do projeto**

Categoria	Item	Descrição	Fase
<b>Integrative Process</b> <b>Processo Integrativo</b>	Crédito	Processo Integrado	Projeto Obra Civil e Acabamentos
<b>Location and Transportation</b> <b>Localização e Transporte</b>	Crédito	Localização do LEED <i>Neighborhood</i> (bairros)	
	Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	
	Crédito	Local de Alta Prioridade	
	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	
	Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	
	Crédito	Instalações para Bicicletas	
	Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	
<b>SS - Sustainable Sites</b> <b>Terrenos Sustentáveis</b>	Crédito	Veículos Verdes	
	Crédito	Avaliação do Terreno	
	Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat	
	Crédito	Espaço Aberto	
	Crédito	Gestão de Águas Pluviais	
<b>WE - Water Efficiency</b> <b>Uso Racional de Água</b>	Crédito	Redução de Ilhas de Calor	
	Pré-requisito	Redução do Consumo de Água para Uso Externo	
	Pré-requisito	Redução do Consumo de Água para Uso Interno	
	Crédito	Redução do Consumo de Água para Uso Externo	
<b>MR - Materials and Resources</b> <b>Materiais e Recursos</b>	Crédito	Redução do Consumo de Água para Uso Interno	
	Pré-requisito	Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis	
	Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	
	Crédito	Declarações Ambientais de Produtos	
	Crédito	Origem de Matérias Primas	
<b>EQ - Indoor Environmental Quality</b> <b>Qualidade do Ambiente Interno</b>	Crédito	Composição dos Materiais	
	Pré-requisito	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	
	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	
	Crédito	Iluminação Natural	
	Crédito	Vistas de Qualidade	
<b>SS - Sustainable Sites</b> <b>Terrenos Sustentáveis</b>	Crédito	Desempenho Acústico	
	Pré-requisito	Prevenção da Poluição na Atividade da Construção	Gestão da Obra
<b>WE - Water Efficiency</b> <b>Uso Racional da Água</b>	Crédito	Redução da Poluição Luminosa	Equipamentos e Sistemas
	Pré-requisito	Medição de Água do Edifício	Equipamentos e Sistemas
Crédito	Uso de Água Torre de Resfriamento		

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



	Crédito	Medição de Água	
<b>EA - Energy and Atmosphere</b> <b>Energia e Atmosfera</b>	Pré-requisito	Comissionamento	Equipamentos e Sistemas
	Pré-requisito	Desempenho Mínimo de Energia	
	Pré-requisito	Medição de Energia do Edifício	
	Pré-requisito	Gerenciamento Fundamental de Gases	
	Crédito	Comissionamento Avançado	
	Crédito	Otimizar Desempenho Energético	
	Crédito	Medição de Energia Avançada	
	Crédito	Resposta à Demanda	
	Crédito	Produção de Energia Renovável	
	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	
<b>MR - Materials and Resources</b> <b>Materiais e Recursos</b>	Pré-requisito	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição	Gestão das obras
	Crédito	Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição	
<b>EQ - Indoor Environmental Quality</b> <b>Qualidade do Ambiente Interno</b>	Pré-requisito	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Equipamentos e Sistemas
	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	
	Crédito	Plano de Gerenciamento do Ar Interior na Construção	Gestão das obras
	Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	Equipamentos e Sistemas
	Crédito	Conforto Térmico	
	Crédito	Iluminação Interior	
<b>IN - Innovation-Inovação</b>	Crédito	Inovação	Gestão das obras
	Crédito	Profissional Acreditado LEED	
<b>RP - Regional Priority</b> <b>Prioridade Regional</b>	Crédito	Prioridade Regional	

## 5. RESULTADOS

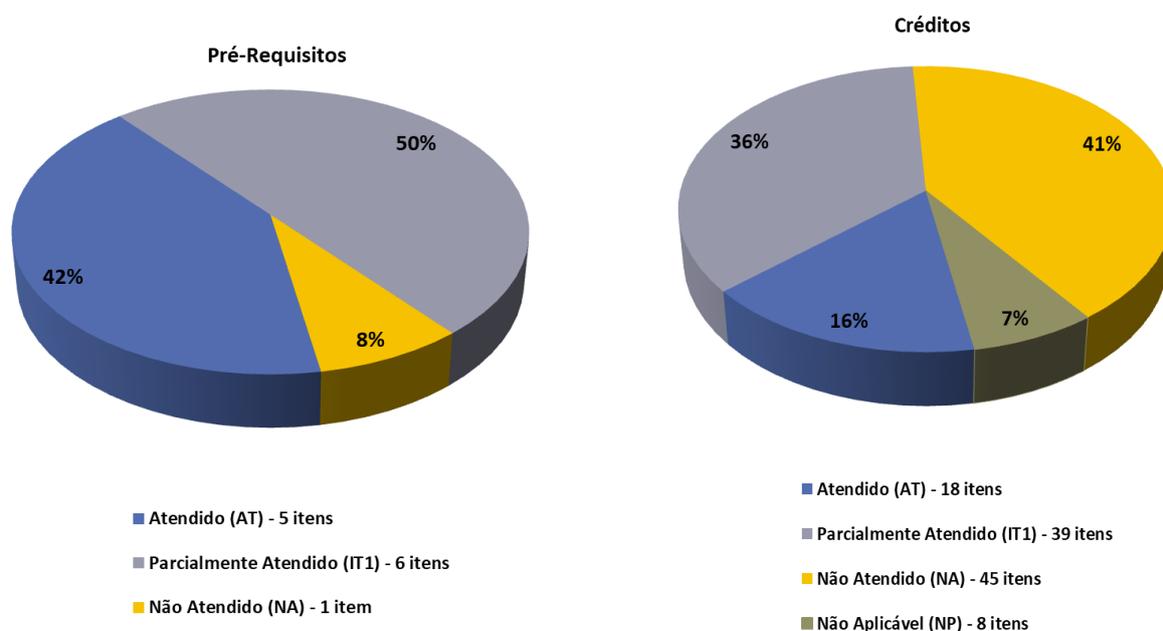
A simulação da classificação do projeto da Estação Brooklin para certificação em relação ao referencial LEED® BD+C, versão V4, resultou em LEED SILVER, com 57 pontos possíveis de um total de 110.

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

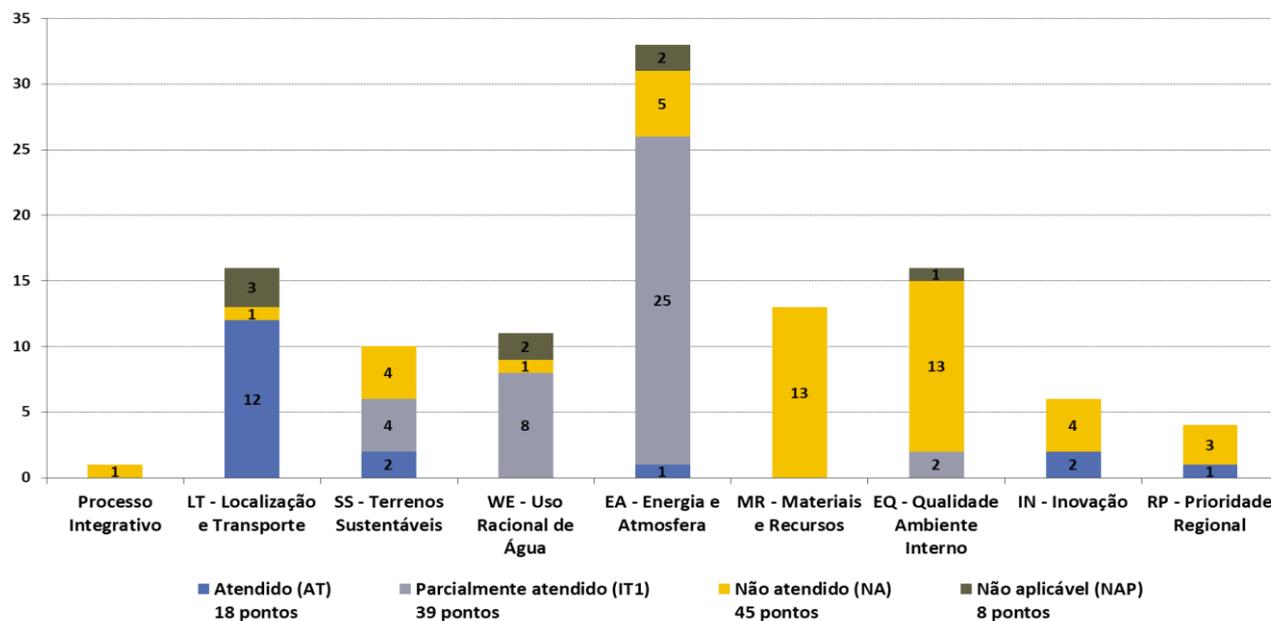


Situação	Condição	Pontuação	Classificação
Atual (sem intervenções)	Créditos "ATENDIDOS"	18 pontos	Não certificável
Com intervenções	Créditos "ATENDIDOS + PARCIALMENTE ATENDIDOS"	57 pontos	Certificação Silver

Para fins de certificação todos os pré-requisitos devem ser atendidos. O pré-requisito "Redução do Consumo de Água para Uso Interno" foi o único considerado como não atendido. Além disto, os créditos atribuídos como "parcialmente atendidos" necessitariam de intervenções para que seus pontos fossem computados. Os resultados da avaliação dos pré-requisitos e créditos da metodologia LEED® BD+C (*Building Design and Construction*), quanto a sua aplicabilidade e pontuação, são:



## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Fonte: METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-009-0 Relatório Técnico Conclusivo – Especificações e Diretrizes para a Contratação de Projeto, Fornecimento e Execução de Obras, Equipamentos e Sistemas (Produto 5) Consórcio Poyry L5 Sustentável/2019.

### Não Atendidos

- **Categoria Materiais e Recursos:** 6 pontos por ter indisponibilidade de informações a respeito dos materiais no mercado.
- **Categoria Qualidade do Ambiente Interno:** Características construtivas dificultam créditos de Iluminação Natural (áreas regularmente ocupadas) e Vistas de Qualidade.

### Parcialmente Atendidos

- **Categorias Energia e Atmosfera e Uso Racional da Água:** Dos 39 pontos parcialmente atendidos, 33 correspondem a essas categorias (40% dos créditos).

## **5.1 Recomendações**

Com base no diagnóstico e na análise do conjunto de documentos da Linha 5-Lilás e da Estação Brooklin foram sugeridas melhorias e estudos para futuros projetos de empreendimentos do Metrô de São Paulo, que visem o aprimoramento e ganhos em desempenho ambiental, até a certificação de projetos em construção sustentável.

### **Principais Recomendações:**

1. Desenvolver na fase inicial de projeto, estudos de conforto térmico, simulação de eficiência energética e simulações de balanço hídrico para embasar a concepção de projeto de cada uma das estações e edificações. Estes estudos têm como objetivo analisar e testar como diferentes cenários e soluções impactam o consumo de água e energia, embasando futuras decisões relacionadas à concepção do projeto. Estes estudos, a serem realizados antes do término da etapa de ANTEPROJETO, deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:
  - Estudo de energia – deverá ser realizada uma simulação que incorpore, no mínimo, duas estratégias associadas a cada um dos seguintes temas (quando aplicáveis): condições do terreno, volumetria e orientação, características da envoltória, níveis de iluminação, faixas de conforto térmico, necessidade de cargas de tomada e processo e parâmetros programáticos e operacionais.
  - Estudo de água – deverão ser realizados estudos para a redução do consumo de água do edifício que inclua, no mínimo, a demanda de água potável interna, a demanda de água

potável externa, a demanda de água de processo e as possíveis fontes de abastecimento de água potável e não potável.

2. Desenvolver e registrar as condições levantadas para a escolha da localização das estações (potencialidades) e como tais condições influenciaram em decisões na concepção do projeto. Por exemplo: condições levantadas relacionadas à topografia, hidrologia, clima, vegetação, solos, e uso humano; motivos pelos quais se optou por determinada técnica construtiva, em vista da possibilidade do rebaixamento de lençol freático para a construção de uma estação interferir na fundação de construções adjacentes.
3. Complementar as IP- Instruções de Projeto com especificações e métricas. Por exemplo: bicicletários, espécies nativas ou adaptadas, com baixo consumo de água ou que não necessitem de irrigação, utilização de sistema de irrigação, dispositivos de água interno.
4. Especificar nos projetos de sistemas, premissas de eficiência, dimensionamento e controle dos sistemas prediais.
5. Inserir na diretriz de projeto exigência quanto à especificação de dispositivos de água de uso interno. Priorizar utilização de água não potável em bacias sanitárias e mictórios, como por exemplo, águas pluviais captadas na cobertura.
6. Implantar sistemas de medição de consumo de água e energia.
7. Criar lista de exigência de especificações de materiais para atender critérios de Construção Sustentável.

8. Elaboração de manual/catálogo dos elementos padrões utilizados no Metrô de São Paulo, obtendo padronização na infraestrutura básica de uma estação, com a finalidade de garantir qualidade, minimização de desperdício e falhas, além de aumento da produtividade.
9. Comissionamento Avançado: melhorar documentos técnicos padrões para serem usados no processo de comissionamento. Registrar o acompanhamento do processo através da emissão de relatórios de análise crítica e atas de reunião. Realizar análise crítica da contratação das empresas instaladoras/ construtora, além da contratação da visita de avaliação pós-entrega e demais serviços (elaboração do plano de comissionamento monitorado, contínuo e comissionamento da envoltória).
10. Realizar Análise do Ciclo de Vida (ACV) das estações e utilizar os dados obtidos para compreender a viabilidade de atendimento do crédito e prever melhorias para outras estações.

## **6. CONCLUSÕES**

A revisão das práticas de construção civil está alinhada ao Plano de Negócios do Metrô de São Paulo, que busca excelência na gestão de projetos em termos de qualidade, prazo, custo.

Os resultados mostraram que os referenciais de construção civil sustentável estabelecem parâmetros de sustentabilidade para edificações que podem agregar valor aos projetos de linhas de metrô, com as devidas adaptações às características de empreendimentos do Metrô.

O aprimoramento de diretrizes de sustentabilidade, procedimentos e práticas já existentes não demandam alto investimento para ganhos econômicos e ambientais e abre o caminho para a certificação em construção sustentável de projetos.

Além das salvaguardas ambientais, parte integrante de contratos que objetivam projetos de baixo carbono, a certificação em Construção Sustentável pode passar a ser um requisito ou diferencial em processos de financiamento, como identificado na política do Banco Mundial.

E finalmente, o aprimoramento de práticas pode gerar ganhos para toda a cadeia de valor, assim como ganho de imagem e diferencial no mercado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Civil Sustentável. Acesso em maio/20. <http://www.cbcs.org.br/website/institucional/show.asp?ppgCode=BCCF20BC-8628-4D3D-83ED-FBA37CFA560D>

METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-001-0 Construção Civil Sustentável Descrição da Pesquisa e Análise Crítica, Conclusões e Recomendações da Equipe de Consultores. (Produto 1). Consórcio Poyry L5 Sustentável.

METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-004-0 Construção Civil Sustentável Obra Bruta e Acabamentos (Obra Civil) – Relatório Técnico Conclusivo – (Produto 2). Consórcio Poyry L5 Sustentável.

METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-007-0 Construção Civil Sustentável Equipamentos e Sistemas – Relatório Técnico Conclusivo – (Produto 3). Consórcio Poyry L5 Sustentável.

METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-008-0 Construção Civil Sustentável Gestão e Acompanhamento de Obras – Relatório Técnico Conclusivo – (Produto 4). Consórcio Poyry L5 Sustentável/2019.

METRÔ/SP. RT-5.00.00.00/3Y9-009-0 Relatório Técnico Conclusivo – Especificações e Diretrizes para a Contratação de Projeto, Fornecimento e Execução de Obras, Equipamentos e Sistemas (Produto 5) Consórcio Poyry L5 Sustentável/2019.